


Pengantar oleh Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan,
Prof. dr. Taruna Ikrar, M.D., M.Biomed, Ph.D

SUMBER DAYA MANUSIA PENGAWASAN OBAT DAN MAKANAN 2045

**Menyiapkan Talenta Pengawasan Unggul, Digital, dan
Global menuju Indonesia Emas**



Perdhana Ari Sudewo
BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN
2025

**SUMBER DAYA MANUSIA PENGAWASAN
OBAT DAN MAKANAN 2045**

**Menyiapkan Talenta Pengawasan Unggul, Digital, dan
Global menuju Indonesia Emas**

**BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN
2025**

UU No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000 (lima ratus juta rupiah).

Badan Pengawas Obat dan Makanan 2025

Perdhana Ari Sudewo

SUMBER DAYA MANUSIA PENGAWASAN OBAT DAN MAKANAN 2045

**Menyiapkan Talenta Pengawasan Unggul, Digital, dan
Global menuju Indonesia Emas**

SUMBER DAYA MANUSIA PENGAWASAN OBAT DAN MAKANAN 2045

**Menyiapkan Talenta Pengawasan Unggul, Digital, dan
Global menuju Indonesia Emas**

PENYUSUN

Penulis: Perdhana Ari Sudewo

Desain Cover: Karis Singgih Angga Permana

ISBN

Versi Cetak 978-602-415-177-5

Versi E-book 978-602-415-178-2 (PDF)

DESKRIPSI BUKU

Edisi 1, Cetakan 1, Tahun 2025

270 hlm: 14,8 cm x 21 cm

PENERBIT

Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia

Jl. Percetakan Negara No. 23, Jakarta Pusat 10560

Copyright (c)Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia

Dilindungi oleh Undang-Undang

Dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruh buku ini tanpa izin
tertulis dari penerbit.

Kata Pengantar

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering kali tidak menyadari betapa pentingnya keamanan dan kualitas produk Obat dan Makanan yang kita konsumsi. Padahal, keberlangsungan kesehatan masyarakat sangat bergantung pada jaminan bahwa setiap produk yang beredar aman, bermutu, dan berkhasiat. Namun, pernahkah kita merenung sejenak, siapa yang memastikan keamanan dan kualitas produk Obat dan Makanan itu terjadi? Apa tantangan yang mereka hadapi hari ini, dan lebih-lebih, di masa depan? Saat Indonesia memimpikan Indonesia Emas di tahun 2045.

Tantangan pengawasan Obat dan Makanan akan terus meningkat dan semakin kompleks seiring kemajuan teknologi, akselerasi perdagangan global, serta perubahan gaya hidup dan ekspektasi masyarakat menuju Indonesia Emas 2045. Dalam situasi tersebut, sistem pengawasan tidak bisa lagi berjalan seperti biasa. Diperlukan transformasi yang menyeluruh, dan kuncinya terletak pada kesiapan Sumber Daya Manusia (SDM) pengawas itu sendiri.

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, penulis menghadirkan buku ini sebagai sebuah langkah kecil, namun dengan harapan dan keyakinan yang besar untuk dapat berkontribusi bagi Bangsa dan Negara. Penulisan buku ini adalah bagian dari ikhtiar pribadi, yang barangkali tampak sederhana jika dibandingkan dengan luas dan kompleksnya tantangan pengawasan obat dan makanan di Indonesia. Namun meskipun kecil, karya ini diharapkan menjadi titik cahaya, kontribusi bermakna dalam meletakkan fondasi pemikiran jangka panjang mengenai pentingnya

membangun SDM pengawasan yang profesional, kompeten, dan terspesialisasi sesuai kebutuhan pekerjaan.

Buku ini bukan sekadar uraian teknokratis, melainkan bentuk kepedulian dan harapan penulis terhadap masa depan pengawasan Obat dan Makanan di Indonesia. Sebuah pengakuan bahwa pengawasan bukan hanya soal sistem dan alat, tetapi tentang manusia, SDM yang tidak hanya mahir secara teknis dan regulasi, tapi juga mampu beradaptasi dengan teknologi mutakhir seperti *artificial intelligence*, *big data*, *blockchain*, dan *internet of things*.

Melalui pendekatan sistematis dan berbasis peta jalan, buku ini menyajikan gagasan mengenai bagaimana SDM pengawasan harus dikembangkan secara strategis, berjenjang, berbasis kompetensi, dan selaras dengan kebutuhan masa depan. Visi besar Indonesia Emas 2045 menjadi kerangka pijak yang mengarahkan setiap langkah di dalamnya.

Lebih dari itu, penulis menyadari sepenuhnya bahwa pengawasan Obat dan Makanan bukanlah tanggung jawab satu pihak semata. Ia membutuhkan kolaborasi lintas sektor, kontribusi dari industri, komitmen akademisi, keterlibatan masyarakat, serta kehadiran negara yang tegas dan terpercaya. Maka dari itu, buku ini juga merupakan ajakan, bagi siapa pun yang peduli terhadap masa depan kesehatan bangsa untuk ikut serta dalam kerja besar ini.

Terimakasih kepada Kepala BPOM dan jajaran, Pimpinan dan rekan kerja di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Pengawasan Obat dan Makanan atas dukungannya dalam penulisan buku ini. Secara khusus penulis juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga tercinta, istri dan

anak-anak, juga orang tua dan saudara dalam mendukung karier penulis.

Semoga buku ini dapat memberi inspirasi, menjadi bahan refleksi, dan sekaligus rujukan praktis dalam membangun SDM pengawasan Obat dan Makanan yang unggul dan berdaya saing global. Karena di balik setiap produk yang aman dan bermutu, ada SDM pengawas yang bekerja, dalam senyap, demi masa depan Indonesia yang lebih sehat.

Jakarta, 28 Juli 2025

Penulis,

Perdhana Ari Sudewo

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
Sambutan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM)	15
Pendahuluan	17
BAB 1 Melihat ke Depan: SDM dan Pengawasan Obat dan Makanan Tahun 2045	27
1.1 Pengawasan Obat dan Makanan Tahun 2045	27
1.1.1 Tantangan Pengawasan Obat dan Makanan.....	29
1.1.2 Pembangunan Jangka Panjang Indonesia bidang Pengawasan Obat dan Makanan	39
1.2 Bagaimana SDM Pengawasan Obat dan Makanan di Masa Depan?	53
1.2.1 SDM Pengawasan Obat dan Makanan di Masa Depan	54
1.2.2 Monitoring dan Evaluasi SDM Pengawasan Obat dan Makanan.....	59
BAB 2 Siapa Mereka? Profil SDM Pengawasan Obat dan Makanan 2045	62
2.1 Karakteristik SDM Masa Depan	62
2.2 Kebutuhan Kompetensi SDM Pengawasan Obat dan Makanan.....	66
2.2.1 Kompetensi Teknis Pengawasan Obat dan Makanan	67
2.2.2 Kompetensi Digital Pengawasan Obat dan Makanan	70
2.2.3 Kompetensi Manajerial dan Soft Skills Pengawasan Obat dan Makanan.....	72

2.24	Kompetensi Ilmiah Pengawasan Obat dan Makanan	74
2.25	Kompetensi Keberlanjutan dan Inovasi Pengawasan Obat dan Makanan.....	76
2.3	Pengembangan Kompetensi SDM Pengawasan Obat dan Makanan.....	78
2.3.1	Pengembangan Kompetensi Teknis dan Digital Pengawasan Obat dan Makanan	80
2.3.2	Pengembangan Soft Skills dan Kompetensi Manajerial Pengawasan Obat dan Makanan.....	82
2.3.3	Pengembangan Kompetensi Ilmiah Pengawasan Obat dan Makanan.....	85
2.3.4	Pembangunan Ekosistem Pembelajaran Berkelanjutan	87
2.3.5	Kolaborasi Lintas Sektor untuk Pengembangan Kompetensi.....	90
2.3.6	Monitoring dan Evaluasi Program Pengembangan Kompetensi.....	92
2.4	Sertifikasi dan Spesialisasi Pengawasan Obat dan Makanan.....	95
BAB 3 Pengembangan Spesialis Pengawasan Obat dan Makanan		98
3.1	Umum.....	98
3.2	Pengembangan Spesialis (<i>Expertise</i>) Pengawas Farmasi dan Makanan.....	101
3.3	Pembinaan Karier dan Pengembangan Kompetensi Pengawas Farmasi dan Makanan	105
3.4	Kejelasan dan Transparansi, serta Keadilan dan Kepastian Karier Pengawas Farmasi dan Makanan	113
BAB 4 Pengembangan SDM Pengawasan Obat dan Makanan Menuju 2045		117

4.1	<i>Trend</i> Perkembangan Pengembangan SDM.....	118
4.2	Pembelajaran Terintegrasi berbasis <i>Corporate University</i> dan <i>Experiental Learning</i>	127
4.3	Transformasi Digital Pembelajaran dan Pengembangan Kompetensi SDM	136
4.4	Strategi Pengembangan Kompetensi SDM Pengawasan Obat dan Makanan.....	142
4.4.1.	Pembangunan Kemitraan Strategis Pengembangan Kompetensi SDM Pengawasan Obat dan Makanan	144
4.4.2.	Kurikulum yang Responsif terhadap Kebutuhan Pengawasan Obat dan Makanan	146
4.4.3.	Strategi Pembelajaran Terintegrasi dengan Pekerjaan	148
4.4.4.	Implementasi Model Pembelajaran <i>Corporate University</i>	156

BAB 5 Transformasi Digital Mendukung SDM Pengawasan Obat dan Makanan Unggul 2045..... 163

5.1	Transformasi Digital Pengawasan Obat dan Makanan.....	163
5.1.1	Pemanfaatan Teknologi dalam Pengawasan Obat dan Makanan.....	166
5.1.2	Pengembangan Teknologi Digital mendukung Pengawasan Obat dan Makanan	168
5.2	Pengembangan SDM Digital Pengawasan Obat dan Makanan.....	175
5.2.1	Pengembangan Literasi Digital SDM Pengawasan Obat dan Makanan.....	176
5.2.2	Pengembangan Kompetensi Digital SDM SPBE BPOM	177
5.2.3	Pengembangan Kompetensi Spesialis SPBE Pengawasan Obat dan Makanan	179

5.3 <i>Smart System</i> Pengawasan Obat dan Makanan Tahun 2045	187
BAB 6 Peran SDM Pengawasan Obat dan Makanan dalam Inovasi dan Kolaborasi.....	197
6.1 Umum.....	197
6.2 SDM Pengawasan Obat dan Makanan sebagai Pendorong Inovasi.....	199
6.3 SDM Pengawasan Obat dan Makanan sebagai Pendorong Kolaborasi Lintas Sektor	205
6.4 SDM pengawasan Obat dan Makanan sebagai Duta Regulasi.....	208
BAB 7 Peta Jalan Menuju 2045	212
7.1 Umum.....	212
7.1.1. Penguatan Sistem Pengawasan yang Modern, Berbasis Teknologi, dan Berstandar Global.....	216
7.1.2. Urgensi Pengembangan SDM Pengawasan Obat dan Makanan yang Adaptif terhadap Perkembangan Teknologi dan Regulasi Internasional.....	221
7.2 Rekomendasi Strategis Pengembangan SDM Pengawasan Obat dan Makanan	224
7.2.1 Penguatan Sistem dan Kebijakan Pengawasan....	225
7.2.2 Transformasi Digital untuk <i>Smart System</i> Pengawasan Obat dan Makanan	230
7.2.3 Penguatan Kompetensi SDM Pengawasan Obat dan Makanan.....	236
7.2.4 Penguatan Kolaborasi Lintas Sektor	240
7.2.5 Optimalisasi Infrastruktur dan Pendanaan Pengawasan Obat dan Makanan	244
7.3 Peta Jalan Pengembangan SDM Pengawasan Obat dan Makanan Menuju 2045.....	250

7.3.1. Fase I: Konsolidasi dan Digitalisasi (2025-2030) ...	250
7.3.2. Fase II, Implementasi <i>Smart System</i> Pengawasan Obat dan Makanan (2031-2035).....	255
7.3.3. Fase III: SDM Pengawasan Obat dan Makanan Berstandar Global (2036-2040)	261
7.3.4. Fase IV: Sistem Pengawasan Obat dan Makanan Berkelanjutan (2041-2045).....	266
7.4 Kesimpulan.....	271

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Visi Indonesia Emas 2045.....	25
Gambar 2. Potensi Indonesia 2045.....	40
Gambar 3. Konsep Pembelajaran Masa Depan.....	121
Gambar 4. <i>Experiential Learning Cycle</i>	125
Gambar 5. Arsitektur SPBE BPOM.....	161
Gambar 6. <i>Solution Concept Diagram</i>	162
Gambar 7. Digitalisasi Pengawasan Obat dan Makanan.....	161
Gambar 8. Arsitektur To Be SPBE BPOM.....	176

Sambutan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM)

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,
Salam sejahtera bagi kita semua,



Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku **Sumber Daya Manusia Pengawasan Obat dan Makanan 2045** dapat hadir ke tengah-tengah kita semua. Sejalan dengan visi besar Indonesia Emas 2045, Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) berkomitmen untuk memastikan setiap produk Obat dan Makanan yang beredar aman, berkhasiat, dan bermutu tinggi. Tantangan di masa depan semakin kompleks dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang Obat dan Makanan, dinamika perdagangan global, dan munculnya produk inovatif yang membutuhkan metode pengawasan lebih canggih dan efektif.

Dalam menghadapi tantangan tersebut, peran SDM pengawasan Obat dan Makanan menjadi sangat strategis dan penting. Oleh karena itu, pengembangan kompetensi SDM pengawas merupakan prioritas utama kami agar mereka mampu menjalankan perannya secara profesional, kompeten, dan adaptif terhadap teknologi terbaru, serta memiliki wawasan global dalam melindungi kesehatan masyarakat, serta meningkatkan daya saing bangsa pada sektor industri Obat dan Makanan. Kompetensi SDM tersebut diperlukan agar BPOM mampu berkorporasi lebih luas atau menjulang dalam skala global.

BPOM menyadari bahwa potensi teknologi digital dalam pengawasan merupakan peluang besar yang harus dimanfaatkan secara optimal. Pengembangan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan yang modern, terintegrasi, dan berbasis teknologi digital seperti *artificial intelligence*, *big data analytics*, *blockchain*, serta *internet of things* (IoT) menjadi kebutuhan mutlak untuk menghadapi tantangan pengawasan yang semakin kompleks di masa depan.

Melalui buku ini, kami mengajak seluruh pihak, baik pemerintah, industri, akademisi, maupun masyarakat luas untuk bersama-sama berkontribusi aktif dalam upaya pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan, serta melakukan pengawasan, menjamin keamanan, khasiat, dan mutu produk Obat dan Makanan yang beredar dan dikonsumsi masyarakat. Kolaborasi dan sinergi dari semua pemangku kepentingan menjadi kunci utama dalam mewujudkan sistem pengawasan yang modern, transparan, efisien, dan terintegrasi berbasis teknologi.

Semoga dengan semangat kebersamaan dan kerja sama yang erat, kita dapat mewujudkan pengawasan Obat dan Makanan yang lebih baik di tahun 2045, mendukung tercapainya visi Indonesia Emas 2045 yang sehat, sejahtera, dan berdaya saing global.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, Juni 2025

Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan

Ttd

TARUNA IKRAR

Pendahuluan

Pernahkah kita berpikir apakah Obat yang kita minum benar-benar aman dan berkhasiat? Atau apakah Makanan yang kita konsumsi setiap hari tidak mengandung zat berbahaya dan membahayakan kesehatan? Tanpa pengawasan yang baik, kita tidak pernah tahu apakah produk Obat atau Makanan yang kita konsumsi benar-benar aman, berkhasiat, dan juga bermutu sehingga memberikan jaminan atas kesehatan kita. Kondisi tersebut merupakan salah satu alasan mengapa pengawasan Obat dan Makanan yang beredar sangat penting bagi kita semua sebagai bagian untuk menjamin dan meningkatkan kesehatan masyarakat, atau menghindari produk Obat dan Makanan berbahaya beredar dan dikonsumsi oleh kita semua.

Obat dan Makanan yang aman, berkhasiat, dan bermutu merupakan sebuah kebutuhan yang mutlak harus dipenuhi untuk menjamin kesehatan masyarakat penduduk Indonesia. Dengan jumlah penduduk Indonesia yang mencapai 281.603.800 jiwa pada tahun 2024 sesuai dengan data yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), kebutuhan untuk memberikan jaminan terhadap kualitas produk Obat dan Makanan yang mereka konsumsi merupakan kewajiban yang harus diberikan Pemerintah. Dengan pengawasan Obat dan Makanan yang baik dan berkualitas sesuai dengan standar akan memastikan bahwa setiap produk Obat dan Makanan yang beredar telah melalui uji keamanan, khasiat, dan mutu sebelum sampai ke tangan konsumen dan dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Dengan adanya kegiatan dan proses pengawasan yang terstandar, kita sebagai warna negara

Indonesia bisa lebih tenang karena obat yang kita konsumsi benar-benar bekerja seperti yang seharusnya dan makanan yang dimakan tidak mengandung bahan berbahaya atau membahayakan kesehatan kita.

Bayangkan jika tidak ada pengawasan atas kualitas produk Obat dan Makanan yang beredar. Produk palsu, obat dengan dosis dan kandungan zat aktif yang salah, atau makanan yang mengandung bahan kimia berbahaya maupun cemaran biologi dapat beredar bebas tanpa ada yang mengontrol. Jika hal tersebut terjadi, dampaknya bisa sangat serius, mulai dari meningkatnya kasus keracunan makanan, efek samping obat yang tidak diinginkan, hingga merebaknya penyakit akibat produk yang tidak layak konsumsi. Selain itu, dari sisi kehidupan bernegara juga dapat memberikan dampak negatif yang besar, baik pada sektor kesehatan, ekonomi, maupun sosial. Ketika masyarakat sering sakit akibat produk Obat dan Makanan yang tidak memenuhi syarat kesehatan beredar dan dikonsumsi masyarakat, beban rumah sakit meningkat dan biaya kesehatan akan semakin besar. Selain itu, potensi penurunan produktivitas penduduk akibat mengkonsumsi Obat dan Makanan yang tidak aman juga berpotensi memberikan dampak signifikan terhadap kehidupan sosial masyarakat. Industri Obat dan Makanan juga akan kehilangan kepercayaan dari masyarakat sebagai konsumen, berpengaruh pada investor yang enggan berinvestasi pada industri Obat dan Makanan, memberikan dampak negatif yang signifikan pada sektor ekonomi.

Dengan kondisi tersebut, seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan juga teknologi dalam produksi dan distribusi Obat dan Makanan saat ini dan di masa depan,

maka peningkatan kualitas pengawasan Obat dan Makanan merupakan sebuah kebutuhan yang harus terus dilakukan. Sumber daya manusia (SDM) yang terlibat dan bertanggung jawab dalam bisnis proses pengawasan Obat dan Makanan harus dipastikan profesionalitasnya dengan kualifikasi dan kompetensi yang baik untuk melakukan tugas pengawasan Obat dan Makanan. Selain itu, pengawasan Obat dan Makanan bukan hanya tugas pemerintah, tetapi juga tanggung jawab kita bersama. Industri harus memiliki komitmen untuk memastikan produk Obat dan Makanan yang dihasilkan dan dikonsumsi masyarakat telah memenuhi standar dan terjamin keamanan, khasiat, dan mutunya. Masyarakat juga harus lebih sadar dalam memilih produk yang sudah terjamin keamanannya dan mendukung kebijakan pengawasan untuk melindungi kita dari produk Obat dan Makanan yang tidak memenuhi syarat kesehatan. Dengan begitu, semua pihak akan berkontribusi dalam meningkatkan kesehatan masyarakat melalui jaminan keamanan, khasiat, dan mutu produk Obat dan Makanan yang beredar dan dikonsumsi oleh masyarakat.

Di masa depan, seiring dengan visi Indonesia Emas 2045, pengawasan Obat dan Makanan menjadi salah satu pilar utama untuk mendukung ketahanan dan pembangunan nasional di sektor kesehatan dan keamanan pangan. Untuk mewujudkan visi tersebut, berbagai tantangan dihadapi dalam program pengawasan Obat dan Makanan seiring pesatnya perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan di bidang Obat dan Makanan, serta dinamika perdagangan global. Inovasi dalam industri, seperti penerapan *smart* dan *green technology*, serta bioteknologi telah menghasilkan produk-produk dengan formulasi yang lebih canggih,

sehingga memerlukan metode pengawasan yang lebih ketat dan mendetail. Selain itu, tren penjualan Obat dan Makanan daring melalui *e-commerce* dan platform digital, serta semakin maraknya perdagangan lintas negara membuat pengawasan terhadap peredaran produk ilegal dan produk yang tidak memenuhi standar menjadi semakin sulit. Potensi pemanfaatan celah regulasi di berbagai perbatasan juga dapat dimanfaatkan oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Perkembangan teknologi digital juga membawa tantangan tersendiri dalam pengawasan Obat dan Makanan. Penggunaan *big data* sebagai basis pemantauan, misalnya, membutuhkan adanya integrasi data dalam jumlah besar dari berbagai sumber, dukungan infrastruktur digital yang andal, serta ketersediaan SDM pengawas yang memiliki kemampuan analisis data secara mendalam. Tantangan lain yang juga cukup signifikan adalah keterbatasan infrastruktur pengawasan, terutama dalam hal pemerataan sarana dan prasarana di berbagai wilayah yang semakin diperburuk oleh ketidaksesuaian implementasi regulasi antara pemerintah pusat dan daerah sehingga menciptakan ketimpangan serta celah dalam sistem pengawasan. Selain aspek regulasi, risiko keamanan produk juga menjadi perhatian utama, terutama dengan meningkatnya ancaman bioterrorisme akibat semakin terbukanya perdagangan internasional yang memungkinkan pihak-pihak tertentu memanfaatkan kelemahan regulasi di berbagai negara untuk memasukkan produk berbahaya ke pasar.

Tantangan lainnya datang dari rendahnya tingkat literasi masyarakat mengenai standar keamanan produk Obat dan Makanan, menyebabkan kurangnya kesadaran serta rendahnya sikap kritis dalam memilih produk Obat dan

Makanan yang aman untuk dikonsumsi. Di sisi lain, keterbatasan anggaran dan SDM pengawas juga menjadi faktor penghambat dalam upaya memperkuat sistem pengawasan, mengingat keberhasilan pengawasan yang efektif membutuhkan dukungan finansial yang memadai serta SDM pengawas yang kompeten, *expert*, dan terlatih. Oleh karena itu, untuk menghadapi berbagai tantangan tersebut, diperlukan sinergi dan kolaborasi yang lebih erat antara berbagai pihak dan berbagai lembaga terkait, serta partisipasi aktif dari masyarakat guna memastikan bahwa produk Obat dan Makanan yang beredar di pasaran aman, bermutu, dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pada akhirnya, pengawasan yang dilakukan dapat memberikan perlindungan kesehatan terhadap masyarakat, serta keselamatan konsumen, saat ini maupun di masa depan.

Seiring dengan perkembangan teknologi digital, perlu dibangun dan dikembangkan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan untuk dapat menghadapi berbagai tantangan pengawasan di masa depan. *Smart system* dengan sistem pengawasan yang lebih modern, efisien, terintegrasi, dan berbasis teknologi menjadi kebutuhan untuk menjawab tantangan pengawasan yang semakin kompleks. Dengan meningkatnya inovasi dalam produk Obat dan Makanan, serta semakin luasnya distribusi global, *smart system* pengawasan akan mampu mendeteksi risiko secara cepat dan akurat, serta memutuskan penanganan dan tindak lanjut sebelum risiko keamanan produk berdampak signifikan terhadap penurunan kesehatan masyarakat maupun daya saing bangsa. Teknologi cerdas seperti *artificial intelligence*, *machine learning*, *big data*, *blockchain*, dan *internet of things* menjadi kunci dalam membangun *smart system* pengawasan

Obat dan Makanan yang lebih transparan, responsif, dan terpercaya. *Artificial intelligence* dan *machine learning* dapat digunakan untuk menganalisis pola risiko, mendeteksi potensi pelanggaran, serta meningkatkan akurasi dalam pengambilan keputusan. Sementara itu, *blockchain* mampu melakukan pengawasan di sepanjang rantai pasok dengan transparan, mencegah pemalsuan produk, serta memastikan keaslian dan kualitas bahan baku. *Internet of things* juga memungkinkan pemantauan produk secara *real-time*, mulai dari proses produksi hingga distribusi, sehingga pengawasan menjadi lebih baik. Namun, membangun *smart system* pengawasan tidak hanya bergantung pada teknologi, tetapi juga memerlukan penguatan regulasi, riset berkelanjutan, serta pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan yang profesional, *expert*, dan kompeten. Diperlukan kebijakan yang adaptif terhadap perkembangan teknologi, investasi dalam inovasi pengawasan, serta pelatihan SDM pengawas untuk penguatan kemampuan teknis, *soft-skills* maupun *skills* di bidang teknologi dan analisis data pengawasan.

Penyiapan dan pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan yang kompeten dan profesional menjadi kunci dalam memastikan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan terlaksana dengan baik. Seiring dengan inovasi di bidang Obat dan Makanan serta semakin kompleksnya tantangan pengawasan, SDM pengawas harus memiliki kemampuan yang tidak hanya terbatas pada pemahaman regulasi, tetapi juga penguasaan teknologi canggih seperti *artificial intelligence*, *machine learning*, *big data*, *blockchain*, dan *internet of things*. Teknologi ini menjadi kunci dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kecepatan pengawasan berbasis risiko. Oleh karena itu, selain kemampuan teknis

dalam melakukan pengawasan, penguatan SDM pengawas harus difokuskan pada peningkatan kompetensi digital, penguasaan perkembangan ilmu terbaru, keterampilan analitis yang tajam, serta kemampuan mengolah dan menafsirkan data untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat. Upaya penguatan SDM pengawasan Obat dan Makanan tersebut dapat diwujudkan melalui program pelatihan berkelanjutan, pengembangan spesialisasi pengawas dengan sertifikasi kompetensi, serta peningkatan kapasitas dalam memahami dan menerapkan regulasi berbasis bukti (*evidence-based policy*). Selain itu, diperlukan sistem pembelajaran terintegrasi, kolaboratif, serta adaptif dan dinamis agar SDM pengawas dapat terus berkembang sesuai dengan perubahan regulasi dan kebutuhan pengawasan di masa depan. Kolaborasi antara pemerintah, akademisi, industri, dan lembaga penelitian juga penting dalam menciptakan SDM pengawas yang andal dan berdaya saing. Dengan SDM pengawas yang unggul dan berorientasi pada inovasi, Indonesia dapat membangun *smart system* pengawasan Obat dan Makanan yang modern, transparan, dan efektif berbasis teknologi sehingga tidak hanya mampu melindungi kesehatan masyarakat, tetapi juga mendukung daya saing industri nasional di tingkat global.

Di era Revolusi Industri 4.0 dan *Society* 5.0 dengan transformasi teknologi dan globalisasi yang semakin kompleks, peran SDM pengawas tidak hanya sebatas menjalankan regulasi, tetapi juga menjadi garda terdepan dalam mendeteksi, menganalisis, serta menangani risiko kesehatan yang diakibatkan oleh konsumsi Obat dan Makanan. Untuk mewujudkan hal tersebut, SDM pengawas harus memiliki kompetensi teknis pengawasan yang tinggi

dan memiliki spesialisasi mendalam dalam berbagai fungsi pengawasan, termasuk standardisasi, penilaian, pemeriksaan, penindakan, pengujian, hingga penyuluhan Obat dan Makanan. Selain itu, keahlian dalam bidang kritis seperti surveilan, farmakovigilans, analisis risiko, dan digital forensik menjadi kebutuhan mutlak guna menghadapi tantangan pengawasan di masa depan melalui sistem pengawasan berbasis risiko. Dengan dukungan kapasitas digital yang kuat, kemampuan manajerial yang adaptif, serta *soft skills* yang baik, SDM pengawasan Obat dan Makanan akan mampu menjalankan tugasnya secara efektif dalam ekosistem pengawasan yang semakin berbasis teknologi. Oleh karena itu, membangun SDM pengawas yang unggul oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) dengan kualifikasi dan standar level global adalah langkah strategis yang tidak dapat diabaikan, agar BPOM tetap mampu menjalankan perannya secara optimal dalam melindungi kesehatan masyarakat dari produk Obat dan Makanan yang tidak memenuhi syarat dan meningkatkan daya saing bangsa di tingkat global.

Untuk dapat mengimplementasikan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan, didukung dengan SDM pengawasan Obat dan Makanan yang profesional, *expert*, dan kompeten, dikembangkan peta jalan pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan menuju tahun 2045 yang terdiri dari empat fase utama. Fase pertama (2025-2030) berfokus pada konsolidasi regulasi dan digitalisasi sistem pengawasan serta peningkatan kompetensi dasar SDM pengawas dengan teknologi modern seperti *artificial intelligence*, *blockchain*, dan *big data*. Fase kedua (2031-2035) diarahkan pada implementasi penuh *smart system* pengawasan Obat dan Makanan, penguatan kapasitas

laboratorium dengan metode pengujian canggih, serta pengembangan spesialisasi SDM pengawas melalui sertifikasi kompetensi sesuai dengan fungsi pengawasan. Fase ketiga (2036-2040) menargetkan SDM pengawasan Obat dan Makanan berstandar global yang mampu menguasai teknologi mutakhir, termasuk teknologi *quantum computing* dan *artificial intelligence* tingkat lanjut, serta penguatan peran global Indonesia dalam pengawasan Obat dan Makanan. Fase keempat (2041-2045) akan mencapai puncak implementasi dengan sistem pengawasan yang sepenuhnya terintegrasi secara digital dan dikelola oleh SDM pengawas dengan keahlian spesifik yang diakui secara internasional. Untuk melaksanakan seluruh fase pada peta jalan tersebut, direkomendasikan untuk dilakukan penguatan sistem dan kebijakan pengawasan berbasis risiko dan data sains, implementasi *smart system* pengawasan berbasis digital terintegrasi, peningkatan kapasitas laboratorium pengujian di seluruh wilayah, serta pengembangan SDM pengawas melalui pelatihan dan peningkatan kompetensi spesialis dengan sertifikasi kompetensi, baik nasional maupun global. Strategi tersebut didukung kolaborasi lintas sektor bersama akademisi, industri, masyarakat, dan lembaga internasional, serta optimalisasi infrastruktur dan pendanaan guna menjamin efektivitas sistem pengawasan.

Dengan pendekatan yang sistematis dan mudah dipahami, buku ini mengajak semua pihak untuk bersama-sama mendukung penguatan SDM pengawasan Obat dan Makanan Indonesia, mendukung peningkatan kualitas sistem pengawasan nasional dengan *smart system* pengawasan yang modern berbasis teknologi mutakhir dan berstandar global demi mewujudkan Indonesia yang sehat, sejahtera, dan

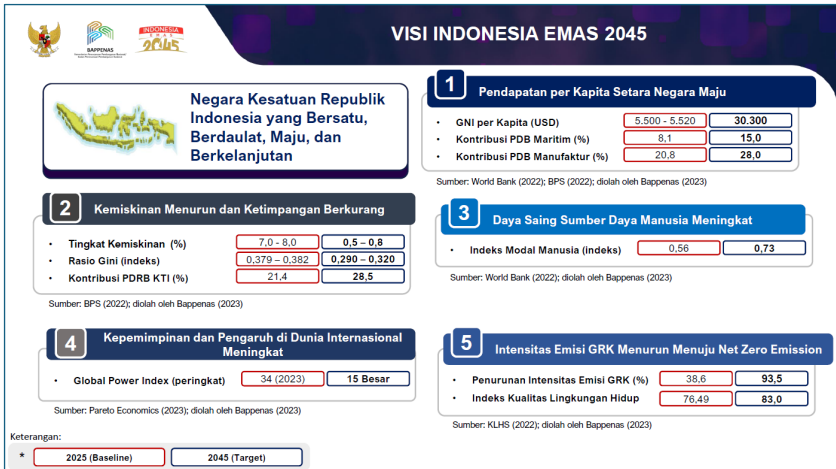
unggul di kancah dunia. Pada akhirnya, dengan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan, didukung dengan SDM pengawas yang profesional, kompeten, dan memiliki *expertise* di bidangnya akan mendukung terwujudnya cita-cita besar Bangsa Indonesia untuk menjadi negara maju dengan masyarakat sejahtera, ekonomi kuat, dan daya saing global di tahun 2045.

BAB 1

Melihat ke Depan: SDM dan Pengawasan Obat dan Makanan Tahun 2045

1.1 Pengawasan Obat dan Makanan Tahun 2045

Pengawasan Obat dan Makanan tahun 2045 diarahkan untuk menjadi sistem yang modern, terintegrasi, dan berbasis teknologi digital guna menjawab tantangan global dan nasional di era transformasi, mendukung perencanaan pembangunan jangka panjang nasional Indonesia. Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 59 Tahun 2024 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional Tahun 2025-2045, perencanaan pembangunan jangka panjang Indonesia disusun untuk mewujudkan Visi Indonesia Emas 2045, yaitu mewujudkan Negara Kesatuan Republik Indonesia yang Bersatu, Berdaulat, Maju, dan Berkelanjutan sebagaimana dalam Gambar 1. Visi tersebut akan dicapai melalui peningkatan pendapatan per kapita masyarakat Indonesia yang ditargetkan setara negara maju, penurunan kemiskinan dan ketimpangan, peningkatan daya saing Sumber Daya Manusia (SDM), kepemimpinan dan pengaruh global Indonesia, serta perwujudan kualitas lingkungan hidup dengan target menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Pembangunan jangka panjang Indonesia juga diharapkan mampu menciptakan masyarakat Indonesia yang maju, sejahtera, dan berdaya saing global.



Sumber: Bappenas, 2024

Gambar 1. Visi Indonesia Emas 2045

Peningkatan daya saing SDM melalui pembangunan manusia Indonesia menjadi salah satu prioritas utama dalam pembangunan jangka panjang Indonesia. Peningkatan kualitas manusia Indonesia merupakan bagian dari transformasi sosial untuk menciptakan manusia Indonesia unggul. Transformasi sosial sendiri memiliki tujuan untuk meningkatkan kualitas kehidupan manusia pada seluruh siklus kehidupan melalui pemenuhan kesehatan untuk semua, pendidikan berkualitas yang merata, serta perlindungan sosial yang adaptif guna menciptakan masyarakat yang lebih sejahtera, adil, dan kohesif (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2024). Dalam bidang kesehatan, kebijakan diarahkan pada pencegahan penyakit dan penguatan sistem kesehatan berbasis teknologi untuk menjangkau seluruh lapisan masyarakat. Untuk mewujudkan hal tersebut, pengawasan Obat dan Makanan memiliki peran signifikan, utamanya dalam menjamin keamanan, khasiat,

dan mutu produk Obat dan Makanan yang beredar dan dikonsumsi masyarakat, sekaligus mendukung peningkatan kualitas dan daya saing produk Obat dan Makanan hasil produksi Indonesia. Selain itu, pembangunan di bidang pangan diharapkan dapat menjadi bagian dari upaya super prioritas untuk peningkatan ketahanan energi dan air, serta kemandirian menuju kedaulatan pangan nasional melalui pendekatan terpadu FEW (*food, energy, water*) Nexus (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2024). Dengan perkembangan teknologi canggih di era transformasi, kebijakan pengawasan Obat dan Makanan menekankan pada penguatan sistem pengawasan berbasis teknologi modern seperti *artificial intelligence, machine learning, big data, internet of things*, dan *blockchain*. Untuk menjawab tuntutan tersebut, maka pengembangan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan dengan SDM dan teknologi sebagai pilar menjadi pilihan yang tepat untuk diterapkan mendukung pelaksanaan perencanaan jangka panjang nasional Indonesia.

1.1.1 Tantangan Pengawasan Obat dan Makanan

Penguatan dan peningkatan kualitas pengawasan Obat dan Makanan melalui pembangunan *smart system* pengawasan menghadapi berbagai tantangan yang tidak mudah. Tantangan semakin kompleks apabila memperhatikan harapan terhadap kualitas pengawasan Obat dan Makanan dalam perencanaan jangka panjang Nasional Indonesia sebagaimana tertuang dalam Undang-Undang Nomor 59 Tahun 2024 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional Tahun 2025-2045. Mulai dari meningkatnya kompleksitas produk industri sebagai dampak

dari inovasi, juga penerapan *smart and green technology*, serta bioteknologi dalam pengembangan produk. Selain itu, harapan untuk mendorong integrasi dan aplikasi hasil penelitian bioteknologi di sektor komersial melalui skema *triple helix* dan pemberian insentif yang diperlukan juga menjadi tantangan dalam pengawasan Obat dan Makanan. Harapan lainnya yang harus dijawab melalui program pengawasan Obat dan Makanan adalah terkait penyiapan komponen pendukung bioekonomi. Penyiapan dalam hal ini termasuk dalam hal pemerataan infrastruktur, penyiapan SDM melalui pendidikan dan pelatihan, serta pasokan bahan baku yang berkualitas, cukup dan terjangkau untuk produk Obat dan Makanan dalam negeri. Selain itu, diperlukan dukungan untuk meningkatkan nilai tambah bioekonomi di sepanjang rantai produksi dan distribusi di dalam negeri, terintegrasi untuk meningkatkan ekspor produk bioekonomi yang kompleks dan bernilai tambah tinggi. Berbagai harapan dalam arah kebijakan perencanaan jangka panjang Nasional Indonesia tersebut menghadirkan tantangan tersendiri dalam pengawasan Obat dan Makanan, baik saat ini maupun di masa depan.

Tantangan pertama dalam pengawasan adalah kompleksitas produk Obat dan Makanan akibat perkembangan teknologi dan inovasi di bidang farmasi dan pangan menyebabkan produk Obat dan Makanan menjadi semakin beragam dan kompleks. Produk berbasis bioteknologi, makanan fungsional, obat-obatan personalisasi berbasis genom, dan bahan aktif baru menuntut pengawasan yang lebih spesifik dan multidisiplin. Selain itu, tren penjualan produk melalui *e-commerce* dan peredaran produk lintas negara menambah tantangan dalam pengawasan, terutama

terhadap pengawasan produk ilegal dan yang tidak memenuhi standar. Dibutuhkan regulasi yang adaptif dan efektif untuk memastikan keamanan, kualitas, dan mutu produk sediaan farmasi yang beredar di masyarakat (Q. Liu & Zhu, 2021). Berbagai tantangan tersebut memerlukan SDM pengawasan yang tidak hanya terlatih dengan baik, tetapi juga kompeten dan dapat beradaptasi dengan lanskap regulasi obat yang terus berkembang. SDM pengawasan dengan profil kompetensi tinggi yang mencakup keahlian dalam analisis bioteknologi, bioinformatika, kimia analitik, dan regulasi internasional diperlukan untuk dapat melakukan pengawasan secara efektif. Kemampuan dalam pemanfaatan teknologi modern seperti *artificial intelligence*, *blockchain*, dan *big data analytics* juga menjadi kebutuhan mendesak untuk dimiliki SDM pengawasan Obat dan Makanan. Selain itu, SDM pengawasan harus memiliki pemahaman mendalam tentang standar global, seperti WHO dan Codex Alimentarius untuk memastikan keselarasan regulasi di dalam negeri dan pengawasan yang efektif.

Perkembangan teknologi digital juga menjadi tantangan dalam pengawasan Obat dan Makanan ke depan. Transformasi digital merupakan kebutuhan yang tidak dapat dihindari dalam menyiapkan Indonesia Emas 2045. Perubahan teknologi yang mencakup percepatan otomatisasi di sebagian besar aktivitas industri, seperti *nanotechnology*, *blockchain*, robotika cerdas, *big data*, *internet of things*, *artificial intelligence*, *machine learning*, dan teknologi imersif diprediksi akan semakin mewarnai industri Obat dan Makanan. Selain itu digitalisasi yang mendukung konektivitas, pengembangan bahan baku, rekayasa genetik dan bioteknologi juga diperkirakan akan terus berkembang di masa depan.

Teknologi dalam hal ini termasuk teknologi lanjutan dari *additive manufacturing*, seperti 3D printing, *rapid prototyping*, *powder bed system*, dan teknologi lainnya. Inovasi mesin multifungsi yang mengintegrasikan proses produksi komponen dan produk akhir juga diperkirakan akan terus berkembang di masa depan dan menjadi tantangan dalam pengawasan apabila berbagai teknologi tersebut diadopsi dalam industri Obat dan Makanan. Dalam rangka menjaga keberlangsungan dan keberlanjutan, teknologi terkait dengan teknologi hijau, termasuk untuk penyediaan energi baru terbarukan juga semakin dibutuhkan di masa depan. Berbagai teknologi tersebut menghadirkan peluang besar untuk meningkatkan efektivitas pengawasan berbasis risiko, sekaligus membawa tantangan yang signifikan jika tidak menguasai berbagai teknologi canggih tersebut.

Sistem pengawasan berbasis *big data* memerlukan integrasi data masif dari berbagai sumber, menuntut infrastruktur digital yang handal serta keahlian dalam analisis data. *Blockchain* dapat digunakan untuk menelusur distribusi produk secara transparan, tetapi membutuhkan kesiapan teknologi dan keterampilan operasional SDM pengawasan Obat dan Makanan. Di sisi lain, digitalisasi juga meningkatkan risiko keamanan siber, sehingga SDM pengawasan perlu memiliki kompetensi di bidang keamanan data dan pengelolaan sistem informasi. Selain itu, adaptasi terhadap teknologi baru membutuhkan program pelatihan dan pembelajaran yang berkelanjutan untuk memastikan SDM pengawasan tidak hanya mampu menggunakan teknologi, tetapi juga dapat memaksimalkan manfaatnya dalam mengidentifikasi risiko, mendeteksi pelanggaran, dan mempercepat pengambilan keputusan. Dengan integrasi

teknologi yang optimal dan dukungan SDM yang kompeten, pengawasan Obat dan Makanan dapat berjalan lebih efektif dan efisien, serta akurat di masa depan.

Tantangan selanjutnya adalah keterbatasan infrastruktur dalam pengawasan Obat dan Makanan. Saat ini, distribusi laboratorium modern yang dapat mendukung pengujian Obat dan Makanan secara akurat masih belum merata, terutama di daerah terpencil dan perbatasan. Laboratorium dengan teknologi canggih seperti analisis genomik, spektrometri massa, dan metode deteksi cepat sering kali hanya tersedia di pusat atau daerah tertentu, sementara pengawasan di daerah mengandalkan fasilitas yang minim. Hal ini mengakibatkan keterbatasan dalam mendeteksi produk ilegal atau tidak memenuhi standar di daerah-daerah dengan risiko tinggi. Selain itu, infrastruktur digital untuk mendukung *smart system* pengawasan berbasis data juga masih belum terintegrasi sepenuhnya, sehingga mempersulit koordinasi antar wilayah. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan investasi dalam modernisasi laboratorium dan perluasan infrastrukturnya ke seluruh wilayah Indonesia. Selain itu, pengembangan infrastruktur digital yang terintegrasi, termasuk *platform* berbasis *cloud* untuk berbagi data, sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengawasan. SDM pengawasan yang kompeten dalam mengoperasikan teknologi modern juga menjadi kebutuhan mendesak apabila pemenuhan infrastruktur dilakukan untuk mengoptimalkan pemanfaatan infrastruktur pengawasan. Dengan infrastruktur yang memadai, pengawasan Obat dan Makanan dapat dilakukan secara lebih merata, cepat, dan andal di seluruh Indonesia.

Perubahan regulasi dan standar internasional yang cenderung sering terjadi seiring perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan menjadi tantangan dalam upaya pengawasan Obat dan Makanan menuju Indonesia Emas 2045. Globalisasi perdagangan membuat Indonesia perlu memastikan bahwa produk Obat dan Makanan dalam negeri tidak hanya memenuhi standar nasional, tetapi juga memenuhi dan mampu bersaing dengan standar internasional seperti WHO, Codex Alimentarius, ISO, dan regulasi dari negara-negara mitra dagang utama. Harmonisasi regulasi ini penting untuk menjaga kepercayaan pasar internasional sekaligus mencegah masuknya produk yang tidak memenuhi standar ke Indonesia. Meskipun demikian, tantangan utama terletak pada ketidakseragaman implementasi regulasi di tingkat daerah dan pusat, yang sering kali menyebabkan celah dalam pengawasan. Selain itu, kecepatan perubahan teknologi dalam produksi Obat dan Makanan memaksa regulasi untuk terus diperbarui agar tetap relevan. Keterlambatan adaptasi terhadap regulasi baru tidak hanya membebani BPOM, tetapi juga menghambat pelaku industri yang harus menyesuaikan proses produksi dan meningkatkan daya saing. Oleh karena itu, diperlukan penguatan kapasitas SDM pengawasan Obat dan Makanan dalam memahami dan mengimplementasikan regulasi global serta peningkatan komunikasi lintas lembaga untuk mempercepat harmonisasi regulasi.

Dalam menjamin keamanan produk Obat dan Makanan yang beredar, tantangan yang penting untuk dikelola adalah risiko keamanan produk. Perbagai tantangan pengawasan yang tidak dikelola dengan baik, serta perubahan regulasi yang belum optimal implementasinya sering kali berkontribusi

pada meningkatnya risiko keamanan produk Obat dan Makanan, termasuk peredaran produk ilegal, produk palsu, dan produk dengan kandungan bahan berbahaya. Tren global seperti penggunaan bahan baru, termasuk zat sintesis atau *cannabinoid* menambah kompleksitas pengawasan karena memerlukan metode pengujian yang canggih dan tenaga ahli yang kompeten. Ancaman *bioterrorism* juga menjadi perhatian serius, terutama dengan meningkatnya perdagangan produk lintas negara yang memanfaatkan kelemahan regulasi di perbatasan. Selain itu, peredaran produk melalui *e-commerce* menciptakan tantangan baru dalam mendeteksi produk berbahaya, karena banyak transaksi yang tidak tercatat secara resmi. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan sistem deteksi dini yang berbasis teknologi, peningkatan kapasitas laboratorium untuk analisis mendalam, serta penguatan regulasi di sektor perdagangan digital. BPOM juga harus bekerja sama dengan *platform e-commerce* untuk memonitor dan mencegah penjualan produk ilegal. Di sisi lain, sosialisasi dan edukasi kepada konsumen terkait bahaya produk tidak aman juga menjadi langkah strategis untuk memitigasi risiko ini.

Pengawasan Obat dan Makanan juga membutuhkan keterlibatan aktif dari masyarakat sebagai konsumen, pihak yang memiliki kewenangan terakhir untuk memutuskan akan mengonsumsi atau tidak Obat atau Makanan yang sudah ada di tangan konsumen. Meskipun masyarakat memiliki peran krusial dalam menjamin kesehatan masyarakat melalui produk Obat dan Makanan yang dikonsumsi, peran masyarakat dalam pengawasan Obat dan Makanan sering kali masih diabaikan. Masyarakat sebagai konsumen dapat dianggap sebagai garis depan dalam deteksi produk ilegal

atau tidak aman. Tingkat literasi konsumen terhadap standar keamanan produk Obat dan Makanan masih rendah, yang menyebabkan masyarakat kurang kritis terhadap produk yang mereka konsumsi. Hal ini sering dimanfaatkan oleh pihak-pihak tidak bertanggung jawab untuk mendistribusikan produk dengan kualitas rendah atau bahkan berbahaya. Untuk mewujudkan pengawasan Obat dan Makanan yang berkualitas, keterlibatan masyarakat perlu diperkuat melalui program edukasi berbasis teknologi, seperti kampanye pada *platform* digital, webinar, atau aplikasi edukasi interaktif. Program ini harus dirancang untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya membaca label, memahami nomor izin edar produk, dan melaporkan produk bermasalah melalui mekanisme pengaduan yang mudah diakses. Selain itu, BPOM perlu mengintensifkan kemitraan dengan komunitas lokal untuk membangun jejaring kerja pengawasan berbasis masyarakat, terutama di daerah terpencil yang sulit dijangkau. SDM pengawasan Obat dan Makanan yang bertugas untuk meningkatkan kesadaran dan keterlibatan masyarakat dalam pengawasan perlu memiliki kompetensi komunikasi yang kuat, pemahaman mendalam tentang literasi keamanan produk, dan kemampuan menyusun strategi dan program edukasi yang efektif. Selain itu, SDM pengawasan juga harus mampu memanfaatkan teknologi informasi untuk meningkatkan keterlibatan publik dalam pengawasan. Pelatihan SDM dalam strategi komunikasi digital dan pendekatan berbasis komunitas menjadi penting untuk memastikan bahwa program edukasi dapat menjangkau seluruh lapisan masyarakat. Selain itu, SDM perlu membangun dan mengelola jejaring kerja pengawasan berbasis masyarakat, terutama di daerah terpencil, untuk memperluas cakupan pengawasan

secara signifikan. Dengan keterlibatan masyarakat yang aktif, pengawasan dapat dilakukan secara lebih efektif, komprehensif, dan berkelanjutan.

Pengawasan yang efektif membutuhkan dukungan pendanaan dan sumber daya yang cukup. Hal ini menjadi tantangan tersendiri dalam pengawasan Obat dan Makanan. Keterbatasan anggaran dan sumber daya menjadi penghalang utama dalam penguatan sistem pengawasan Obat dan Makanan. Modernisasi infrastruktur, seperti pembangunan laboratorium pengujian berteknologi tinggi di seluruh wilayah Indonesia membutuhkan investasi besar. Hal ini belum termasuk biaya untuk pengadaan peralatan canggih seperti spektrometri massa, kromatografi cair, dan teknologi deteksi berbasis genomik. Selain itu, pengembangan *smart system* pengawasan berbasis digital memerlukan anggaran signifikan untuk pengadaan infrastruktur teknologi informasi, pengembangan kompetensi SDM, dan pemeliharaan sistem. Keterbatasan anggaran juga berdampak pada program pengembangan dan retensi SDM, terutama pada unit yang kekurangan tenaga ahli. Untuk menghadapi tantangan ini, strategi efisiensi anggaran perlu dilakukan, termasuk melalui optimalisasi program pengawasan berbasis digital yang dapat menjangkau lebih banyak wilayah dengan biaya lebih rendah. Kolaborasi dengan sektor swasta dan mitra internasional juga perlu diperluas untuk mendukung pendanaan proyek-proyek strategis. Selain itu, pemerintah perlu memberikan prioritas lebih tinggi pada pengawasan Obat dan Makanan dalam alokasi anggaran negara, mengingat dampaknya yang signifikan terhadap kesehatan masyarakat dan kepercayaan publik. Untuk melaksanakan agenda kebijakan tersebut, pengawasan membutuhkan SDM

yang kompeten dalam manajemen anggaran dan pengembangan strategi efisiensi biaya. SDM dalam hal ini juga harus memiliki kemampuan untuk mengelola proyek infrastruktur besar, seperti pembangunan laboratorium atau pengembangan sistem digital yang membutuhkan kemampuan perencanaan jangka panjang. Selain itu, SDM perlu diberikan kemampuan dalam penggalangan dana dan pengembangan kemitraan strategis dengan sektor swasta maupun lembaga internasional untuk mendukung program pengawasan Obat dan Makanan.

Tantangan terakhir dalam pengawasan Obat dan makanan kaitannya dengan SDM pengawasan adalah kolaborasi dan sinergi antar lembaga. Efektivitas pengawasan Obat dan Makanan sangat bergantung pada kolaborasi yang erat antara BPOM dan lembaga lain, seperti Kementerian Kesehatan, Bea Cukai, unsur Penegak Hukum, serta Pemerintah Daerah. Kolaborasi dalam hal ini termasuk dengan lembaga internasional seperti WHO, OKI, atau lembaga pengawas dari negara lain. Namun, perbedaan prioritas, regulasi, dan kapasitas sering kali menjadi hambatan dalam menciptakan sinergi yang optimal. Misalnya, pengawasan di perbatasan memerlukan koordinasi antara BPOM, Bea Cukai, dan aparat penegak hukum, tetapi kurangnya sistem komunikasi yang terintegrasi sering kali memperlambat proses pengawasan. Di tingkat daerah, perbedaan pemahaman terhadap regulasi nasional juga menjadi kendala, yang menyebabkan ketidakkonsistenan dalam implementasi pengawasan. Untuk menghadapi tantangan ini, diperlukan pengembangan sistem komunikasi dan data yang terintegrasi, sehingga semua lembaga terkait dapat berbagi informasi secara *real-time*. Selain itu, forum koordinasi rutin antara BPOM dan mitra

strategis perlu diperkuat untuk membahas masalah dan solusi secara bersama-sama. Hubungan dengan pelaku industri juga harus ditingkatkan, tidak hanya untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi, tetapi juga untuk mendorong inovasi dalam memenuhi standar keamanan produk. Untuk meningkatkan kolaborasi BPOM dalam penguatan sistem pengawasan, dibutuhkan kompetensi manajemen hubungan antar lembaga, kemampuan diplomasi, dan pemahaman mendalam tentang tugas serta wewenang masing-masing pihak oleh SDM yang terlibat. Selain itu, kemampuan untuk bekerja dalam sistem berbasis data yang terintegrasi sangat penting, sehingga SDM juga perlu dilatih dalam pengelolaan data lintas lembaga. Program pelatihan yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan komunikasi lintas sektor dan kolaborasi global menjadi krusial, terutama untuk menghadapi tantangan pengawasan yang semakin kompleks. SDM juga harus mampu membangun kemitraan dengan sektor swasta untuk memastikan bahwa pengawasan berjalan secara sinergis dan berkelanjutan. Dengan sinergi yang kuat, pengawasan Obat dan Makanan dapat berjalan lebih efektif, efisien, dan sesuai regulasi maupun dengan standar global.

1.1.2 Pembangunan Jangka Panjang Indonesia bidang Pengawasan Obat dan Makanan

Pembangunan pengawasan Obat dan Makanan tahun 2045 bertujuan untuk mendukung peningkatan kualitas manusia Indonesia melalui transformasi sosial, yaitu menciptakan manusia Indonesia unggul melalui pembangunan manusia di seluruh siklus hidup (Pambudy, 2024). Manusia unggul Indonesia dapat terwujud jika didukung

dengan sistem kesehatan yang tangguh dan responsif. Sesuai dengan arah kebijakan perencanaan jangka panjang Nasional Indonesia 2045 sebagaimana tertuang dalam Undang-Undang Nomor 59 Tahun 2024 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional Tahun 2025-2045, kebijakan untuk mewujudkan sistem kesehatan yang tangguh dan responsif difokuskan pada penguatan keamanan dan ketahanan kesehatan melalui pencegahan, deteksi, serta respon cepat dan benar, terutama untuk kedaruratan kesehatan dan dampak perubahan iklim. Selain itu juga mendorong peningkatan kemandirian kefarmasian dalam negeri, khususnya kemandirian bahan baku obat kimia, produk biologi, vaksin, dan obat bahan alam, serta pengembangan ekosistem halal. Peningkatan kesehatan masyarakat juga dilakukan melalui penanggulangan permasalahan gizi makro dan mikro, percepatan penuntasan permasalahan stunting dan kelebihan gizi melalui peningkatan pola konsumsi pangan yang beragam, pengayaan zat gizi, dan jaminan gizi pada periode 1000 hari pertama kehidupan.

Perencanaan jangka panjang nasional Indonesia juga menekankan pada peningkatan nilai tambah pengolahan sumber daya alam hayati melalui pengembangan industri sektor bioteknologi dan bioekonomi sebagai sumber pertumbuhan ekonomi baru. Keanekaragaman sumber daya alam hayati Indonesia dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk dengan nilai tambah tinggi, terutama untuk sediaan farmasi, pangan, pakan, material, dan energi. Hal ini juga untuk mengurangi ketergantungan penggunaan sumber daya alam berbasis fosil dan meningkatkan pemanfaatan keanekaragaman hayati berkelanjutan. Sebagai contoh, dalam mendukung sumber pertumbuhan

ekonomi melalui pengembangan sektor bioekonomi, arah kebijakan difokuskan untuk mendorong peningkatan riset dasar dan terapan di bidang bioteknologi melalui penguatan ekosistem riset dan inovasi berkelanjutan. Selain itu juga mendorong integrasi dan aplikasi hasil penelitian bioteknologi di sektor komersial melalui skema *triple helix*. Pembangunan juga diharapkan dapat mendorong ekspor produk bioekonomi kompleks dan bernilai tambah tinggi.

Dengan kekayaan sumber daya yang dimiliki, Indonesia memiliki potensi untuk menjadi negara besar di tahun 2045 (Gambar 2). Potensi tersebut termasuk potensi perekonomian syariah nasional, didukung dengan ekosistem industri halal utamanya makanan minuman, fesyen muslim, industri kosmetik dan obat-obatan, serta pariwisata dan ekonomi kreatif yang mencakup bahan baku halal, penguatan rantai nilai industri, kewirausahaan dan UMKM industri halal. Berbagai potensi tersebut hanya dapat dioptimalkan jika Indonesia memiliki manusia unggul dan berkualitas untuk menjadikan potensi tersebut sebagai bahan bakar dan pendorong pembangunan. Manusia unggul hanya dapat diwujudkan dengan dukungan asupan gizi dan kesehatan yang optimal, disamping pendidikan dan juga dukungan sosial masyarakat, termasuk dukungan keluarga dalam bertumbuh kembang. Dalam hal ini, Obat dan Makanan yang aman, berkhasiat, dan bermutu menjadi kebutuhan mutlak yang harus dipenuhi sehingga dibutuhkan pengawasan Obat dan Makanan yang berkualitas di Indonesia.

Pengawasan Obat dan Makanan jangka panjang Indonesia dilakukan melalui *smart system* pengawasan yang modern, berintegritas, dan terintegrasi berbasis teknologi untuk mendukung terwujudnya visi masyarakat yang sehat,

produktif, dan berdaya saing global pada tahun 2045. Dalam visi besar ini, melalui *smart system* pengawasan Obat dan Makanan berkomitmen untuk memastikan setiap produk Obat dan Makanan yang beredar di pasaran aman, berkhasiat, dan bermutu, serta sesuai dengan standar nasional maupun internasional. Pengawasan tidak hanya berfokus pada perlindungan konsumen dari produk ilegal atau berbahaya, tetapi juga mendukung inovasi industri dalam menciptakan produk yang berkualitas tinggi dan kompetitif di pasar global. *Smart system* pengawasan dengan memanfaatkan teknologi canggih dengan pengawasan dilakukan berbasis risiko menjadi landasan utama untuk mengoptimalkan efisiensi, kecepatan, dan akurasi proses pengawasan. Selain itu, tujuan ini mencakup penguatan kolaborasi lintas lembaga dan keterlibatan aktif masyarakat sebagai mitra strategis dalam deteksi dini, edukasi, dan pelaporan produk bermasalah. Secara keseluruhan, pengawasan Obat dan Makanan jangka panjang Indonesia diarahkan untuk mendukung tercapainya visi Indonesia Emas 2045, dengan jaminan kesehatan masyarakat menjadi fondasi kuat bagi pembangunan bangsa yang inklusif, inovatif, dan berkelanjutan.



Sumber: Bappenas, 2024

Gambar 2. Potensi Indonesia 2045

Dengan visi besar pengawasan Obat dan Makanan 2045, pengawasan dilakukan salah satunya untuk mendukung peningkatan kualitas produk Obat dan Makanan yang akhirnya mendukung daya saing nasional Indonesia bidang industri pengolahan sub industri Obat dan Makanan. Industri pengolahan di Indonesia ditargetkan terus mengalami peningkatan kontribusi terhadap PDB sampai 30% di tahun 2039 dan 28% pada tahun 2045 (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2024). Potensi Indonesia dengan kekayaan keanekaragaman hayati yang besar menjadi modal dasar pembangunan berkelanjutan sekaligus meningkatkan daya saing nasional. Sebagai salah satu negara megabiodiversitas, sebagaimana tertuang dalam Undang-Undang Nomor 59 Tahun 2024 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional Tahun 2025-2045, Indonesia memiliki potensi ekonomi yang besar, baik dari sektor kelautan yang mencapai sekitar Rp22.400 triliun per

tahun, maupun dari sektor lingkungan hidup dan kehutanan yang mencapai Rp220 triliun di tahun 2022. Selain itu, Indonesia mempunyai kekayaan bioprospeksi yang mencapai lebih dari 500 varietas sebagai kekayaan keragaman sumber pangan. Kekayaan bioprospeksi Indonesia mendukung tujuan pembangunan jangka panjang Indonesia melalui penelusuran sistematis, penelitian mendalam, dan teknologi yang mutakhir untuk menghasilkan produk obat-obatan, sumber pangan, kosmetik dan material baru. Sebagai contoh, senyawa aktif *drakorhodin* yang terdapat dalam buah jernang (*dragon blood*) merupakan salah satu jenis antosianin alami dengan potensi tinggi sebagai bahan baku farmasi berkualitas. Senyawa ini menunjukkan berbagai aktivitas biologis dan farmakologis penting, seperti antimikroba, antivirus, antitumor, dan sitotoksik. Nilai ekonominya sangat tinggi, dengan harga mencapai sekitar Rp46.400 per miligram, atau lebih dari Rp100 miliar per kilogram.

Dengan potensi pengembangan yang dimiliki Indonesia, dan juga perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bidang Obat dan Makanan di masa depan, pengembangan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan yang modern dan adaptif, didukung SDM pengawasan Obat dan Makanan yang profesional, kompeten, dan tangguh dengan teknologi canggih sebagai pengungkit (*enabler*) menjadi kebutuhan untuk dilakukan. Penguatan sistem pengawasan Obat dan Makanan selain dilakukan melalui optimalisasi teknologi, juga perluasan cakupan produk yang diawasi, termasuk pengawasan siber, surveilan, dan farmakovigilans. Pengawasan dilakukan melalui transformasi digital dengan memanfaatkan teknologi modern seperti *artificial intelligence*, *machine learning*, *big data*, *internet of things*, dan *blockchain*

untuk memastikan keamanan, manfaat, dan mutu produk di sepanjang rantai pasok sampai dikonsumsi oleh masyarakat. Transformasi digital dengan *smart system* pengawasan memungkinkan monitoring dan pelaporan *real-time*, analisis risiko dan deteksi potensi masalah yang lebih akurat, serta pemantauan kondisi produk secara terus-menerus dengan ketertelusuran yang baik selama proses produksi, distribusi, sampai diterima oleh konsumen. Selain pemanfaatan teknologi, pengembangan metoda analisis pengujian, dan inovasi menjadi pilar utama dalam mengembangkan metode pengujian baru dan pendekatan pengawasan yang lebih efisien, cepat, dan akurat. Pengembangan inovasi dan terobosan pengawasan menjadi kebutuhan untuk terus dilakukan seiring perkembangan produk inovatif, seperti *lab-grown food* dan *nutraceuticals*. Kolaborasi antara pemerintah, akademisi, lembaga riset, sektor industri, masyarakat, sampai media masa menjadi kebutuhan untuk memastikan metode yang dikembangkan relevan dan aplikatif.

Dengan tantangan yang dihadapi dalam pengawasan sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, dapat disampaikan bahwa program pengawasan Obat dan Makanan memerlukan penekanan pada beberapa aspek penting. Aspek-aspek tersebut antara lain penguatan sistem dan kebijakan pengawasan, transformasi teknologi mendukung *smart system* pengawasan, riset dan inovasi, serta pengembangan SDM yang berkompentensi tinggi.

1. Penguatan Sistem dan Kebijakan Pengawasan Obat dan Makanan

Penguatan sistem dan kebijakan difokuskan pada penguatan keamanan dan ketahanan kesehatan melalui perluasan cakupan pengawasan produk, termasuk

implementasi pengawasan siber, surveilan, dan farmakovigilan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan respons pengawasan terhadap dinamika perkembangan produk kesehatan dan makanan yang semakin kompleks. Kebijakan ini bertujuan menciptakan pengawasan yang lebih tangguh dengan cakupan produk yang lebih luas, mulai dari sediaan farmasi, makanan, hingga produk berbasis teknologi baru seperti *lab-grown food* dan *nutraceuticals*. Melalui pengawasan yang terintegrasi, masyarakat dapat lebih terlindungi dari risiko kesehatan yang mungkin timbul akibat produk Obat dan Makanan yang tidak memenuhi standar.

Untuk mendukung pengawasan yang efektif, infrastruktur juga akan diperkuat. Laboratorium pengujian Obat dan Makanan harus dilengkapi dengan alat canggih berbasis digital untuk mendeteksi bahan berbahaya dengan lebih cepat dan akurat, terintegrasi dengan sistem pengawasan lainnya untuk mempercepat pelaporan dan analisis lanjutan. Di sisi lain, regulasi harus diselaraskan dengan standar internasional seperti WHO dan Codex Alimentarius, sehingga produk Obat dan Makanan yang beredar di Indonesia dapat bersaing di pasar global. Penegakan hukum terhadap pelanggaran juga harus diperkuat, termasuk optimalisasi teknologi digital untuk mendukung bisnis proses penindakan Obat dan Makanan. Keberhasilan implementasi sistem dan kebijakan pengawasan memerlukan kolaborasi lintas sektor. Pemerintah dapat bekerja sama dengan produsen untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi, masyarakat untuk melaporkan produk bermasalah melalui aplikasi digital, akademisi dan peneliti untuk riset dan inovasi

pengawasan, serta lembaga internasional untuk berbagi data serta inovasi pengawasan. Selain itu, sistem surveilan dan farmakovigilan harus diperkuat untuk memantau konsumsi produk dan efek samping obat yang dikonsumsi masyarakat, sehingga risiko kesehatan dapat diantisipasi lebih awal. Penguatan sistem dan kebijakan pengawasan Obat dan Makanan diarahkan untuk menciptakan pengawasan yang responsif, berbasis teknologi, dan terintegrasi. Dengan pendekatan ini, diharapkan Indonesia dapat menjamin keamanan produk Obat dan Makanan yang beredar, meningkatkan kepercayaan masyarakat, dan mendukung ketahanan kesehatan nasional menuju Indonesia Emas 2045.

2. Transformasi Teknologi mendukung *Smart System* Pengawasan

Dalam perencanaan jangnan panjang nasional Indonesia 2045, ditekankan terkait perlunya integrasi teknologi canggih, seperti digitalisasi sistem pengawasan, penggunaan *big data* untuk analisis risiko, serta adopsi *internet of things artificial intelligence, machine learning*, termasuk *blockchain* untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengawasan. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pengawasan, tetapi juga memberikan transparansi yang lebih baik kepada masyarakat dan pelaku industri, mendukung upaya penelusuran produk (*traceability*) dan pengawasan produk dalam peredaran secara *real-time*. Dengan optimalisasi pemanfaatan teknologi akan mendukung implementasi *smart system* pengawasan Obat dan Makanan di Indonesia dengan melibatkan seluruh

stakeholders pengawasan, dengan teknologi sebagai pengungkit dan kolaborator di masa depan.

Smart system pengawasan Obat dan Makanan dimaksudkan untuk menggantikan metode pengawasan tradisional dengan teknologi digital yang canggih. Salah satu hal penting adalah digitalisasi sistem pengawasan, dengan kondisi seluruh proses pengawasan, mulai dari proses registrasi produk, pemeriksaan, termasuk inspeksi, sertifikasi, pemantauan, dan sampling, penindakan, pengujian, sampai pelaporan hingga tindakan korektif, dilakukan melalui *platform* digital. Sistem ini memungkinkan pengawasan yang lebih cepat, transparan, dan terintegrasi, baik untuk pemerintah, pelaku industri, maupun masyarakat. Pemanfaatan teknologi canggih berbasis *artificial intelligence* dan *machine learning*, dengan *internet of things* dan juga *big data* dan *blockchain* menjadi kebutuhan dalam *smart system* pengawasan. Teknologi tersebut juga dapat dioptimalkan untuk deteksi pola distribusi produk, memprediksi potensi risiko, dan memberikan rekomendasi berbasis bukti kepada regulator.

Laboratorium pengujian Obat dan Makanan juga harus dimodernisasi dengan peralatan berbasis robotika dan otomatisasi, dengan pelaporan berbasis digital. Dengan teknologi ini, proses pengujian dapat dilakukan lebih cepat dan akurat, sehingga mempercepat pengambilan keputusan dalam pengawasan. Selain itu, hasil pengujian laboratorium akan langsung terhubung ke sistem pusat secara digital untuk memastikan pelaporan dan alur kerja yang efisien. Keamanan data juga menjadi perhatian utama dalam transformasi digital, khususnya data hasil

pengawasan. Sistem pengawasan harus dilengkapi dengan protokol keamanan siber untuk melindungi data sensitif dari ancaman eksternal. Dengan enkripsi data dan pemantauan sistem secara berkala, informasi penting dapat terlindungi dengan baik. Dengan teknologi, pengawasan Obat dan Makanan akan menjadi lebih tangguh dan adaptif, mendukung keamanan produk yang beredar di masyarakat, serta memperkuat ketahanan kesehatan nasional menuju visi Indonesia Emas 2045.

3. Pengembangan Riset dan Inovasi Pengawasan

Untuk mendukung pengawasan Obat dan Makanan, peningkatan ekosistem riset dan inovasi di bidang pengawasan diperlukan sesuai dengan arah kebijakan dalam perencanaan jangka panjang nasional Indonesia. Fokus utama riset dan inovasi pengawasan adalah menghasilkan metode pengawasan baru yang terintegrasi dengan teknologi, inovasi pengujian berbasis teknologi, dan penelitian kolaboratif dengan akademisi maupun lembaga internasional di bidang pengawasan Obat dan Makanan. Hal ini penting untuk menciptakan solusi yang lebih efektif dan berkelanjutan dalam menjamin keamanan produk yang beredar di masyarakat.

Dunia kesehatan dan pangan terus berkembang dengan kemunculan produk-produk baru seperti *lab-grown food*, *nutraceuticals*, dan sediaan farmasi berbasis bioteknologi. Oleh karena itu, sistem pengawasan perlu beradaptasi dengan perkembangan melalui pendekatan berbasis riset dan inovasi, memastikan bahwa produk yang beredar aman, bermutu, bermanfaat, serta sesuai standar internasional. Untuk mewujudkan hal tersebut, dibutuhkan

pengembangan metode dan sistem pengawasan berbasis teknologi modern. Contohnya, pengembangan teknologi *artificial intelligence* dan *big data analytics* untuk mendeteksi pola risiko dalam distribusi produk, atau penggunaan *blockchain* untuk memastikan transparansi dan keaslian produk dalam rantai pasok. Selain itu, laboratorium pengujian produk harus dimodernisasi dengan peralatan canggih berbasis digital seperti robotika dan sistem otomatisasi untuk meningkatkan akurasi hasil uji.

Pengembangan riset juga melibatkan kerja sama dengan akademisi, lembaga riset, dan sektor industri. Kolaborasi ini penting untuk menciptakan inovasi yang relevan dan aplikatif. Melalui riset yang kolaboratif, regulator tidak hanya mampu mengawasi produk yang sudah ada, tetapi juga mempersiapkan pengawasan untuk produk inovatif yang akan datang. Inovasi dalam pengawasan juga mencakup penerapan teknologi *traceability* berbasis *blockchain*, yang memungkinkan setiap tahap perjalanan produk dari bahan baku hingga produk jadi dapat dipantau secara transparan. Hal ini penting untuk mencegah masuknya produk palsu atau ilegal ke pasar. Teknologi *internet of things* juga digunakan untuk pemantauan *real-time* terhadap kondisi penyimpanan dan distribusi produk, sehingga kualitas produk dapat terjaga hingga sampai ke konsumen.

Selain itu, riset juga perlu diarahkan pada pemanfaatan data besar (*big data*) untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based decision making*). Analisis data yang komprehensif memungkinkan regulator mendeteksi potensi risiko lebih awal dan

menyusun kebijakan yang lebih efektif. Dengan sistem pengawasan berbasis data ini, Indonesia dapat merespons perubahan dengan lebih cepat dan akurat. Untuk memastikan keberlanjutan inovasi, pembangunan ekosistem riset dan inovasi perlu dilakukan untuk mendukung pertukaran pengetahuan dan teknologi antara berbagai pemangku kepentingan. Melalui pengembangan riset dan inovasi, sistem pengawasan Obat dan Makanan di Indonesia tidak hanya akan mampu menghadapi tantangan saat ini tetapi juga mempersiapkan diri untuk menjawab tantangan masa depan. Dengan pendekatan berbasis riset, sistem pengawasan yang terbangun diharapkan mampu memastikan keamanan dan mutu produk secara menyeluruh, sekaligus mendukung ketahanan kesehatan nasional menuju Indonesia Emas 2045.

4. Penguatan Kompetensi dan Kualitas SDM pengawasan Obat dan Makanan

Penguatan SDM pengawasan Obat dan Makanan diarahkan pada peningkatan kompetensi digital, penguasaan perkembangan ilmu pengetahuan terkini di bidang Obat dan Makanan, penguasaan teknologi, dan kemampuan analitik untuk mendukung pengawasan yang lebih adaptif dan tangguh. Program ini mencakup pelatihan berkelanjutan dengan pendekatan yang adaptif, sertifikasi kompetensi, serta peningkatan kapasitas SDM dalam memahami regulasi berbasis bukti (*evidence-based policy*). Penguatan kompetensi dan kualitas SDM pengawasan Obat dan Makanan menjadi fokus penting dalam rencana pembangunan jangka panjang nasional Indonesia untuk meningkatkan

efektivitas pengawasan Obat dan Makanan. *Smart system* pengawasan yang modern dan berbasis teknologi memerlukan SDM yang tidak hanya memahami regulasi, tetapi juga mampu menguasai teknologi terkini dan beradaptasi dengan perkembangan zaman. Oleh karena itu, peningkatan kualitas SDM penawasan Obat dan Makanan diarahkan pada pembentukan tenaga pengawas yang kompeten, profesional, dan siap menghadapi tantangan global. Penguasaan teknologi canggih oleh SDM pengawas menjadi kebutuhan utama untuk mendukung *smart system* pengawasan. Dengan kemampuan tersebut, SDM pengawas akan lebih efisien dalam mendeteksi risiko produk, menganalisis data dari berbagai sumber, serta memantau distribusi obat dan makanan secara *real-time*. Selain itu, program sertifikasi keahlian (*expertise*) dengan spesialisasi khusus di bidang pengawasan Obat dan Makanan juga perlu diperluas untuk memastikan SDM pengawas memiliki standar kompetensi yang sesuai dengan praktik pengawasan internasional.

Tidak hanya itu, pembangunan kapasitas SDM pengawasan Obat dan Makanan juga mencakup peningkatan *soft skills*, seperti kemampuan komunikasi, kolaborasi lintas sektor, dan kepemimpinan, termasuk kemampuan berpikir analisis dan konseptual. SDM pengawas diharapkan mampu berperan sebagai fasilitator dan duta regulasi yang dapat menjembatani komunikasi antara pemerintah, industri, dan masyarakat. Peran ini penting untuk membangun kesadaran publik terhadap pentingnya keamanan Obat dan Makanan, serta memastikan kepatuhan pelaku usaha terhadap regulasi

yang berlaku. Peningkatan SDM pengawasan Obat dan Makanan juga perlu dilakukan secara terintegrasi dan melalui kolaborasi antar berbagai pemangku kepentingan, seperti perguruan tinggi, lembaga pelatihan, maupun masyarakat. Dengan peningkatan kompetensi dan kualitas SDM pengawasan Obat dan Makanan, sistem pengawasan di Indonesia akan menjadi lebih tangguh, responsif, dan terpercaya. SDM yang berkualitas akan mampu memanfaatkan teknologi modern, berinovasi dalam metode pengawasan, serta membangun kerja sama yang kuat dengan berbagai pemangku kepentingan. Hal ini menjadi kunci utama dalam mewujudkan *smart system* pengawasan yang mendukung ketahanan kesehatan nasional menuju Indonesia Emas 2045.

Perencanaan jangka panjang nasional Indonesia menempatkan program pengawasan Obat dan Makanan sebagai bagian penting dari upaya mewujudkan ketahanan kesehatan nasional melalui pembangunan manusia Indonesia unggul. Dengan penekanan pada penguatan sistem pengawasan melalui pembangunan *smart system* pengawasan, adopsi teknologi digital, riset dan inovasi, serta pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan, kebijakan ini diharapkan mampu menjawab tantangan pengawasan di era globalisasi dan teknologi. Implementasi yang terukur dan kolaboratif akan menjadi kunci keberhasilan dalam menciptakan pengawasan yang efektif dan terpercaya di masa depan.

1.2 Bagaimana SDM Pengawasan Obat dan Makanan di Masa Depan?

SDM pengawasan Obat dan Makanan memiliki peran strategis dalam menjamin keamanan, khasiat, mutu, dan daya saing produk di tengah tantangan global yang semakin kompleks. Peran tersebut akan terus berkembang dalam beberapa di masa depan, didorong oleh kemajuan teknologi, ilmu pengetahuan, tuntutan regulasi, dan meningkatnya kompleksitas tantangan kesehatan masyarakat, khususnya di bidang Obat dan Makanan. BPOM sebagai Lembaga yang bertanggung jawab dalam pengawasan Obat dan Makanan harus mampu beradaptasi dengan berbagai perubahan lingkungan strategis, khususnya dalam praktik manajemen strategis SDM pengawasan Obat dan Makanan dalam memastikan bahwa BPOM dapat melaksanakan peran dan tanggung jawabnya dapat mengawasi dan menjamin keamanan, khasiat, dan mutu Obat dan Makanan yang beredar secara efektif, sekaligus meningkatkan kesehatan masyarakat dan daya saing bangsa.

1.2.1 SDM Pengawasan Obat dan Makanan di Masa Depan

SDM pengawasan Obat dan Makanan dengan profil kompetensi yang komprehensif, mencakup kemampuan teknis, kapasitas digital, manajerial dan *soft skills*, serta kompetensi inovasi dan berkelanjutan yang kuat merupakan kunci dalam memastikan keberhasilan pengawasan. SDM pengawasan Obat dan Makanan tahun 2045 adalah individu yang memiliki kompetensi teknis tinggi dan ahli di bidangnya, didukung dengan kapasitas digital, kemampuan manajerial dan *soft skills* yang baik, serta mampu melakukan berbagai tugas secara bersamaan (*multitasking*) dengan kemampuan *adaptability* yang baik, serta memahami isu-isu global di

bidang Obat dan Makanan. SDM pengawasan Obat dan Makanan ini tidak hanya bekerja secara lokal, tetapi juga menjadi bagian dari komunitas pengawasan internasional dan berkontribusi dalam memastikan keamanan, khasiat, dan mutu produk Obat dan Makanan global.

Di tengah perkembangan teknologi dan inovasi produk, kompetensi teknis pengawasan yang meliputi kompetensi pada fungsi standarisasi, penilaian, pemeriksaan, penindakan, pengujian, dan juga penyuluhan Obat dan Makanan menjadi kebutuhan utama pengawasan. Kompetensi teknis tersebut, seperti penguasaan bioteknologi, bioinformatika, kimia analitik, farmakologi, farmakovigilans, ilmu pangan, serta metode pengujian berbasis genomik dan proteomik menjadi kebutuhan utama pengawasan di masa depan. Untuk menjamin kualitas pengawasan, SDM pengawasan Obat dan Makanan juga memerlukan spesialisasi (*expertise*) pada setiap fungsi pengawasan, serta di bidang - bidang kritis seperti farmakovigilans, analisis risiko, dan pengawasan berbasis forensik digital untuk mendukung deteksi dini dan penanganan permasalahan secara lebih akurat. Di sisi lain, sertifikasi kompetensi yang diakui secara nasional maupun internasional menjadi penting untuk memastikan profesionalisme dan kredibilitas SDM pengawasan Obat dan Makanan.

Selanjutnya adalah penguasaan kapasitas digital menjadi prioritas untuk memastikan SDM pengawasan Obat dan Makanan mampu beradaptasi dalam menghadapi era transformasi teknologi di masa depan. Penguasaan kompetensi terkait dengan teknologi digital tidak hanya memungkinkan pengawasan berbasis risiko yang lebih efisien, tetapi juga mendukung pemantauan dan monitoring data

real-time di sepanjang rantai pasok produk Obat dan Makanan, dari hulu sampai hilir sampai produk siap dikonsumsi oleh masyarakat. Strategi penguasaan kompetensi digital ini dapat dilakukan melalui pelatihan intensif dengan pembelajaran yang integratif dan kolaboratif di tempat kerja, yang menggabungkan pembelajaran daring melalui *e-learning* dan praktik langsung di tempat kerja. Selain itu, pengembangan kompetensi terkait dengan keamanan siber juga menjadi keharusan untuk melindungi data pengawasan dari ancaman eksternal, maupun mencegah pemanfaatan ruang digital untuk mengedarkan produk Obat dan Makanan yang tidak memenuhi syarat. Kemampuan ini memungkinkan SDM untuk memanfaatkan teknologi modern secara optimal, memastikan transparansi dalam proses pengawasan, serta mendukung keputusan berbasis bukti dalam situasi kompleks.

Profil ideal SDM pengawasan Obat dan Makanan di masa depan juga harus mencakup penguasaan kompetensi manajerial dan *soft skills* untuk mendukung keberhasilan pengawasan. Kompetensi manajerial diperlukan untuk memastikan SDM pengawas mampu menjalankan peran strategis, seperti merancang kebijakan pengawasan berbasis risiko, memimpin tim lintas sektor, dan mengelola proyek modernisasi sistem pengawasan, mewujudkan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan. Kemampuan ini mencakup perencanaan strategis, manajemen konflik, serta pengambilan keputusan berbasis data yang relevan dalam menghadapi tantangan pengawasan ke depan yang semakin dinamis. SDM pengawas yang memiliki kemampuan manajerial unggul dapat mengoptimalkan sumber daya, mengidentifikasi peluang inovasi, serta memastikan

pengawasan berjalan efektif dan efisien. Di sisi lain, *soft skills* seperti komunikasi yang efektif, kepemimpinan transformatif, kecerdasan emosional (*emotional intelligence*), serta kemampuan berpikir analisis dan konseptual menjadi elemen penting dalam mendukung pengawasan maupun kolaborasi lintas sektor dalam rangka peningkatan mutu pengawasan Obat dan Makanan. Kemampuan komunikasi yang kuat memungkinkan SDM menyampaikan informasi teknis secara sederhana kepada masyarakat, memengaruhi pelaku industri untuk mematuhi regulasi, dan membangun kerja sama yang harmonis dengan mitra nasional dan internasional. Komunikasi dalam hal ini termasuk negosiasi dan diplomasi, terutama dalam menjalin kemitraan strategis dengan lembaga internasional seperti WHO, Codex Alimentarius, dan ASEAN. Sementara itu, kecerdasan emosional membantu SDM pengawas mengelola tekanan kerja, menangani konflik secara konstruktif, dan menciptakan lingkungan kerja yang kolaboratif dan produktif.

Terakhir, SDM pengawasan Obat dan Makanan di masa depan harus memiliki kompetensi inovasi dan keberlanjutan untuk memastikan pengawasan yang adaptif, proaktif, dan berdaya saing global. Kompetensi inovasi menjadi kunci dalam menghadapi kompleksitas produk Obat dan Makanan modern, seperti obat berbasis genom, makanan fungsional, dan bahan aktif baru dalam produk Obat dan Makanan yang menuntut metode pengawasan yang lebih maju. SDM pengawas harus memiliki kemampuan untuk mengadopsi teknologi baru untuk mendukung *smart system* pengawasan berbasis risiko yang lebih akurat dan efisien. Selain itu, kemampuan menciptakan metode analisa pengujian baru, seperti analisis berbasis genomik dan proteomik menjadi

esensial untuk mendeteksi risiko yang tidak teridentifikasi oleh metode konvensional. Kompetensi ini tidak hanya mendukung efektivitas pengawasan, tetapi juga mempercepat proses pengembangan produk regulasi terhadap produk Obat dan Makanan inovatif. Dari aspek keberlanjutan, SDM pengawasan Obat dan Makanan harus memiliki pemahaman yang mendalam tentang prinsip ekonomi hijau dan bioekonomi, yang mencakup pengawasan produk berbasis teknologi ramah lingkungan dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Kompetensi ini mencakup kemampuan menganalisis rantai nilai produk dari bahan baku hingga distribusi akhir untuk memastikan bahwa setiap tahap memenuhi standar keberlanjutan lingkungan. SDM pengawasan juga harus mampu mendesain dan mengimplementasikan strategi pengawasan berkelanjutan yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan.

Dalam menyiapkan SDM pengawasan Obat dan Makanan masa depan dengan profil tersebut di atas, hal yang tidak kalah penting adalah pembangunan budaya pembelajaran (*learning culture*) dan ekosistem pembelajaran (*learning ecosystem*) berkelanjutan, di mana hal tersebut merupakan langkah strategis untuk mendukung pengembangan kompetensi SDM pengawas secara berkesinambungan. Platform pembelajaran daring yang dirancang dengan modul pelatihan interaktif, aksesibilitas tinggi, dan evaluasi *real-time* memungkinkan SDM pengawasan Obat dan Makanan mendapatkan pembelajaran dengan akses yang setara. Pendekatan lain yang penting adalah penugasan diintegrasikan dengan pembinaan pegawai melalui *mentoring* dan *coaching*, di mana SDM pengawas senior membimbing generasi yang lebih junior untuk memahami

bisnis proses, praktik terbaik dalam pelaksanaan pekerjaan, tantangan lapangan, serta upaya menerapkan solusi inovatif dalam pengawasan Obat dan Makanan. Dalam upaya membangun ekosistem pembelajaran, kerja sama dan kolaborasi dengan perguruan tinggi dan lembaga riset juga dapat dioptimalkan dalam menyediakan akses pembelajaran melalui riset kolaboratif, magang, dan studi lanjut yang mendukung bisnis proses pengawasan Obat dan Makanan, seperti bioteknologi dan teknologi pangan. Strategi ini tidak hanya meningkatkan kapasitas individu dari SDM pengawas, tetapi juga memperkuat ekosistem pengawasan secara menyeluruh. Komunitas dan ekosistem pembelajaran berbasis kolaborasi dapat menjadi wadah untuk pertukaran ide, inovasi, dan praktik terbaik antar SDM pengawas, mendorong inovasi yang relevan dengan kebutuhan pengawasan Obat dan Makanan.

1.2.2 Monitoring dan Evaluasi SDM Pengawasan Obat dan Makanan

Dalam rangka memastikan bahwa program penyiapan SDM pengawasan Obat dan Makanan di masa depan berjalan sesuai dengan perencanaan, monitoring dan evaluasi menjadi pilar penting untuk memastikan efektivitas program pengembangan kompetensi. Sistem evaluasi berbasis data, dengan indikator kinerja utama yang jelas, memungkinkan pengukuran dampak program secara terstruktur dan berbasis bukti. Monitoring dan evaluasi harus mencakup evaluasi formatif untuk memberikan umpan balik selama program berlangsung dan evaluasi sumatif untuk menilai keberhasilannya. Selain itu, kolaborasi lintas sektor dalam monitoring dan evaluasi pengembangan SDM pengawasan

Obat dan Makanan dapat memperluas perspektif terhadap efektivitas program, baik melalui umpan balik dari peserta, pelatih atau fasilitator, maupun mitra eksternal.

Selain itu, kolaborasi antara SDM pengawasan Obat dan Makanan dan organisasi lain dalam ekosistem pengawasan Obat dan Makanan penting dilakukan untuk mencapai tujuan strategis pengawasan Obat dan Makanan. Kolaborasi dalam hal ini tidak terbatas pada lingkup nasional, tetapi juga kolaborasi internasional. Mekanisme regulasi yang digunakan oleh organisasi seperti WHO dan US FDA sangat penting untuk memfasilitasi akses ke produk yang berkualitas, terutama di negara berkembang (Saidu et al., 2013). SDM pengawasan Obat dan Makanan dapat memainkan peran penting dalam mendorong kolaborasi antar unit organisasi maupun dengan eksternal organisasi, lingkup nasional maupun internasional, memastikan bahwa semua tim bekerja sama secara kohesif untuk mencapai tujuan bersama dalam menyiapkan SDM pengawas Obat dan makan yang kompeten dan profesional, mendukung peningkatan kesehatan masyarakat melalui penyediaan produk Obat dan Makanan yang aman, berkhasiat, dan bermutu.

Dengan strategi dan pendekatan pengembangan kompetensi yang holistik, berbasis teknologi, dan terintegrasi lintas sektor, didukung sistem monitoring dan evaluasi yang berkesinambungan, SDM pengawasan Obat dan Makanan akan menjadi aset strategis yang mampu mendukung *smart system* pengawasan Obat dan Makanan yang modern, adaptif, efektif, dan efisien. Selain itu juga mendukung ketahanan kesehatan nasional, meningkatkan kesehatan masyarakat, dan meningkatkan daya saing global bidang industri Obat dan Makanan. SDM pengawasan Obat dan

Makanan yang kompeten dan profesional, didukung dengan smart system pengawasan yang modern merupakan fondasi penting pengawasan Obat dan Makanan menuju masyarakat Indonesia yang sehat, produktif, dan sejahtera, mendukung tercapainya visi Indonesia Emas 2045.

BAB 2

Siapa Mereka? Profil SDM Pengawasan Obat dan Makanan 2045

2.1 Karakteristik SDM Masa Depan

Dunia saat ini telah memasuki era Revolusi Industri 4.0 dan juga *Society* 5.0. Revolusi Industri 4.0 merupakan fase transformasi besar industri ditandai dengan teknologi digital terintegrasi dengan berbagai aspek dalam dunia industri, khususnya manufaktur dan sistem produksi. Revolusi ini ditandai dengan konvergensi berbagai teknologi seperti *internet of things*, *artificial intelligence*, *big data*, dan *cyber-physical systems* yang secara kolektif meningkatkan efisiensi operasional, produktivitas, dan fleksibilitas dalam industri manufaktur (Harun et al., 2024; Koh et al., 2019; Y. Liu & Xu, 2016). Di sisi lain, *Society* 5.0 yang digagas oleh Pemerintah Jepang menggambarkan masyarakat yang berpusat pada manusia dengan menyeimbangkan kemajuan ekonomi dan penyelesaian masalah sosial melalui sistem yang mengintegrasikan ruang siber dan ruang fisik (Cabinet Office Government of Japan, 2019; Fukuyama, 2018). Baik Revolusi Industri 4.0 maupun *Society* 5.0 mengkonfirmasi bahwa saat ini kita masuk dalam suatu era dengan teknologi digital dan ruang siber telah berkembang signifikan. Perkembangan tersebut ditunjukkan dengan berbagai teknologi canggih di sekitar kita, dan telah mewarnai dunia industri maupun cara manusia dalam hidup bermasyarakat. Perkembangan teknologi ini diperkirakan akan terus terjadi, dan mewarnai perjalanan Indonesia menuju tahun 2045.

Berbagai perkembangan teknologi tersebut tersebut, dan potensi untuk terus berkembang di masa depan, dikolaborasikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan berpengaruh terhadap kebutuhan SDM di masa depan. Dengan kemajuan pesat dalam teknologi digital akan mengubah cara bisnis beroperasi, menggeser pola kerja tradisional menuju sistem yang lebih otomatis dan terhubung, dan juga memengaruhi pola hubungan manusia dengan mesin maupun hubungan antar manusia dalam lingkungan sosial dan masyarakat. Dengan kondisi tersebut, menjadi sebuah kebutuhan wajib bahwa SDM di era saat ini maupun di masa depan harus memiliki kompetensi digital yang mendalam, kemampuan beradaptasi dengan teknologi baru, serta kecakapan dalam pemecahan masalah kompleks yang tidak dapat diotomatisasi oleh mesin. Masalah kompleks tersebut termasuk permasalahan dalam kehidupan sosial masyarakat, selain juga masalah terkait pekerjaan. Selain itu, kemampuan berpikir kritis, kolaborasi lintas disiplin keilmuan, dan kreativitas dengan kemampuan *skills* pekerjaan yang tinggi menjadi kunci untuk mendukung inovasi di berbagai sektor. Tidak hanya mengandalkan kemampuan teknis, SDM masa depan juga perlu memiliki kemampuan non-teknis, seperti komunikasi interpersonal yang efektif, manajemen waktu, dan kepemimpinan adaptif untuk menghadapi tantangan yang terus berkembang.

Dalam konteks kehidupan berorganisasi dan kehidupan sosial, perubahan pada era Revolusi Industri 4.0 maupun *Society* 5.0 mengharuskan adanya evaluasi ulang terhadap peran SDM dalam organisasi dan juga sebagai bagian dari masyarakat. Hal tersebut penting mengingat SDM memiliki peran sangat krusial dalam mengelola kompleksitas dan

tantangan dalam kerangka kehidupan berorganisasi dan masyarakat di era baru ini. SDM tidak sekadar menjadi fungsi pendukung dan digantikan perannya oleh teknologi, tetapi harus dipastikan SDM memiliki peran penting untuk mendorong inovasi, meningkatkan produktivitas, dan memastikan kesejahteraan hidup manusia secara keseluruhan. SDM dituntut untuk bertransformasi dalam menghadapi perubahan, dari peran pendukung yang bersifat administrasi menjadi pemeran utama sekaligus mitra strategis yang berkontribusi pada keberhasilan organisasi melalui manajemen yang efektif dan keterlibatan pegawai (Lubis & Lubis, 2024). Pergeseran ini penting karena organisasi menghadapi tantangan yang belum pernah terjadi sebelumnya, sehingga membutuhkan SDM yang dilengkapi dengan kompetensi maupun keterampilan digital, juga kemampuan berinovasi, serta kemampuan *hard-skill* dan *soft-skill* yang baik. Untuk hal tersebut, menyiapkan SDM yang kompeten dan mampu beradaptasi di era baru ini menjadi sebuah kewajiban bagi setiap organisasi.

Peran strategis SDM di era baru saat ini maupun di masa depan adalah mendorong inovasi dan produktivitas. Yang utama juga mendorong peningkatan kualitas hidup di era baru ini (Kusumaningrum et al., 2023). Hal ini mengharuskan tenaga profesional di bidang SDM untuk melakukan transformasi dalam manajemen SDM, tidak hanya fokus pada fungsi tradisional tetapi juga mengoptimalkan teknologi dan metodologi baru untuk dapat meningkatkan kemampuan dan kompetensi SDM. Integrasi teknologi ke dalam praktik manajemen SDM merupakan sebuah kebutuhan di masa depan, misalnya integrasi *artificial intelligence* dalam praktik manajemen SDM. *Artificial intelligence* memiliki potensi besar

untuk meningkatkan fungsi dalam manajemen SDM, mulai dari perekrutan hingga manajemen kinerja melalui penyederhanaan proses dan peningkatan kualitas pengambilan keputusan (Islami & Sopiah, 2022). Meskipun demikian, keberhasilan penerapan *artificial intelligence* dalam praktik manajemen SDM membutuhkan pendekatan strategis yang mempertimbangkan implikasi etis dan kebutuhan pengawasan manusia. Kondisi tersebut sejalan dengan tujuan yang lebih luas dari konsep *Society 5.0*, yaitu berupaya menciptakan keseimbangan antara kemajuan teknologi dan nilai-nilai yang berpusat pada manusia.

Dalam pengawasan Obat dan Makanan, SDM pengawasan di masa depan harus memiliki profil yang mencerminkan profesionalisme, kompetensi multi disiplin keilmuan dan keahlian, serta adaptif terhadap teknologi modern canggih untuk mendukung *smart system* pengawasan yang responsif, efektif, efisien, dan berbasis teknologi. Dalam menghadapi era transformasi digital dan globalisasi ke depan, SDM pengawasan dituntut untuk menguasai teknologi canggih seperti *artificial intelligence*, *machine learning*, *blockchain*, *big data analytics*, dan juga *internet of things* untuk mendukung pengawasan berbasis risiko, selain kemampuan deteksi dini potensi masalah di sepanjang rantai pasok produk Obat dan Makanan. Selain itu, keahlian dalam ilmu pengetahuan terkini, seperti *regulatory science*, bioinformatika, bioteknologi, bioekonomi, dan kimia analitik menjadi kebutuhan esensial untuk memahami dan mengawasi produk-produk inovatif, seperti obat berbasis genomik, pangan fungsional, dan bahan aktif baru, selain mengimplementasi pengawasan berbasis risiko secara konsisten. Kompetensi ini harus dilengkapi dengan

kemampuan berpikir kritis dan analisis regulasi internasional, seperti standar WHO dan Codex Alimentarius untuk memastikan harmonisasi regulasi dalam pengawasan Obat dan Makanan tingkat global.

Selain kemampuan teknis, SDM pengawasan Obat dan Makanan di masa depan juga memerlukan *soft-skills* yang baik, seperti komunikasi yang efektif, kepemimpinan kolaboratif, dan diplomasi untuk membangun kerja sama lintas sektor dengan pemerintah pusat dan daerah, industri, masyarakat, akademisi, dan lembaga internasional. Kompetensi manajemen data dan keamanan siber juga menjadi kebutuhan utama, mengingat digitalisasi sistem pengawasan yang meningkatkan risiko terhadap serangan siber maupun mencegah pemanfaatan ruang siber dalam mengedarkan Obat dan Makanan yang tidak memenuhi syarat. SDM yang unggul harus mampu berinovasi dalam metode pengawasan Obat dan Makanan, beradaptasi dengan tantangan global, dan memberikan solusi berbasis bukti yang dapat memperkuat ketahanan kesehatan nasional. Dengan profil seperti ini, SDM pengawasan Obat dan Makanan tidak hanya akan mampu menjawab kebutuhan pengawasan nasional, tetapi juga menjadi mitra strategis dalam memastikan daya saing global Indonesia menuju visi Indonesia Emas 2045.

2.2 Kebutuhan Kompetensi SDM Pengawasan Obat dan Makanan

Perubahan dunia ke arah lebih digital di era Revolusi Industri 4.0 dan *Society* 5.0, dikombinasikan visi Indonesia Emas 2045 berpengaruh terhadap kebutuhan kompetensi SDM pengawasan. Program pengawasan Obat dan Makanan

sendiri dalam jangka panjang bertujuan untuk mendukung peningkatan kualitas manusia Indonesia melalui transformasi sosial, yaitu untuk menciptakan manusia Indonesia unggul melalui pembangunan manusia di seluruh siklus hidup. Tujuan tersebut dilakukan melalui *smart system* pengawasan Obat dan Makanan, mewujudkan masyarakat yang sehat, produktif, dan berdaya saing global pada tahun 2045. Untuk mewujudkannya, dibutuhkan SDM pengawasan Obat dan Makanan yang profesional dan juga kompeten di bidangnya. SDM pengawasan Obat dan Makanan dengan profil kompetensi yang komprehensif, mencakup kemampuan teknis, kapasitas digital, kompetensi manajerial dan *soft skills*, serta kompetensi inovasi dan berkelanjutan yang kuat merupakan kebutuhan untuk memastikan pengawasan Obat dan Makanan dilaksanakan dengan *smart system* pengawasan yang modern, terintegrasi, dan berbasis teknologi digital. SDM pengawasan tahun 2045 adalah individu yang profesional dengan spesialisasi (*expertise*) di bidang pengawasan Obat dan Makanan dengan kualifikasi dan standar level global. Dengan kualifikasi dan kompetensi *expertise* global, SDM pengawasan tidak hanya bekerja secara lokal, tetapi juga menjadi bagian dari komunitas pengawasan internasional yang berkontribusi dalam membangun ekosistem pengawasan yang tangguh pada level global, menjamin kesehatan untuk seluruh masyarakat dunia.

2.21 Kompetensi Teknis Pengawasan Obat dan Makanan

Dengan perkembangan teknologi dan inovasi produk Obat dan Makanan, kompetensi teknis pengawasan yang meliputi kompetensi pada fungsi standarisasi, penilaian,

pemeriksaan, penindakan, pengujian, dan juga penyuluhan Obat dan Makanan menjadi kebutuhan utama yang harus dikuasai oleh SDM pengawasan Obat dan Makanan. Penguasaan atas kompetensi teknis yang spesifik juga merupakan pengakuan atas spesialisasi SDM pengawasan Obat dan Makanan dalam melaksanakan pekerjaannya sesuai dengan fungsi pengawasan. Hal tersebut penting mengingat kompetensi teknis merupakan elemen kunci yang harus dimiliki oleh SDM pengawasan Obat dan Makanan untuk menjawab tantangan pengawasan dengan produk yang semakin kompleks dan inovatif di era digital.

SDM pengawas harus memiliki keahlian mendalam yang mendukung bisnis proses pengawasan Obat dan Makanan, meliputi tetapi tidak terbatas pada bidang farmasi, farmakologi dan toksikologi, farmakovigilans, nanoteknologi, bioteknologi, bioinformatika, kimia analitik, mikrobiologi, ilmu dan teknologi pangan, sampai pada penguasaan teknologi digital guna memastikan keamanan, khasiat, dan mutu produk Obat dan Makanan yang beredar. Produk Obat dan Makanan yang terus mengalami perkembangan akibat inovasi dan pengembangan baru membutuhkan kemampuan pengawasan yang baik dengan kompetensi teknis yang tinggi. Selain itu, penguasaan teknologi laboratorium pengujian Obat dan Makanan mutakhir seperti spektrometri massa, kromatografi cair, dan metode berbasis genomik dan proteomik sangat dibutuhkan untuk mendukung analisis produk secara cepat, akurat, dan mendalam. Untuk menjamin kualitas pengawasan yang dilakukan, SDM pengawasan Obat dan Makanan juga memerlukan spesialisasi pada setiap fungsi pengawasan, serta pada bidang kritis pengawasan seperti surveilan, farmakovigilans, analisis risiko, dan

pengawasan berbasis digital forensik untuk mendukung deteksi dini dan penanganan permasalahan secara lebih cepat dan akurat. Di sisi lain, sertifikasi kompetensi yang diakui secara nasional maupun internasional menjadi penting untuk memastikan profesionalisme dan kredibilitas SDM pengawasan Obat dan Makanan. Kompetensi dan sertifikasi ini tidak hanya memastikan keamanan produk dan kesehatan masyarakat, tetapi juga membantu regulator dalam deteksi risiko keamanan produk dengan lebih proaktif melalui metode berbasis bukti (*evidence-based*).

Selain itu, penguasaan kemampuan melakukan pengawasan di sepanjang rantai pasok produk Obat dan Makanan menjadi aspek penting yang harus dimiliki SDM pengawasan Obat dan Makanan. SDM pengawas harus mampu menggunakan teknologi seperti *blockchain* untuk memastikan ketertelusuran (*traceability*) produk dari bahan baku dan produk jadi sampai ke tangan konsumen. Hal ini sangat relevan dalam menghadapi tantangan globalisasi perdagangan, termasuk peredaran produk melalui *e-commerce*. Keahlian dalam farmakovigilans dan surveilan juga dibutuhkan untuk memantau efek samping konsumsi produk Obat dan Makanan, serta risiko produk dalam peredaran, mendukung implementasi pengawasan berbasis risiko untuk mendeteksi dan menanggapi potensi masalah sebelum berdampak luas. Dengan penguasaan kemampuan ini, pengawasan tidak hanya reaktif apabila terjadi insiden atau kejadian luar biasa akibat konsumsi produk Obat atau Makanan, tetapi juga lebih preventif dalam melindungi masyarakat.

Di tingkat global, SDM pengawasan Obat dan Makanan juga harus memahami regulasi internasional seperti standar

WHO, Codex Alimentarius, dan ISO, serta mampu mengintegrasikannya ke dalam kebijakan nasional pengawasan Obat dan Makanan. Kemampuan ini penting untuk mendukung harmonisasi regulasi sehingga produk Obat dan Makanan Indonesia dapat memenuhi standar global, sekaligus memperkuat daya saing di pasar internasional. Kompetensi ini juga mencakup adaptasi terhadap standar keamanan produk yang terus berubah, mengingat dinamika inovasi teknologi dalam industri Obat dan Makanan. Dengan kompetensi teknis yang holistik, SDM pengawasan Obat dan Makanan dapat menjalankan peran strategis dalam memastikan keamanan, khasiat, dan mutu produk Obat dan Makanan di Indonesia, sekaligus memberikan kontribusi positif dalam sistem pengawasan global yang modern dan terpercaya.

2.2.2 Kompetensi Digital Pengawasan Obat dan Makanan

Kompetensi digital pengawasan Obat dan Makanan menjadi kebutuhan mendesak yang harus dikuasai SDM pengawasan Obat dan Makanan untuk mendukung *smart system* pengawasan di era transformasi digital. SDM pengawasan harus menguasai teknologi seperti *artificial intelligence* dan *machine learning* untuk evaluasi produk sebelum beredar, pengawasan proses produksi, mendeteksi pola distribusi produk, memprediksi risiko, serta memberikan rekomendasi keputusan dan kebijakan berbasis data secara otomatis. Selain itu, keahlian dalam *big data analytics* sangat penting dikuasai SDM pengawas untuk menganalisis data pengawasan yang masif dalam jumlah besar dari berbagai sumber guna menghasilkan keputusan pengawasan berbasis

bukti yang cepat dan akurat. Penguasaan teknologi *internet of things* juga menjadi elemen penting untuk memantau kondisi penyimpanan dan distribusi produk secara *real-time*, mendukung pengawasan berbasis risiko dengan memastikan bahwa produk tetap aman dan bermutu hingga sampai ke tangan konsumen.

Di era digitalisasi, teknologi *blockchain* memiliki peran strategis untuk memastikan ketertelusuran (*traceability*) pada seluruh rantai pasok produk, mulai dari bahan baku hingga produk jadi sehingga penting bagi SDM pengawas untuk memiliki kompetensi untuk optimalisasi teknologi ini. Penguasaan atas kompetensi *blockchain* tidak hanya mendukung transparansi, tetapi juga memberikan jaminan kepada konsumen terhadap kualitas mutu dan originalitas produk Obat dan Makanan yang dikonsumsi. Selain itu, SDM pengawas juga harus memiliki keahlian dalam keamanan siber (*cybersecurity*) untuk melindungi data pengawasan dari ancaman eksternal, maupun mencegah penggunaan ruang siber untuk mengedarkan produk Obat dan Makanan yang tidak memenuhi syarat. Protokol keamanan digital seperti enkripsi data dan pemantauan sistem secara otomatis menjadi penting dalam menjaga integritas dan kerahasiaan data hasil pengawasan.

Adaptasi teknologi digital dalam pengawasan Obat dan Makanan juga memerlukan kompetensi untuk mengoperasikan perangkat berbasis otomatisasi seperti robotika di laboratorium pengujian Obat dan Makanan. Dengan teknologi ini, proses pengujian dapat dilakukan lebih cepat dan efisien, serta mempercepat pengambilan keputusan dalam pengawasan. Di samping itu, penguasaan teknologi digital harus diimbangi dengan pelatihan

berkelanjutan untuk memastikan SDM pengawasan Obat dan Makanan mampu mengadopsi teknologi baru dan memanfaatkannya secara maksimal. Dengan kompetensi digital yang kuat, SDM pengawasan Obat dan Makanan tidak hanya akan mampu menjalankan *smart system* pengawasan yang modern dan efisien, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam memastikan keamanan dan mutu produk di era globalisasi yang semakin kompleks.

2.23 Kompetensi Manajerial dan Soft Skills Pengawasan Obat dan Makanan

Untuk menghadapi tantangan pengawasan Obat dan Makanan di masa depan, SDM pengawas juga membutuhkan kompetensi manajerial, disebut juga *soft skills* yang mencakup kemampuan kepemimpinan transformatif, pemikinan analisis dan konseptual, pemecahan masalah kompleks, komunikasi efektif, serta kolaborasi lintas sektor dan *management diversity*. Kepemimpinan transformatif (*transformational leadership*) menjadi fondasi utama dalam pengawasan Obat dan Makanan. SDM pengawas harus mampu memimpin tim dengan visi yang jelas, mendorong perubahan yang inovatif, dan menciptakan budaya kerja yang adaptif terhadap tantangan global. Dalam hal pengambilan keputusan, kompetensi berpikir analisis kritis dan konseptual akan mendukung kemampuan *complex problem solving*. Kompetensi tersebut menjadi esensial, khususnya untuk merumuskan solusi strategis terhadap tantangan yang bersifat multidimensi dan multisektor, seperti pengawasan produk ilegal atau permasalahan regulasi dan kewenangan antara Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah. Kompetensi tersebut akan lebih lengkap dengan kepemilikan kemampuan

komunikasi efektif, dan juga kolaborasi antar lembaga dan pemangku kepentingan dalam bisnis proses pengawasan Obat dan Makanan.

Selain itu, kompetensi terkait dengan inovasi dan kreativitas (*innovation and creativity*) diperlukan untuk mengembangkan metode pengawasan baru dengan pendekatan *smart system* pengawasan yang berbasis teknologi dan efisiensi. SDM pengawas juga harus memiliki kompetensi dalam *people diversity management* untuk mengelola tim maupun berkolaborasi dengan latar belakang yang beragam, termasuk dari sisi kompetensi, wilayah kerja, dan budaya. Dalam konteks kolaborasi lintas lembaga dan internasional, kemampuan negosiasi, komunikasi, dan kerja sama menjadi sangat penting untuk dikuasai SDM pengawas, memastikan bahwa pengawasan berjalan terintegrasi dan harmonis dengan regulasi maupun kebijakan yang dikeluarkan oleh lembaga lain, nasional maupun internasional. Kemampuan ini juga mendukung diplomasi dalam menjalin hubungan dengan mitra strategis, baik domestik maupun global.

Aspek *soft skills* dalam mendukung pengawasan juga termasuk kemampuan mengelola emosi yang stabil dengan kecerdasan interpersonal yang tinggi. Kemampuan tersebut sering disebut juga sebagai *emotional intelligence*, terutama dalam menangani tekanan kerja dan interaksi dengan berbagai pemangku kepentingan. Keahlian *data science and predictive analytics* juga semakin relevan untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam sistem pengawasan modern, mendukung kompetensi digital pengawasan. Terakhir, kompetensi manajerial dan *soft skills* adalah kemampuan terkait *service orientation and hospitality*

yang diperlukan untuk memastikan pelayanan publik dalam rangka pengawasan Obat dan Makanan yang cepat, responsif, dan mendukung peningkatan kepercayaan publik terhadap kualitas produk Obat dan Makanan dalam peredaran. Dengan penguasaan kompetensi manajerial dan *soft skills*, SDM pengawasan Obat dan Makanan dapat menjalankan peran strategis yang tidak hanya efisien, tetapi juga adaptif, inklusif, dan inovatif menuju Indonesia Emas 2045.

2.2.4 Kompetensi Ilmiah Pengawasan Obat dan Makanan

Pengawasan Obat dan Makanan harus dilaksanakan berorientasi pada ilmu pengetahuan sehingga penting bagi SDM pengawasan Obat dan Makanan memiliki kompetensi ilmiah yang mendalam untuk mendukung pengambilan keputusan dan kebijakan berbasis bukti. Kompetensi ini meliputi penguasaan metodologi ilmiah dan kemampuan untuk melakukan analisis data ilmiah yang komprehensif, termasuk penguasaan metode statistik, bioinformatika, dan model prediksi maupun preskripsi berbasis *big data* yang relevan untuk mengevaluasi keamanan, khasiat, dan mutu produk Obat dan Makanan. SDM pengawas juga harus memiliki keahlian dalam memahami dan menginterpretasi hasil pengujian Obat dan Makanan yang dilaksanakan menggunakan teknologi modern seperti genomik, proteomik, dan teknologi deteksi cepat. Selain itu, pemahaman terhadap metodologi riset ilmiah memungkinkan SDM pengawas untuk menilai pendekatan analisis data yang digunakan sebagai dasar kebijakan dilakukan dengan benar, sekaligus memastikan bahwa setiap regulasi yang diterbitkan selaras

dengan prinsip ilmiah yang dapat dipertanggung jawabkan validitas maupun reliabilitasnya.

Kemampuan untuk menyusun kebijakan berbasis bukti (*evidence-based policy*) menjadi elemen penting dalam hal ini. SDM pengawasan Obat dan Makanan harus mampu mengintegrasikan temuan ilmiah dengan analisis risiko dan evaluasi dampak untuk menyusun rekomendasi kebijakan yang praktis, efektif, dan sesuai dengan standar internasional. Dalam konteks globalisasi, pemahaman tentang standar regulasi internasional juga penting untuk memastikan bahwa kebijakan yang diambil mendukung harmonisasi regulasi dan memperkuat posisi BPOM dalam kerangka pengawasan global. Kompetensi ini harus didukung oleh kemampuan komunikasi ilmiah yang efektif, sehingga SDM pengawas dapat menyampaikan hasil analisa data pengawasan dan rekomendasi kebijakan kepada pemangku kepentingan dalam format yang jelas, transparan, dan mudah dipahami.

Penguasaan atas kompetensi ini juga untuk memperkuat BPOM sebagai *scientific-based organization*, didukung SDM pengawas dengan kemampuan untuk menginisiasi dan berpartisipasi dalam analisa data pengawasan kolaboratif dengan lembaga lain, universitas, maupun organisasi internasional. Kompetensi ini memungkinkan BPOM menjadi pusat referensi ilmiah yang tidak hanya menerapkan hasil kajian dan analisa berbasis data empiris hasil pengawasan, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Obat dan Makanan. Selain itu, SDM pengawas juga harus terampil dalam menyusun laporan ilmiah yang kredibel dan dapat dipublikasikan, sehingga memperkuat citra BPOM sebagai lembaga yang berbasis pada data dan ilmu pengetahuan. Hal ini tidak hanya

meningkatkan kredibilitas BPOM di tingkat nasional, tetapi juga mendukung pengawasan yang lebih efektif, inovatif, dan terpercaya di tingkat internasional. Kompetensi ilmiah yang kuat akan memastikan bahwa setiap kebijakan yang diambil memiliki dasar yang valid, berbasis bukti, dan mendukung kesehatan masyarakat secara berkelanjutan.

2.25 Kompetensi Keberlanjutan dan Inovasi Pengawasan Obat dan Makanan

Kompetensi terakhir yang dibutuhkan oleh SDM pengawasan Obat dan Makanan adalah kompetensi terkait keberlanjutan dan inovasi. Kompetensi ini penting untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan serta menjawab tuntutan global terhadap produk Obat dan Makanan yang aman, ramah lingkungan, dan inovatif. Dalam konteks keberlanjutan, SDM pengawasan Obat dan Makanan perlu memiliki pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip bioekonomi dan ekonomi hijau yang menjadi dasar dalam pengawasan produk berbasis teknologi ramah lingkungan. Hal ini mencakup kemampuan untuk menganalisis rantai nilai produk, mulai dari bahan baku hingga limbah, guna memastikan bahwa setiap tahapan produksi memenuhi standar keberlanjutan. Selain itu, penguasaan standar global seperti ISO 14001 (Manajemen Lingkungan) dan pengawasan produk halal menjadi kompetensi yang relevan di masa depan, mengingat pentingnya keberlanjutan dalam meningkatkan daya saing produk Obat dan Makanan Indonesia di pasar global.

Dalam pengembangan inovasi pengawasan Obat dan Makanan, SDM pengawas harus memiliki kemampuan untuk mengadopsi dan mengembangkan teknologi baru yang

mendukung efisiensi pengawasan melalui pengembangan *smart system* pengawasan. Kompetensi ini mencakup pemanfaatan teknologi *artificial intelligence* dan *machine learning* untuk analisis prediktif, *blockchain* untuk ketertelusuran produk, dan *internet of things* untuk pemantauan rantai distribusi secara *real-time*. Selain itu, SDM pengawasan Obat dan Makanan juga perlu kompeten dalam desain, pengembangan dan implementasi teknologi pengujian Obat dan Makanan, seperti metode analisis berbasis genomik dan proteomik untuk mendukung pengawasan Obat dan Makanan yang semakin kompleks. Selain inovasi teknologi, SDM pengawasan Obat dan Makanan juga perlu memahami strategi keberlanjutan sosial, seperti pemberdayaan masyarakat dan UMKM Obat dan Makanan guna memastikan bahwa pengawasan produk tidak hanya berorientasi pada hasil teknis, tetapi juga mendukung inklusivitas sosial dan kesejahteraan ekonomi. Kompetensi ini melibatkan kemampuan untuk mendesain program edukasi yang efektif, mengelola komunikasi dengan pemangku kepentingan, serta menciptakan kerangka kerja kolaboratif yang mendorong partisipasi aktif dari berbagai pihak, termasuk masyarakat, industri, akademisi, dan pemerintah daerah. Dengan demikian, SDM pengawasan Obat dan Makanan dapat memfasilitasi pengembangan ekosistem pengawasan yang tidak hanya berkelanjutan secara teknis dan lingkungan, tetapi juga secara sosial dan ekonomi.

Kompetensi keberlanjutan dan inovasi dalam pengawasan Obat dan Makanan memerlukan kombinasi antara kemampuan teknis, kreativitas, dan orientasi pada solusi jangka panjang. Dengan penguasaan kompetensi ini, SDM pengawasan Obat dan Makanan akan mampu

memimpin transformasi sistem pengawasan menuju pendekatan yang lebih holistik, efisien, dan adaptif, dengan *smart system* pengawasan sebagai kerangkanya. Kompetensi berkelanjutan dan inovasi juga akan memastikan bahwa pengawasan Obat dan Makanan tidak hanya berkontribusi pada kesehatan masyarakat, tetapi juga pada upaya global untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), memperkuat daya saing bangsa, dan mendukung visi Indonesia Emas 2045 yang berfokus pada inovasi dan keberlanjutan.

2.3 Pengembangan Kompetensi SDM Pengawasan Obat dan Makanan

Pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan di era Revolusi Industri 4.0, *Society* 5.0, era digital maupun dalam rangka menyongsong Indonesia Emas 2045 tidak bisa dipisahkan dari karakteristik SDM sebagai pembelajar modern. Dalam riset global tentang perilaku pembelajar modern menunjukkan bahwa 2 dari 3 pegawai menyatakan tidak memiliki waktu yang cukup untuk menyelesaikan semua pekerjaan yang menjadi tanggung jawabnya. Selain itu, rata-rata pegawai hanya memiliki 1% waktu dalam satu minggu, atau sekitar 24 menit untuk dapat fokus dalam pembelajaran dan pengembangan kompetensi formal. Pegawai lebih banyak melakukan pembelajaran dengan memanfaatkan mesin pencari (*search engine*) melalui internet, atau pembelajaran daring (*online*) (Tauber & Wang-Audia, 2014). Dalam riset lainnya yang dilakukan oleh Josh Bersin, diketahui 75% pegawai mengalami stress kerja dan menghadapi hambatan untuk memenuhi kebutuhan pembelajaran agar tetap relevan dengan kebutuhan

kompetensi terkini (Skoglof, 2022). Dengan beban kerja yang tinggi, seringkali untuk mengikuti program pengembangan kompetensi tidak menjadi hal yang mendesak untuk segera dilakukan, meskipun tetap dianggap penting (*important but not urgent*). Kebutuhan untuk memenuhi target kinerja dianggap lebih mendesak untuk dilakukan, setidaknya untuk jangka pendek, dan mengabaikan kebutuhan pengembangan kompetensi meskipun berpotensi merugikan organisasi untuk jangka panjang. Di sisi lain, untuk melaksanakan pekerjaan dan mewujudkan target kinerja, pegawai membutuhkan kompetensi baru yang lebih teknis dengan spesialisasi keahlian yang lebih spesifik sejalan perkembangan dunia dalam *landscape* bisnis dan pemerintah yang terus berubah, serta perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan (Bersin et al., 2023).

Dalam konteks pengawasan Obat dan Makanan, strategi pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan harus dirancang secara holistik, berkelanjutan, dan adaptif terhadap dinamika teknologi dan regulasi. Selain itu, strategi juga harus mempertimbangkan perilaku pembelajar modern yang berbeda dengan perilaku pembelajar tradisional. Strategi pengembangan kompetensi ini harus mencakup aspek utama kebutuhan kompetensi, meliputi kompetensi teknis pengawasan Obat dan Makanan, kompetensi digital, kompetensi manajerial dan *soft skills*, kemampuan ilmiah, sertifikasi kompetensi dan pengembangan spesialisasi jabatan fungsional Pengawas Farmasi dan Makanan (PFM), serta kompetensi keberlanjutan dan inovasi. Selain itu, pengembangan kompetensi juga harus mengakomodir pengembangan budaya pembelajaran (*learning culture*) dan juga ekosistem pembelajaran (*learning*

ecosystem) berkelanjutan, serta perkembangan teknologi digital sebagai *enabler* dalam program pembelajaran pegawai. Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2023 tentang Aparatur Sipil Negara, pengembangan kompetensi pegawai ASN harus dilaksanakan secara terintegrasi dalam pekerjaan, terhubung dengan sistem manajemen ASN lainnya dan juga antar Instansi Pemerintah. Setiap aspek kebutuhan tersebut dan tuntutan regulasi harus dituangkan dalam strategi dan program pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan yang relevan dan mudah diakses oleh SDM pengawas di berbagai wilayah, baik pusat maupun daerah.

2.3.1 Pengembangan Kompetensi Teknis dan Digital Pengawasan Obat dan Makanan

Dalam memperkuat kompetensi teknis dan digital pengawasan Obat dan Makanan, harus mencakup penguatan kompetensi teknis maupun kompetensi digital yang mendukung pengawasan Obat dan Makanan. Hal tersebut mencakup tema pembelajaran yang mengakomodir peningkatan kompetensi teknis terkait dengan standardisasi, penilaian, pemeriksaan, penindakan, pengujian, dan juga penyuluhan Obat dan Makanan. Di sisi lain, dalam aspek kompetensi digital, penguatan kompetensi harus mencakup topik utama kompetensi digital, meliputi tetapi tidak terbatas pada penggunaan teknologi *artificial intelligence* dan *big data analytic* dalam pengawasan untuk analisis prediktif maupun preskriptif, mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti, pembelajaran teknologi *blockchain* untuk ketertelusuran produk, pembelajaran *internet of things* untuk monitoring produk secara *real-time*, serta teknologi pengujian berbasis

genomik, proteomik, maupun pengujian digital pada laboratorium pengujian Obat dan Makanan. Selain itu, penting untuk penguatan kompetensi keamanan siber (*cybersecurity*) untuk memastikan perlindungan data pengawasan dari ancaman eksternal, serta mencegah ruang siber untuk digunakan tindak pidana dalam peredaran Obat dan Makanan. Program sertifikasi kompetensi yang diakui secara nasional dan internasional juga perlu diselenggarakan untuk meningkatkan daya saing dan kredibilitas SDM pengawasan Obat dan Makanan.

Peningkatan kapasitas teknis dan digital dalam pengawasan Obat dan Makanan merupakan langkah strategis untuk memastikan SDM pengawasan Obat dan Makanan mampu menghadapi tantangan global dan memanfaatkan teknologi terkini secara efektif. Kegiatan pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi teknis dan digital dapat dilakukan melalui pembelajaran intensif, integratif, dan kolaboratif yang memanfaatkan teknologi modern. Setiap program pengembangan kompetensi dapat dirancang secara modular yang disesuaikan dengan kebutuhan, sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan kompetensi masing-masing individu dan wilayah kerja, atau dengan pendekatan *tailormade* dalam pengembangan kompetensi. Pendekatan berbasis *blended learning* dengan pembelajaran terintegrasi dengan pekerjaan dapat diterapkan untuk memastikan pembelajaran menjangkau seluruh wilayah dan berdampak langsung terhadap peningkatan kinerja pegawai, dengan kombinasi modul daring (*e-learning*) dan praktik langsung di lapangan, menciptakan tempat kerja sebagai ekosistem pembelajaran bagi SDM pengawas.

Modul pembelajaran daring (*e-learning*) dapat disampaikan melalui *platform Learning Management System (LMS)*, mencakup materi dasar dan studi kasus untuk pengkayaan teori teknis. Sementara praktik langsung di lapangan atau di tempat kerja, atau melalui simulasi dapat memberikan pengalaman praktis yang mendalam bagi SDM pengawas. Selain melalui pembelajaran dalam pelatihan teknis, baik klasikal maupun nonklasikal, strategi peningkatan kapasitas digital juga perlu mencakup pengembangan *platform* simulasi berbasis teknologi, seperti teknologi *virtual reality* maupun *augmented reality* untuk melatih kemampuan deteksi dini, analisis risiko, dan pengambilan keputusan dalam situasi kompleks. Pendekatan ini dapat disinergikan dengan kerja sama lembaga internasional seperti WHO atau Codex Alimentarius untuk mendapatkan akses ke praktik terbaik global. Program pembinaan langsung di tempat kerja melalui *mentoring* dan *coaching* juga dapat diintegrasikan dalam strategi pembelajaran terintegrasi dalam pekerjaan. SDM pengawas senior dengan pengalaman teknis tinggi dapat membimbing SDM pengawas junior dalam mengadopsi teknologi baru maupun penguasaan kompetensi wajib maupun keahlian khusus dalam pengawasan Obat dan Makanan. Dengan pendekatan ini, pengembangan kompetensi teknis dan digital tidak hanya meningkatkan keterampilan SDM pengawas sebagai individu, tetapi juga memperkuat ekosistem pembelajaran dan pengawasan secara menyeluruh.

2.3.2 Pengembangan Soft Skills dan Kompetensi Manajerial Pengawasan Obat dan Makanan

Pengembangan *soft skills* dan kompetensi manajerial merupakan aspek krusial untuk memastikan SDM pengawasan Obat dan Makanan mampu menjalankan tugas dengan efektif, terutama dalam konteks mengelola sumber daya, kolaborasi lintas sektor, dan pengambilan keputusan strategis. Strategi pengembangan kompetensi ini mencakup pembelajaran untuk mengembangkan kepemimpinan transformatif dengan tujuan membekali SDM pengawas dengan kemampuan memotivasi tim, mendorong inovasi, dan menciptakan budaya kerja yang adaptif terhadap perubahan. Pembelajaran dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan, disesuaikan dengan kebutuhan, termasuk salah satunya melalui *workshop* berbasis simulasi kepemimpinan yang mengintegrasikan studi kasus dan skenario nyata pekerjaan sehingga SDM pengawas dapat belajar mengelola situasi kompleks dalam pengawasan Obat dan Makanan. Selain itu, pembelajaran dalam pengambilan keputusan berbasis data juga harus menjadi prioritas dalam pelaksanaan pengawasan Obat dan Makanan ke depan. Dalam pembelajaran ini, SDM pengawas dituntut untuk belajar cara menganalisis data dan informasi yang kompleks untuk menghasilkan solusi dan keputusan yang tepat, dengan berorientasi pada dampak jangka panjang pengawasan Obat dan Makanan.

Pengembangan kompetensi komunikasi juga menjadi fokus utama dalam penguatan *soft skills* pengawasan Obat dan Makanan. SDM pengawas harus diberikan pembelajaran komunikasi efektif, baik dalam menyampaikan informasi teknis dan keamanan Obat dan Makanan kepada masyarakat maupun dalam bernegosiasi dengan pemangku kepentingan lintas sektor, seperti industri, lembaga pemerintah, maupun lembaga internasional. Simulasi komunikasi lintas budaya dan

pelatihan diplomasi dapat menjadi alternatif kegiatan pengembangan kompetensi, diintegrasikan dengan pekerjaan untuk meningkatkan kemampuan SDM pengawas dalam membangun hubungan kerja yang harmonis, terutama dalam kerangka kerja sama pengawasan. Selain itu, pelatihan *emotional intelligence* menjadi penting untuk menguatkan *soft skills* SDM pengawas, membantu dalam mengelola emosi pegawai, memahami kebutuhan tim, dan menciptakan lingkungan kerja yang kondusif. Pendekatan *experiential learning*, seperti *problem based learning*, *project based learning*, *program mentoring*, *coaching*, ataupun *role play* dapat menjadi alternatif pilihan untuk dilaksanakan, sekaligus memperkuat keterampilan interpersonal SDM pengawasan Obat dan Makanan.

Dalam hal pengembangan kemampuan manajerial SDM pengawas, pembelajaran dalam perencanaan strategis dan manajemen proyek dapat menjadi pilihan untuk membekali SDM pengawas dengan kemampuan mengelola program pengawasan yang kompleks, termasuk inisiatif modernisasi laboratorium pengujian dan pengembangan *smart system* pengawasan berbasis digital. Pembelajaran ini dapat dilakukan melalui modul *e-learning* yang interaktif, dikombinasikan dengan *project based learning* yang memungkinkan SDM pengawas menerapkan pengetahuan mereka secara langsung dalam pekerjaan maupun problem aktual pekerjaan. Selain itu, pembelajaran manajemen konflik dan negosiasi perlu dimasukkan sebagai prioritas untuk membantu SDM pengawasan Obat dan Makanan menyelesaikan tantangan operasional dengan pendekatan yang konstruktif dan berbasis solusi.

Untuk memastikan pengembangan *soft skills* dan kompetensi manajerial SDM pengawasan Obat dan Makanan berjalan efektif, strategi pengembangan kompetensi harus dilengkapi dengan pendekatan monitoring dan evaluasi berbasis kompetensi, mengukur peningkatan kompetensi SDM pengawas melalui asesmen atau evaluasi kompetensi yang terstruktur. Dengan pendekatan pengembangan kompetensi yang implementatif dan berkelanjutan, serta evaluasi kompetensi manajerial yang terstruktur, SDM pengawasan Obat dan Makanan tidak hanya akan menjadi seorang *expertise* yang andal, tetapi juga pemimpin strategis yang mampu berinovasi, bekerja sama lintas sektor, dan mengelola sumber daya maupun tantangan pengawasan Obat dan Makanan secara efektif, saat ini maupun di masa depan.

2.3.3 Pengembangan Kompetensi Ilmiah Pengawasan Obat dan Makanan

Sebagai lembaga pengawasan Obat dan Makanan, BPOM harus memiliki kemampuan ilmiah yang baik, memastikan bahwa semua keputusan dan kebijakan terkait dengan pengawasan Obat dan Makanan didasarkan atas pendekatan dan metodologi ilmiah berbasis bukti. Pengembangan kompetensi ilmiah bagi SDM pengawasan Obat dan Makanan dirancang untuk mendukung BPOM sebagai *scientific based organization* yang mampu menghasilkan kebijakan berbasis bukti dan berdaya saing global. Pendekatan ini dimulai dengan implementasi program pembelajaran intensif yang fokus pada metode ilmiah, termasuk desain analisis kajian, pengolahan data statistik, dan analisis risiko berbasis ilmiah. Pembelajaran ini juga mencakup penguasaan teknologi modern untuk mendukung percepatan interpretasi data

kompleks dan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat. Selain itu, program pembelajaran juga harus mencakup kemampuan membaca dan menilai kualitas jurnal ilmiah atau dokumen ilmiah, sehingga SDM pengawas dapat mengevaluasi validitas bukti yang menjadi dasar kebijakan.

Program pengembangan kompetensi ilmiah juga perlu memperkuat kompetensi SDM pengawas dalam komunikasi ilmiah, sehingga mereka dapat menyampaikan hasil analisis dan rekomendasi kebijakan dengan cara yang mudah dipahami oleh berbagai pemangku kepentingan, termasuk masyarakat, pemerintah, dan mitra internasional. *Workshop* berbasis studi kasus yang melibatkan simulasi penyusunan kebijakan berbasis bukti dapat menjadi pendekatan praktis untuk meningkatkan kemampuan ini. Selain itu, kolaborasi dengan lembaga riset dan universitas, baik nasional maupun internasional, dapat membuka akses bagi SDM pengawas untuk mengikuti program magang, riset kolaboratif, atau studi lanjut di bidang pengawasan berbasis ilmiah. Kerja sama ini juga dapat menciptakan ekosistem inovasi yang mendukung pengembangan kebijakan berbasis bukti.

Untuk memastikan keberlanjutan pengembangan kompetensi SDM pengawas, harus dikembangkan konsep integrasi sistem evaluasi berbasis kompetensi ilmiah dalam proses penilaian kinerja SDM pengawas maupun kinerja organisasi BPOM. Sistem ini dapat mengukur kontribusi SDM pengawas dalam menghasilkan kebijakan berbasis bukti, publikasi ilmiah, atau inovasi dan pengembangan pendekatan baru pengawasan Obat dan Makanan. Selain itu, pemberian penghargaan atau peluang karier yang lebih baik bagi SDM pengawas yang berkontribusi dalam inovasi dan pengembangan kebijakan berbasis data ilmiah dapat

memotivasi peningkatan kompetensi secara berkelanjutan, serta membangun ekosistem pembelajaran di BPOM. Dengan strategi dan program pengembangan kompetensi ilmiah pengawasan Obat dan Makanan, BPOM akan memiliki SDM pengawas yang kompeten dengan berorientasi ilmiah, mendukung pengambilan kebijakan yang valid, terpercaya, dan selaras dengan standar nasional maupun internasional, sekaligus memperkuat posisi BPOM sebagai *scientific based organization*.

2.3.4 Pembangunan Ekosistem Pembelajaran Berkelanjutan

Untuk mendukung pengembangan kompetensi pengawasan Obat dan Makanan jangka panjang, perlu dibangun ekosistem pembelajaran (*learning ecosystem*) yang mendukung pembelajaran berkelanjutan. Pembangunan ekosistem pembelajaran berkelanjutan merupakan strategi penting untuk memastikan pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan yang adaptif terhadap perubahan teknologi, regulasi, dan kebutuhan masyarakat. Strategi utama dalam hal ini adalah pembangunan *learning experiential* pegawai melalui implementasi *Learning Management System (LMS) / Learning Experiential Platform (LXP)* yang dirancang untuk memberikan akses pembelajaran fleksibel. Selain itu juga melalui pemberian pengalaman pembelajaran bagi SDM pengawasan Obat dan Makanan di seluruh wilayah Indonesia. LMS maupun LXP harus mencakup modul pembelajaran *e-learning* yang interaktif, seperti kursus berbasis video, studi kasus, simulasi pengawasan, dan sertifikasi yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja dalam jaringan internet.

Pendekatan ini memungkinkan SDM pengawasan Obat dan Makanan di daerah terpencil untuk tetap mendapatkan pelatihan yang setara dengan mereka yang berada di pusat, mengurangi kesenjangan kompetensi antar wilayah. Selain itu, LMS maupun LXP harus dilengkapi dengan fitur pelaporan kinerja untuk memantau perkembangan SDM pengawas secara *real-time*, sehingga dapat memberikan umpan balik yang relevan dan personal dalam rangkaian program pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan.

Pendekatan lainnya adalah pengintegrasian *experiential learning* dengan penugasan dan pendampingan pegawai melalui *mentoring* dan *coaching* ke dalam ekosistem pembelajaran yang terintegrasi dengan pekerjaan. SDM pengawas yang lebih senior dengan pengalaman luas dalam pengawasan dapat menjadi *mentor* maupun *coach* bagi SDM pengawas yang lebih junior, membantu mereka memahami tantangan dalam pengawasan dan cara mengaplikasikan teori ke dalam praktik pengawasan Obat dan Makanan di lapangan. Program penugasan dan pendampingan dalam pembelajaran melalui *mentoring* atau *coaching* ini dapat difasilitasi melalui *platform* digital untuk meningkatkan efisiensi dan menjangkau lebih banyak peserta. Selain itu, perlu dibangun komunitas pembelajaran berbasis kolaborasi untuk mendorong pertukaran pengetahuan dan pengalaman antar SDM pengawas, baik melalui forum daring maupun kegiatan tatap muka seperti lokakarya atau seminar regional. Komunitas ini dapat berfungsi sebagai wadah diskusi untuk memecahkan masalah bersama, berbagi inovasi, dan memperkuat jaringan kerja di bidang pengawasan Obat dan Makanan.

Ekosistem pembelajaran organisasi juga harus melibatkan kerja sama strategis dengan lembaga pendidikan dan riset, maupun lembaga pelatihan, baik di tingkat nasional maupun internasional. Kemitraan ini dapat membuka akses bagi SDM pengawas untuk mengikuti program magang, penelitian kolaboratif, atau studi lanjut di bidang yang relevan, seperti bioteknologi, digital forensik, dan keamanan pangan. Selain itu, ekosistem pembelajaran harus mendukung pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*) maupun pembelajaran berbasis problem nyata (*problem based learning*) di tempat kerja. SDM pengawas dapat dilibatkan dalam tugas dan problem nyata yang menantang dengan pendampingan *mentor* atau *coach*. Pembelajaran bisa dilakukan melalui penugasan mengembangkan metode pengawasan baru atau merancang kebijakan berbasis data. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kompetensi teknis, tetapi juga keterampilan manajerial dan inovasi.

Untuk memastikan keberlanjutan dalam pembelajaran, ekosistem pembelajaran perlu didukung oleh sistem monitoring dan evaluasi berbasis data. Hal ini penting ini untuk mengukur dampak pengembangan kompetensi SDM terhadap peningkatan kinerja SDM pengawas maupun kinerja organisasi dengan basis data yang baik, serta untuk mengidentifikasi area pengembangan lebih lanjut. Selain itu, pemberian insentif, seperti penghargaan atas pencapaian pembelajaran atau peluang karier yang lebih baik, dapat memotivasi SDM pengawasan Obat dan Makanan untuk terus belajar dan meningkatkan kompetensi mereka. Dengan ekosistem pembelajaran berkelanjutan yang terintegrasi dengan pekerjaan, SDM pengawasan Obat dan Makanan akan mampu mengikuti dinamika global, mendukung inovasi, dan

menjaga keamanan dan produk Obat dan Makanan secara efektif dan efisien.

2.3.5 Kolaborasi Lintas Sektor untuk Pengembangan Kompetensi

Kolaborasi lintas sektor merupakan salah satu strategi kunci dalam pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan di masa depan, terutama untuk menghadapi tantangan global dan tuntutan regulasi yang semakin kompleks. Kolaborasi ini penting mengingat BPOM sebagai lembaga pengawas Obat dan Makanan di Indonesia memiliki keterbatasan dalam mengakses maupun menguasai semua kompetensi yang dibutuhkan dalam pengawasan di era digital di masa depan. Pendekatan ini melibatkan sinergi antara pemerintah, lembaga internasional, industri, lembaga pendidikan, dan masyarakat dalam mendesain program pembelajaran yang relevan, berbasis kebutuhan, dan berorientasi pada solusi praktis. Strategi pengembangan kompetensi ini termasuk dengan membangun kemitraan strategis dengan lembaga internasional seperti WHO, Codex Alimentarius, ASEAN, dan ISO untuk memberikan akses kepada SDM pengawas terhadap pelatihan berbasis standar global, magang internasional, dan sertifikasi yang diakui secara global. Program ini dapat mencakup pelatihan dalam pengawasan berbasis risiko, harmonisasi regulasi internasional, dan penerapan teknologi canggih seperti *artificial intelligence*, *big data*, *internet of things*, dan *blockchain* dalam pengawasan Obat dan Makanan.

Di tingkat nasional, kolaborasi dengan lembaga pendidikan, lembaga pelatihan, dan lembaga riset diperlukan untuk mendukung pengembangan kompetensi SDM

pengawas, serta analisis kajian dan inovasi dalam pengawasan Obat dan Makanan. Melalui kerja sama ini, SDM pengawas dapat berpartisipasi dalam program analisis kajian kolaboratif sekaligus mengembangkan kompetensi yang fokus pada pengembangan metode pengawasan baru, seperti teknologi deteksi cepat untuk bahan aktif, pengujian berbasis genomik, atau pemodelan risiko berbasis data. Lembaga pendidikan juga dapat berkontribusi dalam merancang kurikulum berbasis kebutuhan sektor pengawasan, yang mencakup pelatihan multidisiplin dalam bidang farmasi, bioteknologi, kimia, dan teknologi pangan. Selain itu, program studi lanjut untuk SDM pengawasan Obat dan Makanan, seperti magister atau doktoral di bidang yang relevan, dapat didukung melalui beasiswa hasil kolaborasi antara BPOM dan mitra kolaborasi.

Kolaborasi dengan industri juga menjadi elemen penting untuk memastikan relevansi kompetensi SDM pengawasan terhadap kebutuhan industri dengan fokus peningkatan daya saing industri Obat dan Makanan dalam negeri. Industri dapat memberikan pelatihan berbasis praktik di fasilitas produksi mereka, terutama dalam implementasi *Good Manufacturing Practices* (GMP), keamanan rantai pasok, dan pengelolaan risiko produk. Melalui program ini, SDM pengawas tidak hanya memahami aspek regulasi tetapi juga tantangan teknis yang dihadapi industri sehingga mampu memberikan solusi maupun merekomendasikan kebijakan pengawasan yang lebih realistis dan aplikatif. Selain itu, kolaborasi dengan pelaku usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) juga diperlukan untuk memberdayakan mereka dalam mematuhi regulasi pengawasan, yang secara tidak langsung memperluas cakupan pengawasan produk di tingkat lokal.

Untuk memastikan keberlanjutan dalam program pengembangan kompetensi SDM pengawas, pendekatan implementatif harus mencakup forum koordinasi lintas sektor yang rutin, baik di tingkat nasional maupun internasional. Forum ini berfungsi sebagai ruang diskusi untuk berbagi praktik terbaik, membahas tantangan bersama, dan merancang program pengembangan kompetensi yang lebih terarah. Sistem monitoring dan evaluasi kolaboratif juga perlu diterapkan untuk mengukur dampak dari inisiatif pengembangan kompetensi yang melibatkan banyak pihak. Dengan pendekatan yang terintegrasi, kolaborasi lintas sektor tidak hanya meningkatkan kompetensi SDM pengawas, tetapi juga menciptakan ekosistem pengawasan Obat dan Makanan yang lebih kuat, inovatif, dan responsif terhadap dinamika global.

2.3.6 Monitoring dan Evaluasi Program Pengembangan Kompetensi

Monitoring dan evaluasi program pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan yang terstruktur merupakan langkah strategis untuk memastikan bahwa setiap program pembelajaran dan pengembangan kompetensi SDM memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan kinerja individu maupun organisasi. Strategi utama dalam monitoring dan evaluasi adalah penerapan sistem evaluasi berbasis data yang mampu mengukur pencapaian kompetensi melalui indikator yang jelas, seperti peningkatan kompetensi teknis pengawasan, penerapan teknologi baru, dan efektivitas pengambilan keputusan. Dalam menjamin kualitas monitoring dan evaluasi, perlu dikembangkan *platform* digital terintegrasi yang

memungkinkan pengumpulan, analisis, dan visualisasi data monitoring dan evaluasi secara *real-time*. Platform ini harus dirancang untuk mencatat setiap aktivitas pengembangan kompetensi, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, keikutsertaan pelatihan hingga hasil evaluasi pasca kegiatan pengembangan kompetensi sehingga memungkinkan penilaian yang komprehensif dan berbasis bukti.

Pendekatan implementatif dalam monitoring dan evaluasi pengembangan kompetensi SDM pengawas mencakup pelaksanaan asesmen awal (*baseline assessment*) sebelum program atau kegiatan dimulai untuk mengidentifikasi kebutuhan kompetensi individu dan tim, serta membandingkannya dengan hasil akhir setelah program atau kegiatan pengembangan kompetensi dilakukan. Metode evaluasi harus mencakup kombinasi antara evaluasi formatif (dilakukan selama program berlangsung untuk mengidentifikasi area yang perlu perbaikan) dan evaluasi sumatif (dilakukan setelah program selesai untuk menilai keberhasilannya secara keseluruhan). Alat evaluasi dapat berupa tes atau uji kompetensi teknis, simulasi praktik kerja, observasi langsung, evaluasi kinerja peserta setelah pelatihan, atau penilaian 360 derajat yang melibatkan umpan balik dari rekan kerja, atasan, dan bahkan konsumen. Selain itu, pelibatan studi kasus dan proyek nyata dalam proses evaluasi dapat memberikan gambaran yang lebih akurat tentang kemampuan SDM pengawas dalam menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dalam pekerjaan nyata pengawasan Obat dan Makanan.

Monitoring dan evaluasi juga harus dirancang untuk mengevaluasi dampak program pengembangan kompetensi terhadap kinerja organisasi, seperti peningkatan efisiensi

pengawasan, pengurangan risiko keamanan produk, dan adopsi teknologi baru. Untuk ini, diperlukan *key performance indicators* (KPI) yang spesifik dan terukur, seperti jumlah SDM pengawasan yang berhasil mengembangkan atau menerapkan metode analisis baru dalam pengujian, atau meningkatkan kesadaran masyarakat atas keamanan produk Obat dan Makanan, atau peningkatan kepatuhan industri terhadap regulasi setelah dilibatkan dalam program kolaboratif. Data dari evaluasi ini harus dimanfaatkan untuk menyusun rekomendasi perbaikan dan penyempurnaan program pengembangan kompetensi di masa depan.

Untuk memastikan keterlibatan aktif semua pihak yang terlibat, strategi monitoring dan evaluasi juga harus melibatkan kolaborasi lintas sektor, termasuk pelatih atau fasilitator, peserta, atasan, dan pemangku kepentingan eksternal, seperti lembaga sertifikasi atau mitra internasional. Umpan balik yang diterima dari berbagai pihak dapat memberikan perspektif yang lebih luas terhadap efektivitas program pengembangan kompetensi. Selain itu, publikasi hasil evaluasi secara transparan kepada seluruh SDM yang terkait dapat membangun kepercayaan dan memotivasi partisipasi yang lebih besar dalam program-program pengembangan kompetensi berikutnya. Dengan pendekatan monitoring dan evaluasi yang terstruktur, berbasis data, dan melibatkan kolaborasi lintas sektor, program pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan dapat terus disempurnakan untuk menjawab kebutuhan dinamis di lapangan. Hasilnya, SDM pengawas yang lebih kompeten, inovatif, dan responsif terhadap tantangan global, yang pada akhirnya mendukung *smart system* pengawasan yang modern, efektif, dan efisien. Dengan demikian, pendidikan dan

pelatihan berbasis teknologi, pembelajaran sepanjang hayat, dan pendekatan heutagogi menjadi kebutuhan utama untuk menciptakan SDM pengawas yang kompetitif di era digital saat ini maupun di masa depan, sekaligus mendorong pembangunan berkelanjutan selaras visi Indonesia Emas 2045.

2.4 Sertifikasi dan Spesialisasi Pengawasan Obat dan Makanan

Dalam menghadapi tantangan pengawasan Obat dan Makanan yang semakin kompleks, sertifikasi dan spesialisasi SDM pengawasan Obat dan Makanan menjadi kebutuhan untuk memastikan profesionalisme dan kredibilitas pengawasan Obat dan Makanan. SDM pengawas perlu memiliki sertifikasi kompetensi dan spesialisasi sesuai dengan fungsi pengawasan Obat dan Makanan, serta spesialisasi jabatan fungsional Pengawas Farmasi dan Makanan (PFM). Misalnya, seorang Penyidik Pegawai Negeri Sipil (PPNS) harus lulus pelatihan dan memiliki sertifikasi sebagai PPNS untuk dapat melaksanakan pekerjaan penyidikan tindak kejahatan Obat dan Makanan. Contoh lainnya adalah seorang inspektur farmakovigilans membutuhkan sertifikasi dalam pemantauan efek samping obat untuk mengidentifikasi dan mencegah risiko penggunaan obat yang tidak sesuai ketentuan, sedangkan inspektur kosmetik memerlukan keahlian dan sertifikasi untuk melaksanakan tanggung jawabnya sebagai inspektur. Selain itu, pengawasan terhadap obat kuasi dan suplemen kesehatan membutuhkan spesialisasi dan sertifikasi kompetensi untuk memahami regulasi yang terus berkembang dan penggunaan teknologi analitik canggih seperti deteksi genomik, sehingga SDM pengawas mampu

memberikan jaminan keamanan dan mutu produk secara akurat.

Selain itu, sertifikasi kompetensi lainnya pada bidang spesifik yang mendukung pengawasan juga penting untuk dikuasai, seperti farmakovigilans, analisis risiko berbasis teknologi, inteligensi produk, digital forensik, dan keamanan siber (*cyber security*), dan juga bidang spesifik lainnya untuk mengimbangi perkembangan teknologi dan ancaman global. SDM pengawasan Obat dan Makanan harus memiliki keahlian spesifik untuk melacak dan menganalisis data yang kompleks, terutama dalam menangani kasus-kasus seperti distribusi produk ilegal melalui *e-commerce* atau manipulasi data dalam proses produksi sehingga penting untuk memiliki sertifikasi di bidang keamanan siber dan analisis digital forensik. Sertifikasi ini tidak hanya memberikan pengakuan formal atas kompetensi dan keahlian SDM pengawasan Obat dan Makanan, tetapi juga memastikan bahwa SDM pengawas memiliki keahlian maupun spesialisasi (*expertise*) yang sesuai dengan standar internasional sehingga dapat berkontribusi dalam harmonisasi regulasi dan pengawasan global.

Selain itu, sertifikasi kompetensi dalam metode analitik modern seperti *genomik*, *proteomik*, dan teknologi deteksi cepat juga menjadi kebutuhan yang layak untuk dipertimbangkan dikuasai oleh SDM pengawasan Obat dan Makanan. Sementara itu, pada fungsi pengujian, sertifikasi kompetensi juga diperlukan untuk SDM pengawas di laboratorium, seperti sertifikasi sebagai spesialis analisis laboratorium biologi, kalibrasi, dan kimia analitik untuk menjamin keakuratan, kualitas, dan kepercayaan publik atas hasil pengujian. Hal tersebut penting mengingat produk-produk Obat dan Makanan inovatif yang masuk ke pasar

sering kali melibatkan teknologi canggih yang memerlukan keahlian multidisiplin keilmuan. Spesialisasi jabatan fungsional PFM dalam pengawasan berbasis risiko juga penting untuk mendukung deteksi dini produk berbahaya atau tidak memenuhi standar. Program sertifikasi juga perlu mencakup kemampuan strategis, seperti *regulatory science* dan manajemen sistem pengawasan yang membantu SDM pengawas dalam merancang kebijakan dan sistem yang adaptif terhadap perubahan global. Sertifikasi kompetensi dapat diselenggarakan melalui kolaborasi dengan lembaga internasional seperti WHO atau ISO untuk memastikan bahwa SDM pengawasan Obat dan Makanan tidak hanya relevan secara nasional, tetapi juga diakui secara global.

Di luar aspek teknis, SDM pengawasan Obat dan Makanan pada fungsi penyuluhan juga memerlukan sertifikasi di bidang advokasi Obat dan Makanan, keterbukaan informasi publik, dan juga pendampingan dan pemberdayaan UMKM Obat dan Makanan. Kompetensi ini menjadi penting untuk mendorong partisipasi masyarakat dan pelaku usaha dalam mendukung pengawasan yang lebih efektif, sehingga menciptakan sistem pengawasan yang berkelanjutan dan terpercaya. Dengan sertifikasi kompetensi dan spesialisasi jabatan fungsional yang spesifik dan fokus, SDM pengawasan Obat dan Makanan akan memiliki daya saing tinggi, profesionalisme yang diakui, dan kemampuan untuk mendukung *smart system* pengawasan Obat dan Makanan yang modern, akurat, dan terpercaya menuju Indonesia Emas 2045.

BAB 3

Pengembangan Spesialis Pengawasan Obat dan Makanan

3.1 Umum

Pejabat fungsional Pengawas Farmasi dan Makanan (PFM) merupakan SDM utama pengawasan Obat dan Makanan. Sebagai seorang pejabat fungsional, mengacu kepada Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 16 Tahun 1994 tentang Jabatan Fungsional Pegawai Negeri Sipil, PFM dituntut untuk mampu melakukan pekerjaan dengan metodologi, teknik analisis, maupun teknik dan prosedur kerja dengan disiplin ilmu pengetahuan dan/atau pelatihan teknis tertentu dengan sertifikasi kompetensi. Dalam konteks pengawasan Obat dan Makanan, PFM harus memiliki sertifikasi kompetensi di bidang pengawasan Obat dan Makanan. Kepemilikan sertifikasi kompetensi juga menjadi pengakuan atau rekognisi atas spesialisasi keahlian PFM di bidang pengawasan Obat dan Makanan.

Meskipun secara tersurat telah dinyatakan dalam regulasi bahwa pejabat fungsional dalam melaksanakan pekerjaan harus memiliki sertifikasi kompetensi dengan keahlian atau spesialisasi yang spesifik, kenyataannya ketentuan tersebut belum sepenuhnya dilaksanakan dengan baik dalam manajemen jabatan fungsional di Indonesia. Dari evaluasi yang dilakukan oleh Lembaga Administrasi Negara (2018), manajemen jabatan fungsional di Indonesia belum sepenuhnya dikelola secara profesional. Misalnya, dalam proses pengangkatan dan promosi jabatan fungsional

cenderung dilaksanakan secara umum dan kurang mendetail dilakukan evaluasi berdasarkan kebutuhan kompetensi spesifik maupun kebutuhan spesialisasi khusus dengan sertifikasi kompetensi jabatan. Evaluasi kebutuhan yang belum sepenuhnya menggambarkan kebutuhan detail dengan spesialisasi spesifik jabatan fungsional menyebabkan penempatan seorang pejabat fungsional belum sepenuhnya sesuai kebutuhan organisasi. Program pengembangan kompetensi pada jabatan fungsional sering kali belum konsisten dan belum terintegrasi dengan sistem manajemen PNS lainnya sehingga menghambat keberlanjutan program pengembangan kompetensi pejabat fungsional (Firmansyah, 2023).

Meskipun saat ini belum berada dalam kondisi ideal manajemen jabatan fungsional, peningkatan kualitas PFM sebagai SDM utama pengawasan Obat dan Makanan harus terus dilakukan untuk menghadapi tantangan pengawasan Obat dan Makanan yang terus meningkat dan semakin kompleks. Salah satu upaya yang harus dilakukan adalah mendorong setiap PFM memiliki keahlian yang spesifik dan terspesialis (*expert*), didukung dengan metodologi kerja dan teknik analisis dengan sertifikasi kompetensi. Hal tersebut juga sejalan dengan transformasi dalam sistem manajemen dan pembinaan jabatan fungsional PFM sebagai tindak lanjut Peraturan Menteri PAN dan RB Nomor 1 Tahun 2023 tentang Jabatan Fungsional, khususnya melalui penetapan Peraturan Menteri PAN dan RB Nomor 13 Tahun 2024 tentang Jabatan Fungsional PFM. Dalam Peraturan Menteri PAN dan RB tersebut diatur bahwa PFM wajib memiliki sertifikat kompetensi sebagai prasyarat dapat melaksanakan pekerjaan pada ruang lingkup pengawasan Obat dan Makanan, termasuk kewajiban memiliki

sertifikat Penyidik Pegawai Negeri Sipil (PPNS) bagi PFM yang melaksanakan pekerjaan penyidikan. Kewajiban memiliki sertifikat kompetensi juga sebagai upaya mendorong profesionalisme PFM dengan kompetensi dan keahlian spesifik (*expertise*) yang terspesialisasi di bidang pengawasan Obat dan Makanan. Upaya tersebut sejalan dengan *grand design Human Capital Management (HCM)* BPOM yang mendorong pembangunan *global expert* di bidang pengawasan Obat dan Makanan pada tahun 2045 (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2020).

Pengembangan *expertise* atau spesialis di bidang pengawasan Obat dan Makanan, khususnya dalam pembinaan PFM merupakan upaya transformasi pembinaan PFM sebagai pilihan karier PFM. Transformasi tersebut juga sebagai upaya untuk dapat menghadirkan kepastian dan keadilan karier PFM, menciptakan iklim kompetitif yang sehat, dan mampu mendorong setiap PFM untuk terus belajar dan bertumbuh, kompeten, *expert*, professional, serta menjadi solusi atas permasalahan Negeri di bidang Obat dan Makanan. Pengembangan spesialis PFM juga harus dilakukan mengingat hampir mustahil dapat dikembangkan seorang PFM dengan kemampuan melakukan pengawasan Obat dan Makanan pada seluruh bisnis proses dan fungsi pengawasan yang meliputi standardisasi, penilaian, pemeriksaan, penindakan, pengujian, dan penyuluhan Obat dan Makanan. Disamping itu, produk yang menjadi obyek pengawasan Obat dan Makanan mengacu kepada Peraturan Presiden Nomor 80 Tahun 2017 tentang BPOM meliputi obat, bahan obat, narkotika, psikotropika, prekursor, zat adiktif, obat tradisional, suplemen kesehatan, kosmetik, dan pangan olahan. Seiring dengan penetapan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang

Kesehatan, obyek pengawasan tersebut diperluas dengan obat bahan alam dan juga obat kuasai, termasuk vaksin sebagai produk biologi yang juga harus dilakukan pengawasan. Dengan luasnya ruang lingkup pengawasan Obat dan Makanan, yang meliputi fungsi pengawasan dan juga komoditi produk yang diawasi, seorang pejabat fungsional PFM membutuhkan kemampuan spesifik dengan spesialisasi (*expertise*) khusus dalam pekerjaannya.

3.2 Pengembangan Spesialis (*Expertise*) Pengawas Farmasi dan Makanan

Pejabat fungsional Pengawas Farmasi dan Makanan (PFM) memiliki tugas jabatan melaksanakan pengawasan Obat dan Makanan. Tugas jabatan tersebut dilaksanakan dengan memperhatikan ruang lingkup kegiatan yang meliputi standardisasi, penilaian, pemeriksaan, penindakan, pengujian, dan penyuluhan Obat dan Makanan. Ruang lingkup kegiatan tersebut merupakan fungsi pengawasan Obat dan Makanan dengan kewajiban setiap PFM untuk memiliki sertifikat kompetensi sebagai prasyarat untuk dapat melaksanakan pekerjaan sesuai dengan ruang lingkup kegiatan PFM. Kewajiban memiliki sertifikat kompetensi bagi setiap PFM merupakan bagian dari upaya untuk memastikan pekerjaan pengawasan Obat dan Makanan dilakukan oleh SDM pengawas dengan kualitas terbaik, dengan kompetensi dan spesialis (*expertise*) yang spesifik dalam melaksanakan pekerjaannya. Untuk menjamin bahwa PFM memiliki spesialisasi dalam melaksanakan pekerjaan pengawasan Obat dan Makanan, maka dikembangkan manajemen spesialis jabatan fungsional PFM sebagai bagian dari upaya pembinaan PFM.

Manajemen spesialis jabatan dalam pembinaan karier berperan penting dalam peningkatan efisiensi dan efektivitas SDM di suatu organisasi. Perencanaan karier individu dan organisasi harus memiliki keselarasan untuk memastikan bahwa kompetensi atau spesialisasi spesifik pegawai dapat dioptimalkan, sehingga mendukung tujuan strategis organisasi. Dalam hal ini, proses dalam manajemen spesialis jabatan yang fokus pada pengelolaan kompetensi atau spesialisasi spesifik pegawai menjadi penting bagi organisasi. Melalui proses yang terstruktur dalam penilaian kompetensi, perencanaan karier dengan jalur karier spesialis yang transparan, serta pelatihan yang sesuai bagi pegawai untuk mengembangkan kemampuan spesifik dan terspesialis yang dibutuhkan menjadi relevan untuk dilakukan organisasi bersama pegawai (N. A. Putri & Pratiwi, 2024). Dengan manajemen spesialis, seorang PFM, selain jabatannya dalam manajemen ASN sebagai pejabat fungsional, wajib memiliki spesialisasi dalam bidang tugas sesuai ruang lingkup pekerjaan pengawasan Obat dan Makanan. Dengan predikat sebagai seorang spesialis PFM, setiap PFM wajib memiliki kompetensi dan spesialisasi khusus mendukung profesionalisme dalam pekerjaan, disesuaikan dengan ruang lingkup pekerjaan pengawasan Obat dan Makanan.

Dalam perkembangan pembinaan karier spesialis, keputusan tentang pilihan karier spesialis tidaklah statis, tetapi berkembang dinamis seiring peningkatan kemampuan spesialis pegawai melalui pendidikan, pelatihan, dan pengalaman kerja, serta pegawai menemukan peluang baru dalam kariernya (Nadarajah et al., 2022). Sifat dinamis dari pengambilan keputusan karier ini menggarisbawahi pentingnya kemampuan beradaptasi dan terbuka terhadap

perubahan. Selain itu, motivasi dibalik pilihan karier di bidang-bidang khusus yang terspesialisasi dapat sangat bervariasi, dipengaruhi oleh minat pribadi, permintaan dan kebutuhan pasar, dan kebanggaan yang dirasakan terkait dengan spesialisasi tertentu yang dimiliki pegawai (Chew et al., 2011).

Untuk menjamin profesionalisme PFM dalam melaksanakan ruang lingkup pekerjaan pengawasan Obat dan Makanan, telah diidentifikasi 35 jenis spesialis PFM untuk 6 fungsi pengawasan sebagai berikut:

1. Fungsi Standardisasi Obat dan Makanan
 - a. Analis Regulasi Obat
 - b. Analis Regulasi Kosmetik
 - c. Analis Regulasi Obat Bahan Alam
 - d. Analis Regulasi Suplemen Kesehatan dan Obat Kuasi
 - e. Analis Regulasi Pangan
2. Fungsi Penilaian Obat dan Makanan
 - a. Evaluator Obat
 - b. Evaluator Uji Klinik Obat
 - c. Evaluator Kosmetik
 - d. Evaluator Produk dan Iklan Obat Bahan Alam, Suplemen Kesehatan, dan Obat Kuasi
 - e. Evaluator Uji Klinik Obat Bahan Alam, Suplemen Kesehatan, dan Obat Kuasi
 - f. Evaluator Pangan Olahan
3. Fungsi Pemeriksaan Obat dan Makanan
 - a. Analis Risiko Keamanan Pangan
 - b. Evaluator Pengawasan Obat dan Nappza
 - c. Inspektur Cara Distribusi Obat yang Baik (CDOB)
 - d. Inspektur Cara Pembuatan Obat yang Baik (CPOB)
 - e. Inspektur Cara Uji Klinik yang Baik (CUKB)

- f. Inspektur Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik (CPOTB)
 - g. Inspektur Farmakovigilans
 - h. Inspektur Kosmetik
 - i. Inspektur Obat Bahan Alam, Obat Kuasi, dan Suplemen Kesehatan
 - j. Inspektur Keamanan Pangan
 - k. Pengawas Obat dan Makanan Daerah
4. Fungsi Penindakan Obat dan Makanan
 - a. Analis Intelijen Obat dan Makanan
 - b. Analis Siber Obat dan Makanan
 - c. Digital Forensik Spesialis
 - d. Analis Pencegahan Kejahatan Obat dan Makanan
 - e. Penyidik Obat dan Makanan
 5. Fungsi Pengujian Obat dan Makanan
 - a. Analis Laboratorium Biologi
 - b. Analis Laboratorium Kimia
 - c. Analis Laboratorium Kalibrasi
 6. Fungsi Penyuluhan
 - a. Analis Advokasi Obat dan Makanan
 - b. Analis Keterbukaan Informasi Publik
 - c. Analis Pengaduan Obat dan Makanan
 - d. Penyuluh Obat dan Makanan
 - e. Fasilitator Pemberdayaan UMKM Obat dan Makanan
- Setiap spesialis PFM memiliki 3 jenjang spesialis yang menunjukkan level spesialisasi dalam melaksanakan pekerjaan teknis pengawasan Obat dan Makanan, meliputi:
1. Spesialis PFM jenjang Kepala atau *Advance*, setara dengan PFM Ahli Madya dan Ahli Utama;
 2. Spesialis PFM jenjang Lanjutan atau *Senior*, setara dengan PFM Ahli Muda; dan

3. Spesialis PFM jenjang Dasar atau *Junior*, setara dengan PFM Ahli Pertama.

Selain itu, untuk mendapatkan predikat sebagai spesialis PFM sesuai level spesialisasi tersebut, setiap PFM harus memenuhi syarat yang meliputi syarat pendidikan, syarat pelatihan dan kompetensi, serta syarat pengalaman kerja. Setiap spesialis PFM pada setiap jenjang spesialisnya memiliki uraian pekerjaan yang menjadi tanggung jawab spesialis dan wajib diakomodir dalam rencana kinerja PFM. Selain itu, setiap jenjang spesialis PFM juga memiliki standar keluaran (*output*) hasil kerja yang sekaligus menjadi ekspektasi kinerja spesialis PFM sebagai bahan evaluasi kinerja spesialis.

3.3 Pembinaan Karier dan Pengembangan Kompetensi Pengawas Farmasi dan Makanan

Perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang manajemen SDM telah mempengaruhi pendekatan dalam pembinaan karier dan kompetensi pegawai yang berkembang lebih fleksibel dan dinamis. Seiring dengan perkembangan, orientasi karier pegawai tidak hanya berorientasi vertikal naik ke atas, tetapi lebih dinamis dan bersifat pivotal serta fleksibel yang ditandai karakteristik multi transisi antara pekerjaan, fungsi, dan/atau unit organisasi (Hirschi & Koen, 2021). Dalam manajemen pembinaan PFM, pengembangan manajemen karier spesialis sejalan dengan perkembangan pendekatan dalam pembinaan karier dan kompetensi pegawai. Model manajemen karier tradisional yang bersifat vertikal dan menekankan tanggung jawab organisasi untuk pengembangan karier bergeser ke arah manajemen karier individu yang fleksibel dan adaptif. Pegawai dianggap sebagai profesional yang semakin

diharapkan untuk bertanggung jawab atas pola dan jenjang karier mereka. Tanggung jawab manajemen karier telah bergeser dari organisasi selaku pemberi kerja ke pegawai selaku profesional, dengan menekankan pentingnya manajemen karier mandiri dalam mencapai kepuasan dan kesuksesan karier (Wickramaratne, 2021a, 2021b). Pergeseran ini selanjutnya didukung oleh model kognitif sosial dari manajemen karier mandiri, yang menyatakan bahwa individu secara aktif membentuk jalur karier mereka melalui perilaku adaptif dan proses pengambilan keputusan (Lent & Brown, 2013). Manajemen karier yang fleksibel dan adaptif juga memungkinkan pegawai untuk merespons secara proaktif tuntutan dunia kerja yang terus berubah dengan karier yang relevan. Adaptasi dan fleksibilitas karier termasuk didalamnya adalah pemenuhan berbagai kompetensi yang dibutuhkan dalam memfasilitasi eksplorasi karier, penetapan tujuan, dan pengembangan strategi untuk mengelola transisi karier pegawai secara efektif (Shava & Chinyamurindi, 2021). Kondisi tersebut ikut mewarnai kompleksitas pilihan karier pegawai yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk aspirasi karier pegawai, dukungan organisasi, dan sifat lingkungan kerja yang terus berkembang.

Dalam konteks pembinaan PFM, untuk memastikan bahwa pengawasan Obat dan Makanan dilaksanakan oleh SDM yang profesional dengan kompetensi dan spesialisasi yang sesuai, setiap pejabat fungsional PFM wajib memiliki minimal satu spesialis PFM sebagai bagian dari pembinaan karier PFM. Meskipun demikian, seorang PFM dapat memiliki lebih dari satu spesialis PFM, atau mengembangkan karier spesialisnya dengan jalur ganda. Dukungan organisasi memiliki peran penting dalam memfasilitasi manajemen

karier spesialis. Studi menunjukkan bahwa budaya dukungan pengembangan karier oleh organisasi dapat secara signifikan meningkatkan kepuasan dan komitmen pegawai terhadap pekerjaan dan organisasi (Noor et al., 2020; Wickramaratne, 2021a). Lebih jauh lagi, fasilitasi konsep jenjang dan jalur karier ganda yang memungkinkan jalur kemajuan karier paralel bagi para spesialis, menggambarkan bagaimana organisasi dapat beradaptasi dengan kebutuhan tenaga kerja mereka sambil mendorong pertumbuhan karier pegawainya (Pluut et al., 2018).

Banyaknya pilihan karier spesialis PFM menjadi bagian dari kompleksitas dan fleksibilitas karier PFM mengingat seorang PFM dimungkinkan memiliki lebih dari satu spesialis PFM. Dalam hal ini, aspirasi karier individu PFM yang diselaraskan dengan kebutuhan organisasi menjadi hal utama yang harus dikelola oleh organisasi, selaras dengan konsep dan prinsip *Employee Value Proposition* (EVP) dalam manajemen SDM. EVP merupakan alat strategis untuk menarik, melibatkan, dan mempertahankan talenta organisasi, serta sebagai bentuk komitmen organisasi terhadap pegawainya dalam menarik, mempertahankan, dan memotivasi pegawai, selain mencerminkan budaya, nilai, branding organisasi, dan pengalaman kerja secara keseluruhan (Joshi & Khullar, 2024; Veldsman & Merwe, 2022). Selain sebagai pelaksanaan dari prinsip dan pendekatan EVP dalam manajemen pembinaan PFM, predikat spesialis PFM yang dimiliki pejabat fungsional PFM juga sebagai upaya dalam pembinaan karier PFM. Predikat spesialis PFM akan diperhitungkan sebagai poin seleksi dalam kenaikan jenjang jabatan fungsional PFM. Penguasaan spesialisasi jabatan fungsional PFM melalui pemberian predikat spesialis PFM

sesuai jenjang jabatan fungsionalnya juga sebagai prasyarat seorang PFM dapat diberikan penghargaan kenaikan jenjang jabatan fungsional PFM. Dengan kondisi tersebut, hanya PFM yang memiliki spesialis PFM jenjang Lanjutan atau *Senior* yang dapat naik jenjang jabatan fungsional sebagai PFM Ahli Muda, dan hanya PFM yang memiliki spesialis PFM jenjang Kepala atau *Advance* yang dapat naik jenjang jabatan fungsional sebagai PFM Ahli Madya atau Ahli Utama.

Pengembangan karier dan peningkatan kompetensi PFM merupakan aspek esensial dalam memastikan pengawasan terhadap Obat dan Makanan dilaksanakan oleh SDM pengawas yang profesional dan kompeten sesuai dengan spesialisasinya di masa depan. Pegawai dengan keahlian mendalam dalam bidang tertentu cenderung lebih efektif dalam menjalankan tugas dan tanggung jawabnya (Becker, 1964). Dalam teorinya, Becker (1964) menekankan bahwa investasi pada pendidikan dan pelatihan yang bersifat spesifik dapat meningkatkan produktivitas individu, yang pada akhirnya berkontribusi pada optimalisasi kinerja organisasi. Oleh sebab itu, memastikan bahwa hanya PFM yang memiliki kompetensi dan spesialisasi spesifik dengan keahlian mendalam yang layak mendapatkan penghargaan kenaikan jenjang jabatan fungsional merupakan langkah strategis untuk mempertahankan standar profesionalisme dan kualitas pengawasan Obat dan Makanan. Pendekatan ini selaras dengan temuan McKinsey (2016) yang mengindikasikan bahwa organisasi yang memprioritaskan pengembangan kompetensi spesifik pegawai cenderung menghasilkan kinerja yang unggul serta inovatif.

Selain itu, pembinaan karier pejabat fungsional PFM dengan spesialisasinya juga harus dipastikan dapat

dilakukan mutasi/rotasi sebagai bagian dari pengembangan karier dan kompetensi PFM. Permindahan PFM melalui mutasi/rotasi disebut juga dengan *talent mobility*, dilakukan dalam jenjang jabatan fungsional PFM yang sama, dapat dilakukan antar spesialis PFM maupun dalam spesialis PFM yang sama. *Talent mobility* PFM juga merupakan salah satu upaya dalam pengembangan kompetensi PFM melalui pengkayaan pengalaman kerja PFM melalui *up-skilling* dan *re-skilling* kompetensi (Rangarajan & Rubasree, 2024). Menurut Scullion dan Collings (2019), dalam implementasi *talent mobility* sebagai bagian dari strategi pembinaan karier pegawai, cakupan *talent mobility* tidak sebatas pada perpindahan fisik pegawai, tetapi juga pengembangan kompetensi yang dibutuhkan organisasi dalam menghadapi tantangan yang terus berubah. Kemampuan organisasi dalam mengelola *talent mobility* akan menghasilkan peningkatan pada inovasi dan kepuasan pegawai, serta berkontribusi pada berkembangnya kepemimpinan yang lebih baik.

Pembinaan karier PFM dilakukan sesuai dengan prinsip meritokrasi melalui manajemen talenta PFM. Meritokrasi merupakan suatu prinsip yang menekankan bahwa proses pemilihan dan promosi pegawai dilakukan berdasarkan aspek kemampuan dan prestasi pegawai, bukan berdasarkan faktor-faktor lain seperti nepotisme atau favoritisme. Meritokrasi menjadi landasan manajemen talenta dalam memastikan bahwa organisasi mampu mengidentifikasi, mengembangkan, dan mempertahankan talenta terbaik organisasi. Efektivitas manajemen talenta memerlukan adanya transparansi dan keadilan dalam sistem, yang memungkinkan pegawai untuk melihat bagaimana kemajuan karier mereka ditentukan oleh kinerja, kompetensi, dan kontribusi terhadap organisasi.

Organisasi yang menerapkan meritokrasi cenderung memiliki tingkat *employee engagement* yang lebih tinggi, karena adanya rasa dihargai dan diakui atas usaha mereka (Boudreau & Ramstad, 2005). Sedangkan manajemen talenta sesuai dengan Peraturan Menteri PAN dan RB Nomor 3 Tahun 2020 diartikan sebagai sistem manajemen karier ASN yang meliputi tahapan akuisisi, pengembangan, retensi, dan penempatan talenta yang diprioritaskan untuk menduduki jenjang jabatan yang lebih tinggi berdasarkan tingkatan potensial dan kinerja tertinggi melalui mekanisme tertentu yang dilakukan secara efektif dan berkelanjutan memenuhi kebutuhan organisasi. Dengan meritokrasi melalui manajemen talenta PFM, diharapkan akan tercipta keadilan dan transparansi dalam pembinaan karier PFM. Penetapan spesialis PFM juga merupakan bentuk transparansi dalam pembinaan karier pegawai. PFM dengan aspirasi karier individu dapat merencanakan pilihan karier spesialis PFM yang diminati sebagai bagian dari pembinaan karier PFM. Dengan kriteria yang jelas untuk mendapatkan predikat spesialis PFM, termasuk kewajiban mengikuti pelatihan maupun kepemilikan sertifikat kompetensi, setiap PFM dapat memutuskan rencana kariernya sendiri dengan tetap mengacu kepada kebutuhan karier organisasi sebagai acuan utama perencanaan karier pegawai.

Dalam manajemen talenta PFM diatur kriteria PFM yang dapat ditetapkan sebagai talenta PFM, yaitu hanya PFM yang memiliki potensi dan kinerja terbaik yang dapat diberikan penghargaan kenaikan jenjang jabatan fungsional PFM. Dalam hal seorang PFM yang memenuhi syarat dapat diberikan kenaikan jenjang jabatan fungsional PFM atau promosi jabatan lebih banyak dibanding kuota atau formasi jabatan fungsional

PFM, maka dilakukan seleksi talenta dengan mempertimbangkan aspek evaluasi sebagai berikut:

1. Penghargaan dan prestasi kerja tingkat nasional dan/atau internasional bidang pengawasan Obat dan Makanan yang dimiliki PFM;
2. Publikasi ilmiah dalam bentuk jurnal dan/atau buku di bidang pengawasan Obat dan Makanan yang dimiliki PFM;
3. Sertifikat kompetensi bidang pengawasan Obat dan Makanan yang dimiliki PFM; dan
4. Predikat spesialis PFM yang dimiliki PFM.

Evaluasi dilakukan melalui sistem poin berdasarkan aspek evaluasi, sehingga talenta PFM yang memiliki poin terbanyak yang diprioritaskan untuk diberikan penghargaan melalui kenaikan jenjang jabatan fungsional PFM.

Dalam pembinaan karier melalui mutasi/rotasi maupun promosi jabatan fungsional PFM, harus dipastikan bahwa seorang PFM memenuhi persyaratan kualifikasi, kompetensi, dan kinerja, baik persyaratan sebagai seorang spesialis PFM maupun sebagai pejabat fungsional PFM. Sebagai seorang spesialis, seorang PFM wajib memiliki kompetensi kerja khusus sesuai dengan ruang lingkup pekerjaan PFM, sekaligus sebagai prasyarat untuk dapat diberikan predikat sebagai spesialis PFM. Sedangkan sebagai seorang pejabat fungsional PFM, seorang PFM wajib memiliki kompetensi jabatan, mengacu kepada standar kompetensi jabatan fungsional PFM. Penguasaan kompetensi kerja khusus dievaluasi berdasarkan kelulusan modul pembelajaran wajib untuk setiap kompetensi, maupun penguasaan kompetensi sesuai dengan sertifikasi kompetensi spesialis PFM yang dilakukan. Sedangkan kompetensi jabatan fungsional dievaluasi melalui uji kompetensi jabatan fungsional PFM.

Pengembangan kompetensi spesialis PFM dilakukan melalui pendekatan *tailormade*, yaitu suatu strategi yang menekankan penyesuaian pada program pelatihan dan pengembangan dalam memenuhi kebutuhan spesifik individu maupun kelompok dalam suatu organisasi. Pendekatan ini mengacu pada teori *the modern practice of adult education* yang menekankan bahwa efektivitas pada pembelajaran terjadi ketika materi yang diajarkan memiliki relevansi dengan pengalaman dan kebutuhan individu (Knowles, 1980). Dengan pendekatan tersebut, seorang pejabat fungsional PFM yang dilakukan mutasi/rotasi antar spesialis PFM dalam jenjang jabatan fungsional PFM yang sama tidak harus mengikuti pembelajaran pada semua modul wajib yang harus dikuasai PFM, atau mengikuti sertifikasi kompetensi pada semua syarat kompetensi kerja khusus sesuai dengan spesialis PFM tujuan rotasi/mutasi. Kondisi tersebut dilakukan apabila terdapat modul pembelajaran atau kompetensi yang sama antara spesialis PFM yang lama dengan spesialis PFM yang baru. PFM cukup mengikuti dan lulus modul pembelajaran yang belum dikuasai, atau lulus sertifikasi kompetensi kerja khusus yang belum dimiliki sebagai pemenuhan syarat untuk dapat diberikan predikat sebagai spesialis PFM setelah dinyatakan memenuhi syarat pendidikan dan pengalaman kerja.

Jenis pelatihan teknis sebagai syarat seorang PFM dapat diberikan predikat spesialis juga tidak harus dilakukan melalui pelatihan klasikal di kelas, tetapi PFM diberikan pilihan model pelatihan yang dapat diikuti, yaitu melalui pelatihan dengan pembelajaran terintegrasi dengan pekerjaan sebagai alternatif model pelatihan teknis spesialis PFM selain pendekatan pelatihan klasikal di kelas. Pembelajaran terintegrasi dengan pekerjaan dilakukan melalui pembelajaran mandiri,

dikombinasikan dengan penugasan dengan pendekatan *problem based learning* dan *project based learning* yang telah disesuaikan dengan kurikulum dan modul pembelajaran wajib, dengan pendampingan fasilitator lapangan yang berperan sebagai *coach* atau *mentor*, diakhiri dengan ujian penyetaraan pelatihan teknis spesialis PFM. Dalam hal PFM dinyatakan lulus ujian penyetaraan, maka dapat diberikan sertifikat kelulusan pelatihan teknis spesialis PFM, setara dengan sertifikat kelulusan pelatihan teknis spesialis PFM dengan pendekatan pembelajaran klasikal di kelas.

3.4 Kejelasan dan Transparansi, serta Keadilan dan Kepastian Karier Pengawas Farmasi dan Makanan

Pembinaan karier pejabat fungsional PFM merupakan bagian dari pelaksanaan kebijakan dan manajemen ASN dengan penyelenggaraannya harus memperhatikan tujuan dan asas kepastian hukum bagi pegawai (Sudewo, 2023). Dibutuhkan kepastian terkait hak dan kewajiban pejabat fungsional PFM dalam pengembangan karier dan kompetensi. Aspek hukum mewajibkan Pemerintah memfasilitasi pegawai untuk melaksanakan tugas dan tanggungjawab jabatannya, serta memberikan pembinaan karier dengan pendekatan yang profesional dan baik dalam situasi yang aman dan nyaman (Sulistiyani, 2007). Untuk mewujudkan kondisi tersebut, perlu dipastikan terdapat upaya terobosan agar kebijakan pembinaan karier jabatan fungsional PFM mampu memberikan rasa keadilan, transparan, dan wajar, juga kejelasan dan kepastian karier bagi pejabat fungsional PFM. Hal tersebut penting untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja PFM, serta menjaga motivasi kerja pegawai yang sesuai studi dipengaruhi oleh desain dan kebijakan organisasi, termasuk

didalamnya kebijakan dalam manajemen SDM organisasi (Milkovich et al., 2011).

Dengan transformasi pembinaan dan manajemen jabatan fungsional PFM melalui pengembangan spesialis PFM, dikombinasikan dengan pendekatan dalam pembinaan karier maupun kompetensi PFM, diharapkan dapat menjadi terobosan untuk menghadirkan kejelasan dan transparansi bagi pegawai dalam berkarier sebagai pejabat fungsional PFM. Melalui manajemen talenta dengan seleksi talenta yang terbuka, jelas aspek dan kriteria seleksi dan evaluasi sebagai talenta diharapkan menghadirkan keadilan karier bagi pejabat fungsional PFM. Selain itu, jenis spesialis PFM yang pasti dengan persyaratan sebagai spesialis yang dapat diakses oleh semua PFM, selain menghadirkan keterbukaan juga menghadirkan kepastian dalam berkarier. PFM dapat merencanakan kariernya sendiri sebagai pejabat fungsional dengan spesialis PFM yang dipilih, sejalan dengan pendekatan modern dalam pembinaan karier pegawai (Hirschi & Koen, 2021).

Dalam pengembangan kompetensi sebagai bagian dari pembinaan karier PFM, pendekatan *tailormade* yang dilaksanakan terintegrasi dengan pekerjaan akan memudahkan pegawai dalam memenuhi aspek kompetensi melalui pelatihan. Pelaksanaan yang terintegrasi dengan pekerjaan di tempat kerja membuat PFM tidak harus menunggu kuota pelatihan klasikal untuk dapat naik level spesialis PFM. Selain itu, pembelajaran terintegrasi di tempat kerja dengan fasilitator pembelajaran dari pegawai yang lebih senior atau jenjang spesialis PFM yang lebih tinggi akan mendorong terciptanya budaya pembelajaran melalui kegiatan berbagi pengetahuan. Budaya pembelajaran tidak hanya tentang menyediakan pelatihan formal bagi pegawai,

tetapi juga tentang penciptaan atmosfer pembelajaran yang mendorong pegawai merasa difasilitasi untuk terus mengembangkan diri (Senge, 2014). Dalam pelaksanaannya, penting bagi organisasi menyusun rencana pengembangan kompetensi terintegrasi yang mencakup berbagai metode dan pendekatan pembelajaran. Hal tersebut untuk memastikan bahwa semua pegawai mendapatkan informasi yang jelas terkait dengan pelatihan yang dapat diikuti, dan yang utama pegawai memiliki akses yang sama terhadap pengembangan kompetensi (Noe, 2017). Kolaborasi antar unit organisasi juga perlu didorong dalam pembelajaran terintegrasi, antara lain melalui kegiatan berbagi pengetahuan dan pengalaman, serta penerapan teknologi informasi untuk mendukung proses pembelajaran (Bersin, 2018b). Langkah-langkah tersebut dapat membantu organisasi dalam menciptakan sistem pembinaan dan pengembangan kompetensi secara lebih konsisten, transparan, dan terintegrasi.

Melalui pengembangan spesialisasi PFM dengan persyaratan spesialis, tanggung jawab, uraian pekerjaan, dan juga *output* hasil kerja yang jelas akan memudahkan menyusun program pengembangan dan pembinaan karier. Kompetensi dan spesialisasi spesifik yang harus dimiliki PFM untuk setiap spesialis PFM mendukung proses perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pengembangan kompetensi PFM. Pengembangan program pelatihan yang berfokus pada keahlian spesifik yang diperlukan dalam pelaksanaan pekerjaan sangat penting, mendukung terciptanya efektivitas dalam pelaksanaan tugas jabatan (Noe, 2017). Akhir dari pengembangan spesialis (*expertise*) PFM adalah hadirnya *global expert* di bidang pengawasan Obat dan Makanan tahun 2045 sesuai dengan tujuan jangka panjang *Human Capital*

Management Pengawasan Obat dan Makanan (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2020). PFM dengan predikat sebagai *global expert* inilah yang akan menghadirkan pengawasan dengan pendekatan yang lebih modern, efektif, dan efisien berbasis teknologi, disebut juga dengan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan. Pada akhirnya, dengan *smart system* pengawasan, diharapkan dapat menjadi solusi atas permasalahan dan tantangan pengawasan ke depan, mendukung pencapaian visi Indonesia Emas 2045.

BAB 4

Pengembangan SDM Pengawasan Obat dan Makanan Menuju 2045

Sumber Daya Manusia (SDM) pengawasan Obat dan Makanan memiliki peran krusial untuk mewujudkan tujuan pengawasan Obat dan Makanan 2045. Dengan tantangan yang dihadapi menuju 2045, SDM pengawasan Obat dan Makanan selain harus memiliki kompetensi teknis di bidang pengawasan Obat dan Makanan juga dituntut memiliki kompetensi manajerial / *soft skills*, inovasi, dan teknologi digital, termasuk *data science*. Dari aspek kompetensi teknis pengawasan, SDM pengawas harus memiliki kompetensi yang baik pada fungsi standardisasi, penilaian, pemeriksaan, penindakan, pengujian, maupun penyuluhan Obat dan Makanan dengan keahlian spesifik yang terspesialisasi. Dari aspek *soft skills*, SDM pengawas juga dituntut memiliki kemampuan dalam manajemen dan kepemimpinan, *critical and conceptual thinking*, *complex problem solving* dan *decision making*, inovasi dan kreativitas, *diversity management*, *hospitality*, manajemen risiko, serta kemampuan komunikasi dan kolaborasi lintas sektor (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2023b). Untuk mewujudkan SDM pengawasan Obat dan Makanan dengan berbagai kompetensi tersebut, strategi dan program pengembangan kompetensi menjadi kunci untuk menyiapkan SDM pengawasan Obat dan Makanan tahun 2045. Strategi dan program pengembangan kompetensi yang tepat akan memastikan bahwa SDM pengawas siap melakukan pengawasan atas produk-produk inovatif seperti *lab-grown food* dan *nutraceuticals*. Selain itu, SDM pengawas

juga siap melakukan pengawasan produk yang dikembangkan dengan teknologi seperti *artificial intelligence*, *data science* maupun *blockchain* yang memerlukan pendekatan pengawasan khusus. Dengan SDM pengawas yang kompeten dan profesional, sistem pengawasan Obat dan Makanan Indonesia diharapkan tidak hanya mampu melindungi masyarakat dari risiko kesehatan, tetapi juga menjadi model pengawasan yang tangguh dan berdaya saing global, mendukung visi besar Indonesia Emas 2045.

4.1 Trend Perkembangan Pengembangan SDM

Perkembangan teknologi telah mengubah dunia kerja, termasuk mendisrupsi tata kelola dan proses bisnis pengelolaan SDM organisasi seiring dengan perkembangan pengetahuan dan pendekatan di bidang manajemen SDM. Perubahan dunia kerja diperkirakan akan terus terjadi di masa depan dan menghasilkan berbagai standar dan cara kerja baru pegawai, termasuk dalam pendekatan pengembangan kompetensi. Perubahan tersebut salah satunya model kerja maupun pendekatan pengembangan kompetensi hibrida (*hybrid*) yang mendorong lingkungan kerja dan cara kerja maupun kegiatan peningkatan kompetensi yang lebih fleksibel dan dinamis (Cox, 2025). Dari aspek kompetensi, perubahan akibat perkembangan teknologi dan disrupsi dalam manajemen SDM telah menyebabkan lebih dari setengah pegawai dalam sebuah organisasi disampaikan membutuhkan pengembangan *skills* baru yang berbeda dibandingkan dengan yang dimiliki pegawai saat ini.

Untuk dapat bertahan dengan perubahan yang terjadi, setidaknya organisasi harus memiliki dua kemampuan utama untuk dapat menavigasi perubahan, meliputi pengembangan

kompetensi dan validasi kompetensi yang dibutuhkan organisasi di masa depan. Keduanya penting untuk memimpin dan membentuk masa depan pekerjaan organisasi melalui perencanaan dan penyiapan SDM. Organisasi yang dapat dengan cepat mengembangkan dan memvalidasi kompetensi baru sesuai kebutuhan proses bisnis akan mampu beradaptasi dengan perubahan melalui penyiapan SDM yang adaptif dan kompeten. Selain itu, SDM di masa depan dituntut untuk dapat menerapkan kompetensi baru tersebut secara fleksibel pada berbagai konteks pekerjaan saat dibutuhkan, beradaptasi dengan perubahan, dan meningkatkan kinerja individu (Udemy Business, 2025). Dalam kondisi ini, kemampuan organisasi untuk mengidentifikasi kompetensi atau *skills* baru yang dibutuhkan organisasi, serta memvalidasinya untuk kemudian menjadi prioritas untuk dikembangkan menjadi krusial untuk dimiliki.

Pendekatan dalam pengembangan kompetensi di masa depan akan lebih fleksibel dan dinamis dengan penggunaan teknologi. Perubahan dalam pembelajaran organisasi juga dipengaruhi oleh perubahan perilaku pegawai sebagai pembelajar. Sesuai dengan riset global tahun 2014, 2 dari 3 pegawai menyampaikan tidak memiliki cukup waktu untuk menyelesaikan seluruh tanggung jawab pekerjaan mereka. Selain itu, rata-rata pegawai hanya dapat meluangkan 1% waktu dalam seminggu, atau sekitar 24 menit untuk fokus pada pembelajaran formal dalam pengembangan kompetensi. Sebagian besar pembelajaran pegawai dilakukan melalui mesin pencari (*search engine*) di internet atau *platform* pembelajaran daring (*online*) (Tauber & Wang-Audia, 2014). Riset lain yang dilakukan oleh Bersin mengungkapkan bahwa 75% pegawai mengalami stres kerja dan menghadapi

hambatan dalam memenuhi kebutuhan pembelajaran dan pengembangan kompetensi agar tetap relevan dengan tuntutan pekerjaan dan kompetensi baru (Skoglof, 2022). Perubahan perilaku pembelajar juga terjadi pada sektor publik sebagai dampak dari kemajuan teknologi informasi (Khrykov et al., 2022). Dalam konteks manajemen Aparatur Sipil Negara (ASN), sebagai aktor utama dalam menjalankan pemerintahan dan pelayanan publik, ASN perlu dipastikan memiliki kompetensi yang memadai untuk mendukung tugas dan tanggung jawab pekerjaan. Konsep *Corporate University* yang diadopsi dalam pengembangan kompetensi ASN menekankan bahwa pembelajaran dan pengembangan kompetensi pegawai harus memberikan kontribusi nyata dan berdampak positif pada peningkatan kinerja individu maupun organisasi (Lembaga Administrasi Negara, 2023). Untuk mencapai tujuan tersebut, pembelajaran berkelanjutan yang terintegrasi dengan pekerjaan menjadi kebutuhan sekaligus *trend* dalam pengembangan kompetensi ASN di masa depan, memastikan kompetensi ASN tetap relevan dan mendukung pencapaian kinerja yang optimal.

Dengan berbagai perubahan tersebut, pendekatan dalam pengembangan kompetensi pegawai diperkirakan terus mengalami perkembangan di masa depan, dengan teknologi menjadi pendorong sekaligus pengungkit dalam pendekatan pembelajaran. Pengembangan kompetensi melalui program, kegiatan, maupun cara-cara yang lebih inovatif, adaptif, dan juga fleksibel dengan optimalisasi teknologi diperkirakan akan terus dilakukan dan berkembang di masa depan. Teknologi *e-learning* yang dikembangkan sejak awal tahun 2000-an (Bersin, 2022) dan *mobile learning* diperkirakan akan menjadi metode yang semakin populer dalam pembelajaran dan

pengembangan kompetensi SDM. Selain *e-learning* dan *mobile learning*, di masa depan juga diperkirakan akan terus berkembang pendekatan pembelajaran imersif dengan memanfaatkan teknologi *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR) yang membuka dimensi baru dalam pembelajaran dan pengembangan kompetensi. Pembelajaran pegawai ke depan juga diperkirakan akan semakin dipersonalisasi sesuai kondisi dan kebutuhan setiap pegawai. Sistem pembelajaran adaptif yang dipersonalisasi, didukung *artificial intelligence* dapat menyesuaikan materi pembelajaran berdasarkan kinerja dan preferensi pegawai sebagai peserta didik dengan pengalaman pembelajaran (*learning experience*) yang lebih mendalam. Personalisasi dalam pembelajaran memungkinkan pegawai untuk maju dan berkembang dengan kecepatan mereka sendiri sehingga meningkatkan keterlibatan dan retensi pengetahuan pegawai.

Pada aspek kompetensi yang penting dan prioritas dikembangkan di masa depan, kompetensi terkait dengan hubungan antar manusia dan juga *soft-skills* seperti *critical thinking*, *big-picture strategy*, *communication*, *emotional intelligence*, kepemimpinan dan juga kerja sama menjadi prioritas untuk semakin dibutuhkan dan terus dikembangkan di masa depan. Kompetensi tersebut penting seiring dengan perkembangan teknologi yang berpotensi mendorong manusia untuk semakin individualis dengan fokus pada teknologi yang ada dalam genggaman. Di sisi lain, pekerjaan adalah hubungan sosial, dan juga terkait dengan manusia lain yang membutuhkan pendekatan dengan sentuhan manusia atau *human touch* sebagai kebutuhan utama. Meskipun teknologi diperkirakan akan terus berkembang di masa depan, tidak dapat dipungkiri bahwa masa depan tidak semua

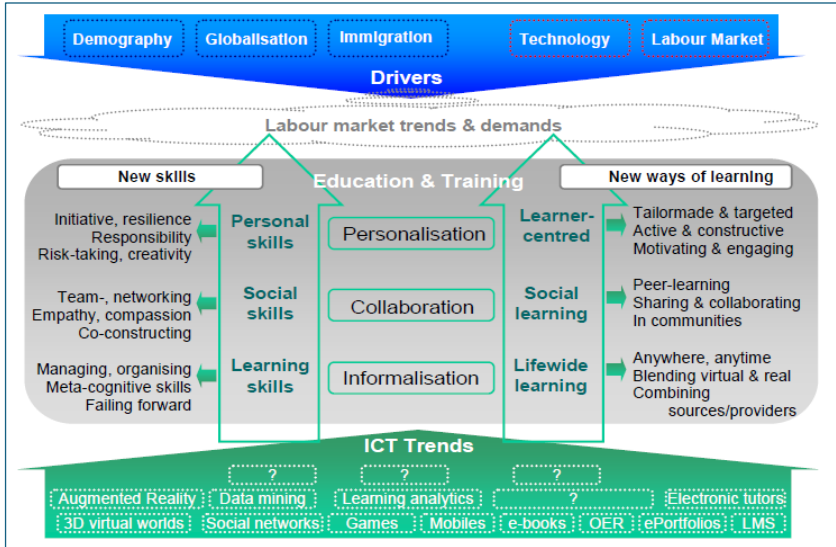
menyangkut teknologi meskipun teknologi penting sebagai pendukung utama pekerjaan, tetapi ada unsur sosial dan humanisme yang sama-sama memegang peran penting dalam perkembangan peradaban manusia di masa depan. Kemampuan terkait hubungan sosial dan hubungan antar manusia tersebut dibutuhkan untuk menghindari bias teknologi, atau menghindari pengendalian manusia oleh teknologi sehingga manusia tidak memiliki kemerdekaan dan independensi untuk mengambil keputusan maupun melakukan sesuatu. Dalam konsep era *Society 5.0* yang dikembangkan oleh negara Jepang, manusia harus menjadi pusat peradaban di tengah perkembangan teknologi yang masif (Cabinet Office Government of Japan, 2019).

Terkait dengan teknis pembelajaran dalam pengembangan kompetensi SDM, kolaborasi dengan *artificial intelligence* dan teknologi lainnya, seperti *generative artificial intelligence*, *internet of things* maupun *big data* diperkirakan akan menjadi *trend* dalam pembelajaran pegawai ke depan, selain juga pembelajaran yang lebih personal menyesuaikan kebutuhan setiap pegawai sebagai peserta didik. Optimalisasi teknologi pembelajaran melalui *platform* yang didukung *artificial intelligence* dan *machine learning* menjadi kebutuhan di masa depan, mendukung pengalaman belajar setiap SDM yang lebih personal, lebih menarik dan juga efektif. Teknologi *artificial intelligence* dapat membantu analisis perilaku pegawai sebagai dasar dalam menyiapkan konten pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan pegawai. Hal tersebut penting, tidak hanya mendorong keterlibatan pegawai dalam pembelajaran, tetapi juga meningkatkan retensi pegawai (Cox, 2025; Marr, 2025). Kondisi tersebut membuat perencanaan pengembangan kompetensi juga harus

disesuaikan dengan kebutuhan setiap SDM, lebih personal dan *tailormade*. Selain itu, pembelajaran akan menjadi kebutuhan sepanjang SDM bekerja pada organisasi seiring dengan perubahan teknologi dan juga perkembangan ilmu pengetahuan yang diperkirakan akan terus terjadi di masa depan. Pembelajaran berkelanjutan SDM dan sepanjang hayat akan menjadi keunggulan kompetitif organisasi (Cox, 2025).

Dengan berbagai perubahan yang terus terjadi, pembelajaran pegawai di masa depan diperkirakan akan fokus pada kompetensi dan *skills* spesifik yang dibutuhkan pegawai dalam pekerjaan. *Skills* merupakan komponen dari kompetensi yang mudah diamati, melengkapi komponen kompetensi lainnya yaitu pengetahuan dan perilaku. *Skills* didefinisikan sebagai kapasitas untuk melakukan tugas, mengambil tindakan yang dapat diamati, dan menunjukkan kemahiran dalam bidang keahlian tertentu. *Skills* sebagai komponen kompetensi yang dapat diamati, memberikan bukti nyata tentang pengalaman dan kemampuan SDM. Dengan berfokus pada *skills* spesifik dalam pengembangan kompetensi akan memudahkan dalam menilai kemampuan seseorang secara lebih akurat dan mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan dari seorang pegawai (Udemy Business, 2025). Di masa depan, *skills* spesifik yang dimiliki pegawai merupakan keunggulan kompetitif organisasi, sehingga pengembangan kompetensi dengan *skills* yang spesifik dan *targeted* menjadi kebutuhan dan *trend* dalam pengembangan kompetensi SDM (Cox, 2025). Tantangannya adalah *skills* spesifik yang dibutuhkan organisasi akan terus berkembang dan berubah seiring perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan. Upaya organisasi untuk mengidentifikasi kebutuhan *skills* spesifik, memvalidasinya, dan memastikan SDM-nya memiliki *skills*

tersebut menjadi penting. Berdasarkan data riset di Inggris, McKinsey menyampaikan pada tahun 2030, SDM harus melakukan *reskilling* untuk dapat bertahan di dunia kerja. *Lack of skills* juga diperkirakan akan menjadi faktor yang menyebabkan organisasi tidak dapat bertumbuh di masa depan.



Sumber: (Redecker & Punie, 2013)

Gambar 3. Konsep Pembelajaran Masa Depan

Sebagaimana dapat dilihat pada gambar 3, personalisasi, kolaborasi, dan informalisasi pembelajaran akan menjadi pendekatan dalam pembelajaran dan pengembangan kompetensi SDM di masa depan. Perubahan demografi, globalisasi, dan imigrasi, bersama dengan *trend* perkembangan teknologi dan pasar tenaga kerja akan memunculkan kebutuhan *skills* baru dan menuntut cara belajar baru SDM untuk memenuhi penguasaan atas *skills* baru tersebut, mendukung kemampuan adaptif dan fleksibilitas

organisasi dalam menghadapi perubahan. Teknologi dapat dioptimalkan sebagai pengungkit dalam belajar maupun perolehan *skills* baru tersebut. Teknologi juga dapat dioptimalkan untuk mengembangkan cara belajar baru dengan proses belajar yang dipersonalisasi dan kolaboratif, terintegrasi dengan pekerjaan. Selain itu, penting juga setiap pegawai memiliki pemahaman dan kesadaran yang tinggi tentang isu lingkungan, sosial, dan juga keberlanjutan dalam pengembangan SDM di masa depan (Redecker & Punie, 2013). Hal ini dapat mengarah pada fokus baru terkait lingkungan dan keberlanjutan, serta kesehatan dan tanggung jawab sosial di sisi lainnya.

Trend terakhir dalam pengembangan kompetensi yang dibahas dalam buku ini adalah pemanfaatan data dalam pembelajaran dan pengembangan pegawai, mendukung pengambilan keputusan dalam pengembangan kompetensi SDM. *People learning analytic* menjadi kunci dalam hal ini, mendukung pelaporan yang andal dan analisis pembelajaran tingkat lanjut. *Data analytic* dalam pembelajaran pegawai akan memberi organisasi alat bantu dalam mengukur keberhasilan dalam pembelajaran pegawai dan juga pengembangan kompetensi, serta menyesuaikan program pengembangan kompetensi pegawai untuk memberikan dampak yang maksimal terhadap kinerja organisasi (Cox, 2025). *Data analytic* juga dapat dioptimalkan dalam evaluasi dampak program pembelajaran organisasi terhadap kinerja pegawai, kinerja organisasi, mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan, dan memastikan bahwa pengembangan kompetensi pegawai selaras dengan strategi, tujuan maupun sasaran organisasi.

Dalam manajemen ASN, perubahan dalam pembelajaran dan pengembangan kompetensi juga terjadi seiring dengan perubahan regulasi dalam manajemen ASN. Melalui UU Nomor 20 Tahun 2023 tentang Aparatur Sipil Negara, pengembangan kompetensi merupakan kewajiban yang harus dilakukan setiap ASN. Tujuannya agar ASN memiliki kompetensi yang relevan sesuai dengan kebutuhan organisasi dan perubahan lingkungan strategis. Pengembangan kompetensi tidak hanya dilakukan melalui pelatihan konvensional dan klasikal di kelas, tetapi harus dilakukan terintegrasi dengan pekerjaan sebagai bagian penting dan saling terkait dengan fungsi manajemen ASN yang lainnya. Pembelajaran juga tidak dilakukan hanya di satu Instansi, tetapi lintas Instansi dan saling terhubung antara ASN satu dengan yang lainnya. Pembelajaran terintegrasi yang efektif merupakan tantangan tersendiri bagi setiap Instansi Pemerintah mengingat budaya pembelajaran yang telah terbangun bertahun-tahun dengan ketergantungan terhadap pelatihan di kelas, khususnya dalam pembelajaran untuk kebijakan publik (Dunlop, 2018).

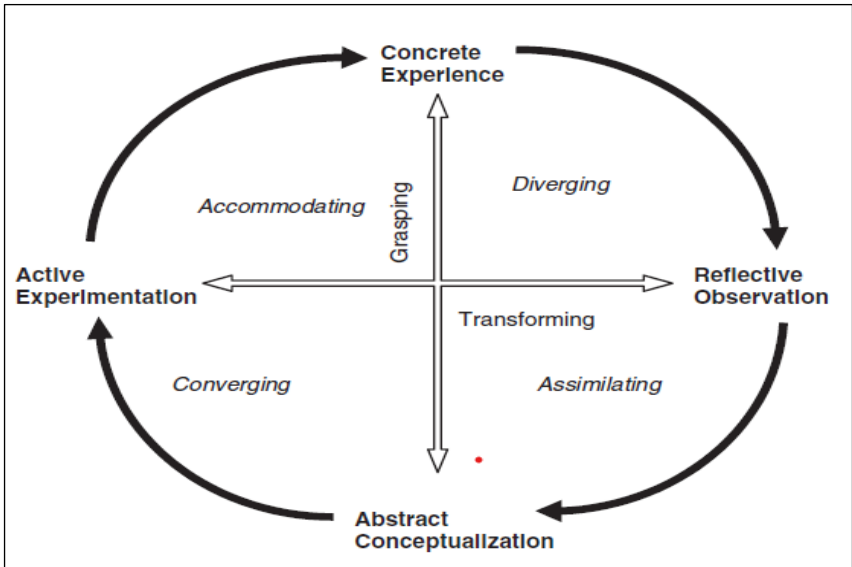
Dengan berbagai *trend* pengembangan kompetensi tersebut, akhirnya masa depan pembelajaran organisasi bukan hanya tentang memperoleh *skills* baru secara terpisah, tetapi bagaimana dapat mengoptimalkan peluang pembelajaran pada lingkungan yang lebih luas dengan sudut pandang yang lebih holistik atau menyeluruh. Melalui integrasi pembelajaran dengan inisiatif dan pengalaman pegawai secara menyeluruh, organisasi dapat menciptakan ekosistem pembelajaran yang mendukung untuk bertumbuh dan terbuka bagi semua pegawai. Visi dan tujuan pembelajaran di masa depan harus menyeluruh dengan penekanan pada personalisasi, kolaborasi, dan informalisasi pembelajaran

melalui strategi pembelajaran terintegrasi, menghasilkan SDM dengan kemampuan dan *skills* baru yang dibutuhkan di masa depan (Redecker & Punie, 2013).

4.2 Pembelajaran Terintegrasi berbasis *Corporate University* dan *Experiential Learning*

Dengan beragamnya pendekatan dalam pembelajaran SDM, serta kebutuhan penguasaan *skills* baru yang terus berubah, pembelajaran terintegrasi menjadi pendekatan yang paling rasional untuk diterapkan sebagai strategi pengembangan kompetensi organisasi. Dengan memperhatikan studi bahwa 70% pembelajaran individu terjadi melalui praktik langsung dalam pekerjaan, dikombinasikan dengan pembelajaran sosial bersama dengan rekan kerja, atasan, maupun fasilitator pembelajaran, maka integrasi pembelajaran dengan pekerjaan langsung di tempat kerja melalui pendekatan *experiential learning* menjadi alternatif untuk menjadi prioritas pendekatan pembelajaran pegawai yang dapat dilakukan organisasi. Pendekatan tersebut juga sering diadopsi dalam pembelajaran model *Corporate University*. *Experiential Learning* sendiri merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang menekankan pentingnya pengalaman langsung dalam proses belajar. *Experiential learning* dikembangkan untuk menghasilkan model pendekatan holistik yang dinamis dalam proses pembelajaran dari pengalaman dan model multi linier perkembangan orang dewasa. Kolb (2009) menyampaikan bahwa efektivitas pembelajaran dapat terjadi melalui siklus pengalaman yang melibatkan empat tahap, meliputi pengalaman konkret (*concrete experience*), observasi reflektif (*reflective observation*), konseptualisasi abstrak (*abstract*

conceptualization), dan eksperimen aktif (*active experimentation*) yang merupakan siklus pembelajaran dari pengalaman (*experiential learning*) (gambar 4).



Sumber: (Kolb & Kolb, 2009)

Gambar 4. *Experiential Learning Cycle*

Siklus pembelajaran individu dalam *experiential learning* dimulai dari *concrete experience*, yaitu individu terlibat langsung dalam suatu pengalaman nyata dan secara aktif terlibat dan merasakan situasi tersebut. Selanjutnya tahap *reflective observation*, yaitu individu merefleksikan pengalaman nyata tersebut, menganalisis, dan mengobservasi berbagai aspek atau sudut pandang yang muncul untuk menghasilkan konsep-konsep atau teori yang abstrak. Pada tahap ini disebut dengan *abstract conceptualization* yang melibatkan pemahaman dan formulasi ide berdasarkan pengalaman yang telah dialami. Tahapan terakhir adalah *active experimentation*, yaitu individu

menerapkan konsep-konsep yang telah dikembangkan ke dalam situasi baru melalui eksperimen atau tindakan aktif untuk menguji validitas teori tersebut. Model *experiential learning* juga menggambarkan empat gaya belajar berdasarkan kombinasi dari dua dimensi utama, yaitu cara memperoleh informasi (*grasping*) melalui pengalaman konkret atau konseptualisasi abstrak, dan cara memproses informasi (*transforming*) melalui observasi reflektif atau eksperimen aktif. Keempat gaya belajar tersebut adalah *diverging, assimilating, converging, dan accommodating*, yang mencerminkan preferensi individu dalam menjalani siklus pembelajaran dari pengalaman (Kolb & Kolb, 2009).

Dalam pelaksanaan *experiential learning* sebagai pendekatan pembelajaran pegawai, tidak semua pengalaman dapat diubah menjadi pembelajaran yang efektif tanpa adanya struktur dan dukungan yang memadai (Merriam & Bierema, 2013). *Experiential learning* berbeda dengan belajar dari pengalaman dalam konteks "*learning from experience*". Menurut Usher dan Solomon (Moon, 2013), pengalaman dalam konteks "*learning from experience*" diartikan sebagai segala bentuk kejadian yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan pengalaman dalam konteks "*experiential learning*" merupakan sebuah pengalaman tertentu yang didesain dan didalamnya terdapat pengetahuan dan kompetensi yang disampaikan sebagai materi pembelajaran dengan suatu pendekatan tertentu seperti observasi dan refleksi. Pendapat tersebut diperkuat oleh Evans dalam Moon (2013) yang menyatakan bahwa metode *experiential learning* dapat diinterpretasikan sebagai situasi dengan proses pembelajaran diselenggarakan dalam bentuk program pengembangan kompetensi yang bersifat

formal. Menurut John Dewey (1897) (Kolb & Kolb, 2009), aspek penting belajar adalah proses pembelajaran yang mencakup umpan balik tentang efektivitas upaya pembelajaran peserta didik. Semua proses belajar adalah pembelajaran ulang, dengan proses belajar yang paling baik adalah pembelajaran yang difasilitasi oleh suatu proses yang menggali keyakinan dan ide peserta didik tentang suatu topik tertentu. Peserta didik dapat diperiksa, diuji, dan diintegrasikan dengan ide-ide baru yang lebih baik sebagai bagian dari proses pembelajaran. Pendekatan John Dewey ini sering disebut juga dengan *learning by doing*.

Secara sederhana, *experiential learning* merupakan metode pembelajaran yang bertujuan mengaktifkan peserta didik untuk membangun pengetahuan dan keterampilannya sendiri, serta nilai-nilai dan juga sikap melalui pengalaman dan praktik secara langsung. Oleh sebab itu, metode pembelajaran ini akan efektif ketika peserta didik proaktif dan bersikap kritis dalam melakukan kegiatan belajar. Setelah itu, mereka mendapatkan pemahaman dan kompetensi baru dari pengalaman belajar yang dialami, serta menuangkan dalam bentuk lisan maupun tulisan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Dalam hal ini, metode *experiential learning* menggunakan pengalaman sebagai media belajar sekaligus katalisator untuk mendorong peserta didik mengembangkan kapasitas dan kemampuannya dalam proses belajar. Pembelajaran pegawai dilakukan melalui refleksi dan juga melalui suatu proses pembuatan makna dari pengalaman langsung, dalam tugas sehari-hari, maupun pengalaman dalam tugas pekerjaan (Bath, 2002; Cahyani, 2009; Sudjana, 2005). Metode pelaksanaan *experiential learning* saat ini telah berkembang dalam beragam bentuk implementasi. Beberapa

bentuk dari model *experiential learning* adalah *project based learning*, *problem based learning*, dan terbaru juga berkembang metode *learning in the flow of work* yang relevan dengan konsep pembelajaran terintegrasi dengan pekerjaan.

Project Based Learning (PjBL) adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan pengembangan produk atau hasil akhir dari suatu proyek yang dilakukan oleh peserta didik (Widiawati et al., 2023). Menurut Thomas (2000), PjBL tidak hanya berfokus pada hasil akhir, tetapi juga pada proses pembelajaran yang terjadi selama proyek berlangsung. Keberhasilan PjBL sangat bergantung pada perencanaan yang baik, dukungan dari pendidik atau fasilitator pembelajaran, dan ketersediaan sumber daya yang memadai (Krajcik & Blumenfeld, 2006). Fasilitator pembelajaran perlu merancang proyek yang sesuai dengan tujuan pembelajaran dan memastikan peserta didik memiliki akses ke alat dan informasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Dalam perkembangannya, PjBL semakin terintegrasi dengan teknologi yang memungkinkan peserta didik untuk menggunakan alat digital dan *platform* kolaboratif dalam perencanaan, pelaksanaan, dan presentasi proyek mereka (Bell, 2010). Selain itu, PjBL semakin diakui sebagai metode yang efektif untuk mengembangkan kompetensi abad ke-21, seperti kreativitas, kolaborasi, dan pemecahan masalah. Studi menunjukkan bahwa PjBL tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar (Dewey, 1986; Kokotsaki et al., 2016).

Selanjutnya adalah *Problem-Based Learning* (PBL), sebuah pendekatan pembelajaran yang menekankan pemecahan masalah nyata sebagai media belajar dan cara untuk

mendorong pembelajaran aktif yang mendalam. Dalam PBL, pegawai sebagai peserta didik dihadapkan situasi atau permasalahan yang kompleks dan harus bekerja sama untuk menemukan solusi, mendorong pengembangan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan kolaboratif pegawai (Barrows, 1996). PBL pada mulanya diperkenalkan dalam konteks pendidikan kedokteran sekitar tahun 1960-an (Barrows, 1996), tetapi saat ini telah berkembang dan diadopsi pada berbagai disiplin ilmu dan tingkat pendidikan (Hmelo-Silver & Eberbach, 2011). PBL mendorong peserta didik untuk aktif mencari solusi atas masalah yang dihadapi, sekaligus belajar berbagai pendekatan baru dalam *problem solving*. Savin-Baden (2000) mengatakan bahwa PBL menciptakan lingkungan belajar yang dinamis. Peserta didik aktif terlibat dalam proses pembelajaran dan menyelesaikan problem langsung, tidak hanya sekadar menerima informasi dari fasilitator pembelajaran. Dalam konteks ini, pegawai belajar untuk mengidentifikasi masalah, merumuskan pertanyaan, dan mencari informasi yang relevan, serta mengembangkan solusi atas masalah tersebut. Selain itu, PBL juga mendorong kolaborasi peserta didik dengan orang lain, secara tidak langsung memperkaya pengalaman belajar peserta didik (Johnson & Johnson, 1987).

Seiring dengan perkembangan kebutuhan kompetensi di tempat kerja, dan juga perubahan perilaku pembelajar *modern, experiential learning* berkembang dan menghasilkan konsep *learning in the flow of work* sebagai pendekatan terkini pembelajaran dan pengembangan kompetensi pegawai (Bersin, 2018b, 2022; Deloitte, 2019; Tauber & Wang-Audia, 2014). *Learning in the flow of work* merupakan konsep pembelajaran pegawai dalam organisasi yang dilaksanakan selaras dan terintegrasi dengan alur pekerjaan pegawai, dilaksanakan

dengan integrasi pembelajaran pegawai dengan sistem kerja organisasi, termasuk integrasi antar aspek pekerjaan dengan pelaksanaan dilakukan melalui berbagai pendekatan dan teknologi pembelajaran (Bersin, 2018a). *Learning in the flow of work* dapat disampaikan sebagai proses pembelajaran yang dilakukan sebagai bagian dari pekerjaan pegawai sehari-hari (Tupper & Ellis, 2023). *Forbes Technology Council* (Chresomales, 2021) menyatakan model pembelajaran ini mempromosikan pengalaman pembelajaran yang unik bagi pegawai, serta meningkatkan keterlibatan dan produktivitas pegawai. Pembelajaran terjadi dalam konteks pekerjaan yang sebenarnya, menjadikannya lebih aplikatif dan relevan, dengan akses penuh pegawai terhadap sumber daya dan materi pembelajaran sesuai kebutuhan dalam pekerjaan, membantu dalam memperoleh informasi dengan lebih baik. Dalam dunia bisnis, *learning in the flow of work* mampu memberikan dampak dalam meningkatkan hasil bisnis dan pengalaman belajar pegawai hingga tiga kali lebih baik dibanding dengan pembelajaran konvensional (Skoglof, 2022). Melalui *learning in the flow of work*, pegawai dapat belajar kapan saja dan di mana saja dengan memanfaatkan lebih dari satu teknologi pembelajaran, serta belajar bersama tim kerja, atasan, ataupun rekan kerja (Bersin, 2022). Dalam pendekatan ini, peran fasilitator pembelajaran lebih berfokus sebagai kurator informasi bagi pegawai, memastikan pegawai mendapatkan informasi dan materi pembelajaran yang tepat. Peran sebagai kurator informasi dilakukan dengan memberikan umpan balik langsung (*feedback*) di tempat kerja, sekaligus sebagai bentuk pembinaan kinerja pegawai. Peran atasan pegawai sebagai seseorang yang memiliki pengalaman kerja penting dalam memberikan *feedback*

sekaligus memfasilitasi pembelajaran dalam alur kerja yang dilakukan oleh pegawai (Lombardozi, 2016).

PjBL, PBL, maupun *learning in the flow of work* merupakan bagian dari *experiential learning* yang menekankan fokus pada proses pembelajaran untuk masing-masing pegawai. Dalam konsep *Corporate University* dengan pendekatan pembelajaran 10:20:70, pembelajaran dalam *experiential learning* merupakan bagian dari 70% pembelajaran dalam *Corporate University*. Model pembelajaran 10:20:70 menekankan pembelajaran terintegrasi dengan pekerjaan melalui praktik langsung, dapat disebut dengan *experiential learning* merupakan porsi pembelajaran terbesar, yaitu sekitar 70% dalam peningkatan kompetensi pegawai (Fauziah & Prasetyo, 2019; Mukhtaromin, 2020; Nurhayati, 2022; Sudewo, 2022). Penerapan konsep pembelajaran 10:20:70 yang menekankan bahwa 70% proses pembelajaran harus dilakukan di tempat kerja melalui praktik langsung, dengan bimbingan dari seorang *coach*, *mentor*, atau fasilitator pembelajaran lapangan yang berkontribusi 20% terhadap capaian pembelajaran pegawai, selain pegawai harus mengikuti pembelajaran mandiri dengan kontribusi 10% terhadap peningkatan kompetensi pegawai.

Dalam pelaksanaan pembelajaran pegawai, untuk dapat menerapkan ketiga konsep pembelajaran *experiential learning* yang juga merupakan porsi pembelajaran 70% dalam pendekatan *Corporate University*, terdapat 3 (tiga) prinsip dalam membangun budaya maupun ekosistem pembelajaran sebagai berikut (Tupper & Ellis, 2023):

1. Pembelajaran terintegrasi, dengan kondisi pembelajaran merupakan bagian penting dari pekerjaan pegawai yang harus dilakukan, terintegrasi dengan rencana kinerja

pegawai dengan prioritas agar pegawai belajar dari setiap aktivitas dan pengalaman kerja sehingga pembelajaran dan pekerjaan menjadi satu kesatuan dalam tugas pegawai.

2. Pembelajaran aktif, dengan kondisi pembelajaran dilaksanakan secara proaktif oleh pegawai dalam pengalaman kerja langsung di tempat kerja, disesuaikan dengan tugas kerja maupun rencana kinerja pegawai, dan dilaksanakan secara konsisten dan berkelanjutan oleh pihak-pihak yang terlibat.
3. Pembelajaran rutin, dengan kondisi pembelajaran dan pengembangan kompetensi menjadi ritme, rutinitas, dan ritual yang merupakan bagian dari cara kerja untuk memperkaya pengalaman pembelajaran pegawai. Pembelajaran dilakukan secara kolektif dan menjadi bagian dari budaya belajar tim maupun organisasi.

Dalam *experiential learning* yang berbasis pada pengalaman nyata pegawai, penting untuk memberikan pengakuan atau rekognisi atas kompetensi hasil pembelajaran yang dicapai pegawai sebagai peserta didik. *Recognition of Prior Learning* atau Rekognisi Pembelajaran Lampau (RPL) menjadi relevan dalam konteks ini untuk memberikan pengakuan atas hasil pembelajaran peserta didik. RPL merupakan pengakuan atas pembelajaran sebelumnya yang dilakukan individu, di manapun dan kapanpun sehingga memvalidasi berbagai pengalaman belajar individu (Guimarães & Mikulec, 2020). Proses validasi ini penting bagi individu yang tidak memiliki kesempatan dan akses pada pembelajaran formal tetapi memiliki keterampilan dan pengetahuan penting yang diperoleh melalui pekerjaan atau pengalaman. Pengakuan atas kompetensi tersebut

dapat meningkatkan harga diri dan kepercayaan diri individu, dan memfasilitasi jalur bagi individu untuk mencapai kredensial akademis yang mencerminkan keterampilan mereka di dunia kerja (Priadi et al., 2019). Lebih jauh, RPL dapat menumbuhkan tanggung jawab sosial organisasi melalui penciptaan kolaborasi antara universitas, industri, dan masyarakat (Roy & Marsafawy, 2021). Dalam implementasinya, harus dipastikan RPL dilaksanakan dengan jaminan mutu proses maupun hasil yang kuat untuk memastikan bahwa kompetensi hasil pembelajaran peserta didik yang diakui benar-benar mencerminkan kemampuan peserta didik (Stephens, 2022). Kebutuhan terhadap metode penilaian standar yang selaras dengan metode yang digunakan dalam konteks pembelajaran formal dibutuhkan untuk menjamin kualitas proses validitas hasil RPL (Tuomainen, 2018). Proses mengenali kompetensi yang diperoleh peserta didik melalui pembelajaran informal yang telah dilalui dapat menghasilkan pengalaman belajar transformatif bagi individu, yang menumbuhkan pemikiran kritis dan refleksi diri (Moss & Brown, 2014). Aspek transformatif dalam pembelajaran penting bagi pegawai, yang sering kali membawa banyak pengalaman ke dalam kegiatan pembelajaran mereka.

4.3 Transformasi Digital Pembelajaran dan Pengembangan Kompetensi SDM

Perkembangan teknologi digital telah berpengaruh pada pendekatan dalam pembelajaran dan pengembangan kompetensi SDM. Tidak hanya dalam proses pembelajarannya, tetapi mulai dari perencanaan, identifikasi kebutuhan, identifikasi peserta, sampai pada monitoring dan evaluasi dari proses pembelajaran. Pemanfaatan *artificial intelligence*

hanya salah satu contoh saja, contoh lainnya adalah penggunaan teknologi *data analytics* dalam identifikasi peserta maupun evaluasi dampak program pembelajaran dan pengembangan kompetensi SDM. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dan pengembangan kompetensi didorong kebutuhan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran, disamping kebutuhan penguasaan *skills* baru pegawai yang tinggi sehingga harus dilakukan percepatan dalam proses pembelajaran pegawai. Untuk organisasi dengan unit tersebar di banyak tempat, pemanfaatan teknologi juga bertujuan untuk pemerataan kesempatan kepada semua pegawai terhadap akses pembelajaran, menjaga kualitas mutu bisnis proses utama organisasi melalui jaminan pelaksanaan pekerjaan oleh SDM yang kompeten.

Salah satu contoh penggunaan teknologi dalam pembelajaran dan pengembangan kompetensi SDM adalah pengembangan *e-learning* dan *mobile learning*. Meskipun teknologi ini telah dikembangkan sejak awal tahun 2000-an, tetapi masih relevan saat ini dan di masa depan dengan penyesuaian dan adaptasi dalam hal konten pembelajaran maupun jenis teknologi yang digunakan. Seiring dengan teknologi digital yang terus berkembang, didorong juga dengan pandemi Covid-19, pembelajaran dalam *platform e-learning* dan *mobile learning* banyak dipilih dan dikembangkan sebagai salah satu strategi pembelajaran dan pengembangan kompetensi secara digital, dikombinasikan dengan berbagai pendekatan pembelajaran lainnya. Dengan *e-learning* maupun *mobile learning* memungkinkan pegawai memiliki akses pada materi pembelajaran di manapun dan kapanpun dalam jaringan internet, memungkinkan fleksibilitas

yang lebih besar bagi pegawai dalam pembelajaran dan pengembangan kompetensi. Adopsi pembelajaran *e-learning* dan *mobile learning* telah memungkinkan lembaga pendidikan maupun pelatihan untuk menjangkau pegawai yang lebih luas, mendorong inklusivitas dan aksesibilitas dalam pembelajaran dan pengembangan kompetensi SDM (Sá & Serpa, 2020).

Teknologi selanjutnya yang juga dioptimalkan dalam pembelajaran SDM adalah *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR). VR memungkinkan pegawai untuk mengalami situasi yang mungkin sulit atau berbahaya untuk direproduksi dalam kehidupan nyata, seperti simulasi operasi medis atau pelatihan penanganan keadaan darurat. Sedangkan teknologi AR dapat meningkatkan lingkungan belajar dengan menambahkan elemen digital ke dunia nyata, memungkinkan pembelajaran yang lebih interaktif dan imersif (Akçayır & Akçayır, 2017). Baik VR maupun AR akan meningkatkan pengalaman dan hasil belajar SDM secara signifikan melalui pembelajaran imersif dengan membawa informasi digital ke dunia fisik pembelajaran sehingga memperkaya pengalaman belajar tanpa harus sepenuhnya membenamkan pegawai dalam lingkungan virtual. Kombinasi teknologi VR dan AR, sering disebut dengan *Extended Reality* (XR), menghadirkan pendekatan holistik terhadap pembelajaran yang sejalan dengan perkembangan teknologi dan dunia digital. Teknologi lainnya yang diperkirakan akan menjadi *trend* di masa depan adalah teknologi *artificial intelligence*, khususnya mempersonalisasi pengalaman belajar sehingga pembelajaran lebih adaptif, mengoptimalkan manajemen pembelajaran dengan personalisasi pembelajaran pegawai,

dan memfasilitasi pengembangan kompetensi dan *skills* yang dibutuhkan SDM di masa depan.

Artificial intelligence dan *machine learning* dapat dioptimalkan untuk analisis perilaku pegawai, preferensi, kinerja, dan data pegawai lainnya sehingga dapat menyediakan modul pembelajaran yang dipersonalisasi. Platform pembelajaran yang didukung *artificial intelligence* juga dapat merekomendasikan jalur pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan maupun aktivitas pekerjaan pegawai, sehingga pembelajaran menjadi lebih relevan dan efektif bagi pegawai. Kemunculan *generative artificial intelligence* juga ikut mentransformasi cara SDM untuk belajar, meningkatkan pengetahuan dan juga *skills* pegawai. Potensi *generative artificial intelligence* mendisrupsi proses belajar pegawai sangat besar, khususnya apabila melihat sekap terjangnya sejak tahun 2023. *Generative artificial intelligence* telah beralih dari sekadar inovasi baru menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari operasional harian banyak organisasi. Menurut McKinsey, adopsi *artificial intelligence* telah meningkat dua kali lipat hanya dalam waktu 10 bulan, menunjukkan *trend* global. Banyak organisasi mengintegrasikan *artificial intelligence* ke berbagai fungsi pekerjaan, termasuk pengembangan kompetensi pegawai (Udemy Business, 2025).

Saat ini, *generative artificial intelligence* sedang merevolusi fungsi pembelajaran dan pengembangan kompetensi SDM dengan menghadirkan pendekatan yang lebih berbasis *skills* pegawai. Teknologi baru *generative artificial intelligence* yang dikolaborasikan dengan model bahasa besar (*Large Language Models/LLMs*) memungkinkan organisasi mengadopsi cara yang lebih cepat dan akurat

dalam mengelola portofolio kompetensi pegawai. Dengan teknologi ini, organisasi dapat menyusun perencanaan, rekrutmen, melatih, mengembangkan, dan memantau perubahan kompetensi internal organisasi dengan cara yang belum pernah dilakukan sebelumnya. Integrasi *generative artificial intelligence* dalam desain pembelajaran menghadirkan peluang baru untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengalaman belajar SDM sekaligus mempercepat pengembangan kompetensi dan *skills* pegawai.

Pembelajaran tradisional sering kali melibatkan penguasaan *skills* kerja melalui teori yang disampaikan di kelas-kelas pembelajaran, namun sering terdapat kesenjangan antara pengetahuan yang diperoleh di kelas dengan praktik di tempat kerja. Dalam hal ini, teknologi *generative artificial intelligence* dapat berperan sebagai solusi dengan membantu pegawai mempraktikkan pengetahuan yang diperoleh dalam bentuk *skills* kerja melalui latihan yang relevan dengan pekerjaan pegawai. Misalnya, pegawai yang ingin meningkatkan kemampuan resolusi konflik dapat menggunakan *chatbot* berbasis *generative artificial intelligence* untuk simulasi percakapan, atau mengunggah transkrip rapat untuk mendapatkan umpan balik langsung. *Artificial intelligence* juga dapat dioptimalkan untuk mendukung penyampaian materi pembelajaran, melakukan penilaian dan evaluasi, serta memberikan umpan balik kepada pegawai sehingga menyederhanakan proses pembelajaran dan meningkatkan pengalaman belajar pegawai secara keseluruhan. Dengan pendekatan ini, *generative artificial intelligence* tidak hanya membuat pembelajaran menjadi lebih dinamis dan personal, tetapi juga

memastikan pegawai siap menghadapi situasi nyata dengan percaya diri dengan kompetensi dan *skills* kerja yang lebih baik.

Machine learning dan *big data* sebagai landasan *artificial intelligence* yang juga berkembang pesat dewasa ini semakin meningkatkan strategi dalam pengembangan kompetensi SDM, mendorong sistem pembelajaran lebih adaptif dan mampu menjawab kebutuhan pegawai secara individual dan personal. Algoritma *machine learning* dapat menganalisis sejumlah besar data untuk mengidentifikasi pola pembelajaran dan menyesuaikan konten materi yang sesuai dengan kebutuhan pegawai. Kemampuan ini sangat bermanfaat dalam pembelajaran dan pengembangan kompetensi SDM. Dengan latar belakang pegawai yang beragam dan gaya belajar yang berbeda, diperlukan pendekatan pembelajaran yang lebih fleksibel, responsif, dan personal.

Selain meningkatkan pengalaman belajar, *artificial intelligence* juga menyederhanakan proses administratif dalam lembaga pendidikan dan pelatihan. Solusi pembelajaran digital berbasis *artificial intelligence* dapat mengotomatiskan tugas-tugas rutin yang memungkinkan setiap fasilitator pembelajaran untuk lebih fokus pada pengajaran dan mengurangi beban administratif. Efisiensi ini tidak hanya meningkatkan kualitas proses pembelajaran, tetapi juga meningkatkan kepuasan kerja para fasilitator pembelajaran, sehingga berkontribusi pada program pengembangan kompetensi SDM yang lebih positif. Selain itu, teknologi *Large Language Models* (LLMs) yang menjadi otak dibalik *generative artificial intelligence* juga telah berkembang dan menjadi kekuatan utama yang terus berkembang pesat.

LLMs awalnya berfokus pada generasi teks, tetapi kini mampu mendukung berbagai modalitas seperti gambar, audio, dan video, sekaligus mampu memproses masukan yang lebih besar dan kompleks. Dengan kemampuan yang terus berkembang, banyak perusahaan memanfaatkan alat berbasis *generative artificial intelligence* untuk memenuhi kebutuhan yang meningkat akan otomatisasi, efisiensi, dan pengalaman yang dipersonalisasi, termasuk dalam pembelajaran pegawai. Adopsi ini juga memungkinkan analisis data yang kompleks, memberikan wawasan strategis untuk pengambilan keputusan. Pada akhirnya, pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran tidak hanya sekadar *trend*, tetapi telah menjadi kebutuhan sekaligus perubahan mendasar yang berpotensi mendemokratisasi akses terhadap informasi, pengetahuan, dan keterampilan pegawai, sehingga mendorong inklusi sosial di era masyarakat digital (Dilan Boztas et al., 2023).

4.4 Strategi Pengembangan Kompetensi SDM Pengawasan Obat dan Makanan

Prinsip pengembangan kompetensi SDM menekankan pentingnya proses pembelajaran yang terstruktur dan didukung oleh semua pemangku kepentingan (*stakeholders*) utama organisasi, tidak terkecuali pegawai sebagai obyek utama pembelajaran. Organisasi dan pegawai perlu menetapkan tujuan pembelajaran yang jelas mendukung pencapaian tujuan organisasi, dan mengevaluasi kompetensi maupun *skills* pegawai untuk memastikan pendekatan belajar pegawai efektif dengan motivasi belajar yang tetap terjaga. Pedoman pembelajaran organisasi penting dalam menentukan kompetensi dan *skills* apa yang harus dipelajari

dan ditingkatkan oleh pegawai, sekaligus pegawai dapat memilih konten pembelajaran yang sesuai. Selain itu, dukungan organisasi kepada pegawai untuk mempraktikkan *skills* baru dalam berbagai konteks pekerjaan dengan umpan balik yang dipersonalisasi juga dibutuhkan, membantu pegawai lebih mudah mengingat pengetahuan, menguasai *skills* pekerjaan, dan menerapkannya dengan efektif dalam pekerjaan. Dukungan tempat, waktu, dan akses terhadap sumber daya, seperti fasilitasi pembelajaran maupun bantuan *troubleshooting* dan kesempatan bertanya bagi pegawai juga mempermudah proses belajar dan penguasaan *skills* baru pegawai. Terakhir, memvalidasi dan merekognisi kemajuan pembelajaran membantu pegawai untuk memastikan bahwa mereka berada di jalur yang tepat dalam proses belajar dan melakukan penyesuaian jika diperlukan.

Untuk mewujudkan itu semua, dibutuhkan strategi yang terstruktur dengan pendekatan yang lebih holistik dan menyeluruh dalam proses pembelajaran dan pengembangan kompetensi SDM pengawas. Pendekatan dalam proses pembelajaran juga tidak bisa hanya satu metode saja, tetapi implementasi metode pembelajaran yang beragam sangatlah penting dalam hal ini, termasuk bagi SDM pengawas dalam memastikan bisnis proses pengawasan Obat dan Makanan dilaksanakan dengan baik. Kesempatan belajar SDM pengawasan Obat dan Makanan sebaiknya memadukan pembelajaran formal dengan pendekatan pembelajaran informal dalam sebuah sistem yang terintegrasi, sesuai dengan preferensi pegawai dan kebutuhan organisasi. Dalam hal ini pembelajaran bagi SDM pengawasan Obat dan Makanan mencakup pembelajaran daring asinkronus dan sinkronus, pembelajaran mandiri melalui

platform *e-learning* maupun *mobile learning*, penugasan dan juga pendampingan pembelajaran langsung di tempat kerja melalui pembimbingan, serta *mentoring* maupun *coaching*. Proyek kolaboratif, penyelesaian problem nyata pekerjaan, dan umpan balik dari rekan kerja atau atasan atau fasilitator pembelajaran lapangan juga memperkaya pengalaman belajar pegawai, menciptakan lingkungan dan ekosistem pembelajaran yang menyeluruh dan adaptif bagi SDM pengawasan Obat dan Makanan.

4.4.1. Pembangunan Kemitraan Strategis Pengembangan Kompetensi SDM Pengawasan Obat dan Makanan

Kolaborasi merupakan kata kunci dalam pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan, baik saat ini maupun di masa depan. Dalam membangun kolaborasi dalam pengembangan kompetensi, dibutuhkan kemitraan strategis dalam pengembangan kompetensi. Kolaborasi melalui kemitraan strategis pengembangan kompetensi bertujuan untuk menciptakan hubungan sinergis dalam meningkatkan hasil pembelajaran dan menjawab kebutuhan SDM pengawasan Obat dan Makanan yang terus berkembang dalam lanskap teknologi yang berubah, dengan tantangan pengawasan Obat dan Makanan yang juga terus berkembang. Selaras dengan konsep *Society 5.0* yang menekankan masyarakat yang berpusat pada manusia dan memadukan teknologi canggih dengan kebutuhan manusia, kemitraan yang kuat dalam pengembangan kompetensi merupakan kebutuhan untuk mempersiapkan SDM pengawasan Obat dan Makanan yang kompeten dan profesional dalam menghadapi tantangan pengawasan Obat

dan Makanan di masa depan (Ashruf et al., 2021; Rizal et al., 2023). Selain itu, kolaborasi penting untuk memastikan bahwa kurikulum pembelajaran selaras dengan kebutuhan pengawasan Obat dan Makanan, dan juga perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan bidang Obat dan Makanan.

Secara historis, kolaborasi antara Lembaga Pendidikan dan Industri telah dibingkai dalam model "*triple helix*", yang mencakup Akademisi, Industri, dan Pemerintah sebagai faktor kunci dalam mendorong inovasi dan pembangunan ekonomi (Ashruf et al., 2021; Suparno et al., 2023). Kolaborasi ini dapat dilakukan melalui berbagai bentuk dan mekanisme, termasuk:

1. Program magang dan *cooperation education (co-op)* melalui kemitraan strategis Industri dengan Organisasi yang memberikan pengalaman kerja nyata kepada SDM sebagai peserta didik pembelajaran. Melalui program ini, peserta didik dapat memperoleh pengalaman langsung dalam pekerjaan. Selain itu, pelatihan berbasis proyek (*project-based learning*) dengan melibatkan mentor dari Industri memungkinkan peserta didik memecahkan masalah nyata di dunia kerja, mengurangi gap kompetensi yang dibutuhkan SDM dalam melaksanakan pekerjaan.
2. Keterlibatan profesional Industri dalam pengajaran dan pengembangan kurikulum, sehingga organisasi dapat lebih memahami kebutuhan terkini Industri maupun kebutuhan dunia kerja, seperti keahlian dalam *artificial intelligence, machine learning*, analitik data, *internet of things, big data*, atau robotika. Dengan informasi ini, kurikulum dapat dirancang atau disesuaikan agar alumni pelatihan memiliki keterampilan teknis dan non-teknis

(*soft skills*) yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan.

3. Proyek riset kolaboratif dan inovasi untuk mengatasi tantangan pengawasan, yaitu dengan memanfaatkan keahlian akademisi yang dimiliki oleh Lembaga Pendidikan, sedangkan Lembaga Pendidikan dapat memanfaatkan akses pada peralatan, teknologi, atau dana dari sektor industri atau organisasi.
4. Pengembangan *workplace learning*, atau pembelajaran berbasis tempat kerja dengan BPOM sebagai lembaga pengawas bersama *stakeholders* terkait bersama-sama mendesain program pelatihan yang berlangsung di tempat kerja, dengan fokus pada *upskilling* atau *reskilling* SDM pengawasan Obat dan Makanan.

4.4.2. Kurikulum yang Responsif terhadap Kebutuhan Pengawasan Obat dan Makanan

Salah satu hal utama dalam pengembangan kompetensi adalah kurikulum program pelatihan atau pengembangan kompetensi. Sebagai bagian dari strategi dalam pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan, harus dipastikan kurikulum yang digunakan dalam pengembangan kompetensi SDM pengawas relevan dan responsif terhadap kebutuhan. Kemitraan strategis antara lembaga pengawas Obat dan Makanan, Industri, dan Lembaga Pendidikan atau Pelatihan penting untuk inovasi dan relevansi, khususnya dalam pengembangan kurikulum pembelajaran yang responsif menjawab kebutuhan pengawasan Obat dan Makanan. Era digital dengan karakteristik perubahan yang cepat, termasuk dalam pengawasan Obat dan Makanan membutuhkan dukungan

SDM pengawas dengan pengetahuan dan kompetensi yang relevan dengan kebutuhan pengawasan. Kemitraan strategis ini memungkinkan terjadinya pertukaran pengetahuan dan sumber daya, mendukung pengembangan kurikulum pembelajaran yang lebih selaras dengan kebutuhan pengawasan, utamanya dalam mengakomodir kolaborasi antara SDM pengawas dengan mesin dalam melakukan pengawasan Obat dan Makanan. Kurikulum yang mengakomodir integrasi kompetensi pengawasan dengan teknologi canggih dalam pengawasan, seperti *artificial intelligence* dan *internet of things* penting untuk mempersiapkan SDM pengawas menghadapi tantangan masa depan dalam pengawasan. Selain itu, perkembangan ilmu pengetahuan dalam produksi, distribusi, maupun dalam pelayananan produk Obat dan Makanan juga harus dipastikan terakomodir dalam kurikulum pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan.

Untuk menerapkan kemitraan strategis dalam pengembangan kurikulum pengembangan kompetensi secara efektif, BPOM sebagai lembaga pengawas Obat dan Makanan harus mengimplementasikan pendekatan proaktif dalam mengembangkan kurikulum pembelajaran bagi SDM pengawasan Obat dan Makanan. Paradigma yang digunakan dalam mengembangkan kurikulum harus diperluas, mengakomodir kebutuhan perubahan, teknologi, dan juga kebutuhan pengawasan di masa depan atas kompetensi dan *expertise* SDM pengawas. Pendekatan dalam pembelajaran SDM pengawas juga harus mempertimbangkan pendekatan multidisiplin keilmuan, harus berani terbuka terhadap pengetahuan dari ilmu lain, dan juga kolaborasi dengan pihak-pihak lain yang terkait. Pendekatan multidisiplin dalam

pembelajaran diperlukan agar SDM pengawas kedepan memiliki pengetahuan yang luas, siap untuk menghadapi berbagai tantangan pengawasan Obat dan Makanan.

4.4.3. Strategi Pembelajaran Terintegrasi dengan Pekerjaan

Dengan jumlah SDM pengawasan Obat dan Makanan yang terus bertumbuh, maka model pembelajaran klasikal di dalam kelas hampir dapat dipastikan tidak mampu memfasilitasi kebutuhan pengembangan kompetensi semua SDM pengawas. Perlu dikembangkan alternatif solusi dan strategi dalam pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan, memberikan jaminan bahwa pengawasan Obat dan Makanan di masa depan dilakukan oleh SDM yang kompeten, profesional, dan *expert* di bidangnya. Pembelajaran daring, kursus modular dan konsep seperti pembelajaran mikro dan nano yang menawarkan jalur pembelajaran yang ringkas dan dapat disesuaikan dengan aktivitas pekerjaan yang sibuk (Marr, 2025), menjadi satu dari alternatif pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan. Lebih lanjut lagi, pembelajaran yang integratif dan kolaboratif di tempat kerja, dengan pendekatan pembelajaran yang terintegrasi dengan pekerjaan pegawai dapat menjadi pilihan dalam pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan.

Pembelajaran terintegrasi memadukan berbagai metode dan *platform* yang memungkinkan SDM pengawasan Obat dan Makanan untuk belajar kapan saja dan di mana saja, sehingga tercipta fleksibilitas pembelajaran tanpa batasan ruang dan waktu, serta menerapkan pengetahuan yang

diperoleh secara langsung dalam pekerjaan. Sistem ini mencakup penugasan langsung dengan pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*) dan pembelajaran berbasis problem (*problem based learning*), *e-learning*, serta *mentoring* dan *coaching* yang saling melengkapi dan mendukung satu sama lain. Untuk mewujudkan pembelajaran terintegrasi, diperlukan lingkungan kerja yang mendukung sebagai ekosistem pembelajaran dan berbagi pengetahuan (Álvarez-Arregui et al., 2017), membantu SDM pengawasan Obat dan Makanan mengembangkan kompetensi secara menyeluruh dan berkelanjutan. Pembelajaran yang terintegrasi dengan pekerjaan memerlukan budaya belajar yang baik, aksesibilitas terhadap sumber informasi dan pengetahuan yang mudah, serta ekosistem pembelajaran yang kondusif dalam organisasi. Hal ini mencakup keterkaitan antara berbagai komponen organisasi yang berkontribusi dalam membangun ekosistem pembelajaran maupun dalam pembangunan pembelajaran organisasi (Giannakos et al., 2016). Dengan memahami hubungan antar komponen inti ekosistem pembelajaran, seperti komunitas belajar, suasana belajar yang mendukung, metodologi pembelajaran aktif, dan mekanisme pendukung (Vu et al., 2023), Organisasi dapat menciptakan lingkungan yang holistik untuk pembelajaran dan pertumbuhan berkelanjutan bagi SDM pengawasan Obat dan Makanan. Ekosistem pembelajaran yang baik akan memperkuat budaya belajar apabila setiap SDM pengawasan Obat dan Makanan memiliki kebutuhan intrinsik untuk terus berkembang, menjadikan pembelajaran sebagai bagian dari diri mereka, bukan sekadar menjalankan tugas atau memenuhi kewajiban formal untuk memenuhi syarat sertifikat kompetensi bagi SDM pengawasan Obat dan Makanan. Selain

itu, dukungan dari manajemen dalam menciptakan kesempatan belajar yang berkelanjutan juga berperan penting dalam membangun komitmen pegawai terhadap proses pembelajaran (Xiaoquan Huang et al., 2019).

Memperhatikan kebutuhan dalam pengembangan kompetensi ASN dan kewajiban setiap ASN melakukan pengembangan kompetensi, maka pendekatan *experiential learning* melalui pembelajaran langsung di tempat kerja menjadi relevan untuk diterapkan dalam pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan. Hal tersebut didukung dengan pertimbangan keterbatasan anggaran, dan juga kapasitas BPOM untuk melaksanakan pelatihan klasikal kepada seluruh SDM pengawasan Obat dan Makanan di Indonesia. Amanah untuk mengimplementasikan pembelajaran terintegrasi melalui konsep *Corporate University* dalam manajemen ASN, dengan 70% pembelajaran dilaksanakan melalui praktik langsung dalam pekerjaan menjadi dasar dalam memilih pembelajaran terintegrasi dan kolaboratif di tempat kerja (Fauziah & Prasetyo, 2019; Nurhayati, 2022; Sudewo, 2022). Metode pembelajaran tersebut menjadi alternatif pilihan yang layak dalam pelaksanaan pembelajaran terintegrasi dengan pekerjaan dalam mengembangkan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan. Seluruh pemangku kepentingan yang terlibat, baik internal maupun eksternal dapat dioptimalkan dalam mendukung pembelajaran dan peningkatan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan.

Dengan pembelajaran berbasis problem nyata pekerjaan (*problem based learning*) maupun proyek riil di lapangan yang juga proyek pekerjaan (*project based learning*), SDM pengawasan Obat dan Makanan dapat langsung belajar

sekaligus melaksanakan rencana kinerja pengawasan di tempat kerja. Atasan langsung pegawai, maupun pegawai dengan jenjang jabatan lebih tinggi menjadi *stakeholders* utama pembelajaran di tempat kerja melalui perannya sebagai fasilitator pembelajaran lapangan, *coach*, dan juga sebagai *mentor* pegawai dalam proses belajar. Dalam perannya sebagai fasilitator pembelajaran lapangan, mengingat atasan pegawai maupun pegawai dengan jenjang jabatan lebih tinggi di tempat kerja tidak semua dibekali dengan kemampuan menyampaikan materi pembelajaran yang baik, maka pendekatan pembelajaran mandiri melalui *e-learning* maupun penugasan membaca buku dan literatur terkait sebagai bagian dari proses belajar pegawai menjadi bagian dari integrasi pembelajaran SDM pengawasan Obat dan Makanan di tempat kerja. Organisasi harus menyiapkan infrastruktur pembelajaran yang baik bagi pegawai, termasuk akses pegawai pada *platform* pembelajaran mandiri pegawai, seperti *Learning Management System* (LMS) maupun sistem lainnya yang memungkinkan pegawai dapat mengakses pembelajaran mandiri dengan mudah, khususnya dalam aspek teori dan pengetahuan, atau pendekatan yang dapat digunakan pegawai sebagai dasar dalam pelaksanaan penugasan pembelajaran langsung di tempat kerja.

Pengembangan sistem mutu baku pembelajaran organisasi tetap dibutuhkan dalam pengembangan konsep pembelajaran terintegrasi dan kolaboratif di tempat kerja. Sistem mutu baku pembelajaran dalam hal ini termasuk mutu kurikulum dan materi pembelajaran yang harus diselesaikan pegawai dibuat terstandar proses maupun output pembelajarannya untuk setiap program pelatihan. Melalui pengembangan sistem mutu baku pembelajaran organisasi

yang memberikan hak kepada atasan maupun pegawai senior untuk menjadi fasilitator pembelajaran lapangan di tempat kerja, dengan kewenangan memberikan penugasan dalam rangka pembelajaran berbasis problem maupun proyek pengawasan Obat dan Makanan, dan juga kewenangan untuk evaluasi pembelajaran pegawai, maka konsep kolaborasi pembelajaran dan ekosistem pembelajaran dapat terbangun di tempat kerja. Kolaborasi antara fasilitator pembelajaran lapangan dengan pegawai sebagai peserta didik dalam proses pembelajaran sekaligus menciptakan budaya belajar dan berbagi pengetahuan dalam pekerjaan pengawasan Obat dan Makanan.

Dalam implementasi konsep pembelajaran terintegrasi dan kolaboratif di tempat kerja, penting untuk dibangun sebuah sistem pembelajaran dengan kurikulum terstruktur, sehingga konteks "*experiential learning*" dapat dipastikan pelaksanaannya, dan bukan "*learning from experience*" yang terjadi di tempat kerja (Merriam & Bierema, 2013; Moon, 2013). Pengembangan kurikulum baku dengan sistematika yang baik tetap menjadi kebutuhan untuk dilakukan, memastikan penugasan belajar yang diberikan kepada pegawai sebagai peserta didik selaras dengan materi pembelajaran dan tujuan pembelajaran meskipun pembelajaran dilakukan di tempat kerja langsung. Kurikulum pembelajaran akan menjadi bahan dalam pengembangan modul maupun konten pembelajaran yang nantinya dapat diikuti pegawai secara mandiri di sela waktu pelaksanaan pekerjaan. Organisasi yang berorientasi pada peningkatan kompetensi melalui pengalaman pembelajaran pegawai umumnya merancang modul dan konten pembelajaran yang relevan dan menarik. Materi tersebut dirancang untuk terhubung dengan pengalaman

pribadi pegawai serta mudah diakses kapan saja pegawai membutuhkannya (Wilson & Hiipakka, 2019). Kurikulum pembelajaran juga menjadi acuan bagi fasilitator pembelajaran lapangan dalam memberikan penugasan belajar, dan juga evaluasi pembelajaran, memastikan kompetensi yang menjadi target pembelajaran dapat dikuasai SDM pengawasan Obat dan Makanan dengan baik. Selain itu, penting untuk memastikan bahwa pengalaman pegawai dalam penugasan pembelajaran adalah pengalaman yang memang didesain dan didalamnya terdapat pengetahuan dan kompetensi yang disampaikan dan dipelajari sebagai materi pembelajaran. Pendekatan proses belajar juga didesain dengan suatu pendekatan tertentu seperti observasi dan refleksi, selain problem maupun proyek yang diberikan melalui penugasan belajar adalah problem nyata pekerjaan, memberikan pengalaman unik bagi pegawai. Integrasi pembelajaran dalam pekerjaan juga dilakukan melalui integrasi hasil pembelajaran. Keluaran (*output*) hasil pembelajaran secara tidak langsung dapat menjadi keluaran kinerja pegawai maupun organisasi tempat pegawai bekerja.

Selanjutnya, hal yang juga penting dalam konsep pembelajaran terintegrasi dan kolaboratif di tempat kerja adalah pengakuan hasil belajar SDM pengawasan Obat dan Makanan sebagai peserta didik pembelajaran. Meskipun peserta didik tidak mengikuti pembelajaran formal secara klasikal di dalam kelas, tetapi SDM pengawasan Obat dan Makanan yang mengikuti pembelajaran terintegrasi dan kolaboratif di tempat kerja sudah selayaknya mendapatkan pengakuan atas hasil belajar yang telah dilalui sebagai bagian dari pengakuan formal pelatihan SDM. Dalam konteks

ini, maka pendekatan *Recognition of Prior Learning* atau Rekognisi Pembelajaran Lampau (RPL) menjadi relevan untuk memberikan pengakuan atas hasil pembelajaran pegawai. RPL dalam hal ini tidak hanya berfungsi sebagai jembatan bagi SDM pengawasan Obat dan Makanan yang ingin memperoleh kualifikasi formal pelatihan, tetapi juga sebagai alat untuk memastikan keadilan sosial dalam peningkatan kompetensi SDM terjadi dalam organisasi. Konsep RPL berawal pada gagasan bahwa pembelajaran yang berharga terjadi di luar lingkungan pembelajaran tradisional. Perspektif ini sejalan dengan pendapat Guimarães dan Mikulec (2020), yang berpendapat bahwa RPL mengakui pembelajaran sebelumnya di manapun dan kapanpun terjadi, sehingga memvalidasi berbagai pengalaman belajar peserta didik. Pengakuan atas kompetensi yang diperoleh di luar pembelajaran formal tersebut dapat meningkatkan harga diri dan kepercayaan diri individu. Pengakuan formal atas pembelajaran individu sebelumnya dilihat sebagai alat untuk mempromosikan kesetaraan dalam sektor pendidikan dan pelatihan secara global (Hamer, 2012), meskipun tidak semuanya dilakukan melalui pembelajaran formal di dalam kelas. Integrasi RPL ke dalam kerangka pengembangan kompetensi dapat membantu menghilangkan hambatan-hambatan dalam pembelajaran, sehingga memungkinkan pendekatan yang lebih inklusif terhadap pembelajaran dan pemberian kredensial.

Dengan pendekatan RPL, SDM pengawasan Obat dan Makanan yang mengikuti pembelajaran terintegrasi dan kolaboratif di tempat kerja, dikombinasikan dengan pembelajaran mandiri dengan pendampingan oleh fasilitator pembelajaran lapangan yang juga berperan sebagai

evaluator sekaligus validator capaian pembelajaran SDM dapat diberikan pengakuan atas hasil pembelajaran mereka, setara dengan pembelajaran formal yang dilaksanakan klasikal di kelas. Mekanisme pengakuan atas hasil pembelajaran SDM dapat dikembangkan sistem yang terstruktur dan baku sebagai jaminan kualitas proses maupun keluaran hasil pembelajaran SDM. Hal ini penting, selain sebagai pelaksanaan dari ketentuan UU Nomor 20 Tahun 2023 tentang Aparatur Sipil Negara, juga sebagai solusi atas keterbatasan kemampuan BPOM dalam memfasilitasi kewajiban pelatihan setiap SDM pengawasan Obat dan Makanan melalui pembelajaran klasikal, selain juga hambatan keterbatasan anggaran untuk melaksanakan pembelajaran formal di kelas. Di sisi lain, pembelajaran terintegrasi dan kolaboratif di tempat kerja yang diakhiri dengan pengakuan hasil belajar pegawai melalui pendekatan RPL dapat mendorong budaya berbagi pengetahuan antara fasilitator pembelajaran lapangan dengan pegawai, serta mendorong pegawai melakukan pembelajaran mandiri sebagai bagian kewajiban dan syarat untuk dapat diakui hasil pembelajaran sehingga budaya belajar (*learning culture*) dan ekosistem pembelajaran (*learning ecosystem*) dapat terbangun di tempat kerja.

Uraian pembahasan tersebut sejalan dengan perkembangan pendekatan dalam pembelajaran dan pengembangan kompetensi SDM. Pembelajaran dan pengembangan kompetensi SDM tidak lagi terbatas pada metode formal dengan format terstruktur dan jadwal pelaksanaan yang kaku, tetapi telah berkembang menyesuaikan dengan tingkat kompleksitas dan ketidakpastian di dunia kerja. Kondisi tersebut menuntut

tingkat adaptabilitas dan kelincahan (*agility*) yang tinggi dalam pembelajaran SDM. Ketergantungan pada pembelajaran yang hanya bersifat formal dan terstruktur dengan jadwal yang kaku dapat membahayakan keberlangsungan organisasi, baik saat ini maupun di masa mendatang (Tupper & Ellis, 2023). Di sisi lain, ilmu pengetahuan dan teknologi diperkirakan akan terus berkembang signifikan dengan potensi disrupsi yang lebih cepat. Sebagai contoh di bidang pengobatan diperkirakan akan mengalami perkembangan dan disrupsi seiring dengan kemajuan di bidang teknologi informasi dan ilmu pengetahuan (Betz et al., 2019). Dalam konteks ini, organisasi perlu mengadopsi pendekatan pembelajaran yang lebih fleksibel dan responsif, yang memungkinkan pegawai untuk terus belajar dan beradaptasi dengan perubahan yang cepat (Baker, 2005), termasuk BPOM sebagai pembina SDM pengawasan Obat dan Makanan. Pembelajaran yang bersifat informal, seperti pembelajaran melalui pengalaman, kolaborasi antar rekan kerja, dan penggunaan teknologi digital, menjadi semakin penting untuk mendukung pengembangan kompetensi SDM di masa depan (Xiaoquan Huang et al., 2019).

4.4.4. Implementasi Model Pembelajaran *Corporate University*

UU Nomor 20 Tahun 2023 tentang Aparatur Sipil Negara telah mengamahkan pembelajaran terintegrasi dengan pekerjaan sebagai strategi dalam pengembangan kompetensi ASN. PP Nomor 17 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2017 tentang Manajemen Pegawai Negeri Sipil menyebutkan pembelajaran terintegrasi dilaksanakan dengan pendekatan

Corporate University. Dalam konteks pengawasan Obat dan Makanan, diperlukan desain dan konsep baru pembelajaran dan pengembangan untuk penguatan SDM pengawas Obat dan Makanan. Program pembelajaran harus mendukung transformasi organisasi dan meningkatkan kualitas SDM pengawas Obat dan Makanan melalui penguasaan kompetensi dan *skills* baru yang dibutuhkan dalam pengawasan Obat dan Makanan, saat ini dan di masa mendatang. Di sisi lain, SDM pengawasan Obat dan Makanan masih memiliki kesenjangan kompetensi dengan standar sehingga pendekatan pembelajaran dalam meningkatkan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan harus mampu menyelesaikan permasalahan tersebut. Lebih jauh, program pembelajaran dan pengembangan kompetensi harus mampu menjawab kebutuhan pengawasan Obat dan Makanan untuk peningkatan kualitas pelaksanaan pengawasan obat dan makanan serta pencapaian tujuan organisasi.

Salah satu alternatif dalam strategi pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan saat ini maupun di masa depan adalah implementasi strategi *Corporate University* dalam pembelajaran SDM pengawasan Obat dan Makanan. *Corporate university* bertujuan untuk membantu organisasi induknya dalam mencapai tujuannya (Allen, 2002) dan mendukung pembaruan, implementasi, serta optimalisasi strategi melalui pembelajaran organisasi (Rademakers, 2014). Untuk mendukung transformasi organisasi dalam pengawasan Obat dan Makanan, dengan menggunakan pendekatan pembelajaran dalam *Corporate University* yang dikembangkan Rademakers (2014), BPOM dapat menetapkan strategi pembelajaran *collage* sebagai

alternatif dalam pengembangan *Corporate University*. Namun, strategi pembelajaran *school* dapat dipilih untuk menutup kesenjangan kompetensi dan mengoptimalkan peran SDM dalam mengimplementasikan strategi pengawasan Obat dan Makanan. Dari tipe *Corporate University*, pilihan model sentralisasi dapat menjadi pilihan dalam pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan. Pertimbangannya adalah BPOM yang merupakan pelaksana pengawasan Obat dan Makanan di Indonesia merupakan organisasi vertikal yang mana kebijakan dan strategi organisasi harus sama agar dapat diimplementasikan di seluruh Indonesia. Pengembangan *Corporate University* dengan langsung mengimplementasikan dua strategi pembelajaran (*college* dan *school*) sekaligus menjadi tantangan bagi BPOM. Salah satu tantangannya adalah terbatasnya sumber daya yang terlibat dalam pengembangan *Corporate University*, terutama dalam mengembangkan strategi pembelajaran, kurikulum pembelajaran, dan mengimplementasikan pembelajaran. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Rademakes (2014), mengimplementasikan dua strategi pembelajaran secara bersamaan menyebabkan organisasi tidak fokus pada strategi pengembangan SDM dan berpotensi mengalami kegagalan. Penyiapan SDM dan tim yang tangguh dalam pengembangan *Corporate University* dalam pengawasan Obat dan Makanan sangat dibutuhkan. Dengan adanya pembagian tugas yang jelas antara penyusun strategi pembelajaran *college* dengan penyusun strategi pembelajaran *school*. Selain itu, pengembangan dan implementasi *Corporate University* juga harus mempertimbangkan strategi manajemen talenta dan juga

pembinaan dan pengembangan karier SDM pengawasan Obat dan Makanan.

Dengan mempertimbangkan perkembangan teknologi informasi ke depan, maka pembelajaran digital dapat menjadi alternatif pendekatan pembelajaran dalam peningkatan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan melalui *Corporate University*. Meskipun demikian, efektivitas pembelajaran digital dalam mendukung kinerja pegawai dan organisasi tetap harus diperhatikan. Selain itu, pembelajaran digital juga akan memudahkan SDM pengawasan Obat dan Makanan dalam mengembangkan kompetensi karena dapat diakses kapanpun dan di manapun oleh pegawai. Pengembangan pembelajaran digital juga mempertimbangkan tren pengembangan kompetensi (A. D. Martin et al., 2021). Pengembangan strategi pembelajaran dan pengembangan melalui *Digital Corporate University* bertujuan untuk meningkatkan kualitas SDM pengawasan Obat dan Makanan Indonesia. Pengembangan *Corporate University* juga merupakan pendekatan yang tidak terpisahkan dari konsep pengetahuan organisasi, organisasi pembelajaran (*learning organization*) dan *experiential learning*. Pengembangan *learning organization* menunjukkan komitmen organisasi dalam upayanya untuk meningkatkan kapasitas dan kapabilitas untuk mendukung kinerja dan inovasi melalui proses pembelajaran yang berkelanjutan (Senge, 2014). Dalam membangun *learning organization* diperlukan manajemen pengetahuan organisasi yang terstruktur, termasuk aktivitas berbagi pengetahuan organisasi (Rasid et al., 2022). Baik berbagi pengetahuan maupun membangun *learning organization* keduanya memerlukan budaya belajar (*learning culture*) yang kuat dalam organisasi. Di sisi lain, budaya belajar

dapat tumbuh jika pegawai diberikan kemudahan untuk belajar dan mengembangkan kompetensinya kapan saja dan di mana saja, tanpa batasan ruang dan waktu. Penelitian menunjukkan bahwa organisasi yang menerapkan budaya belajar yang baik cenderung memiliki tingkat inovasi yang lebih tinggi dan mampu beradaptasi dengan perubahan lingkungan yang cepat (Garvin et al., 2008; Hübner, 1995). Selain itu, dukungan kepemimpinan dan manajemen puncak dalam menciptakan lingkungan yang mendukung pembelajaran juga sangat penting dalam menumbuhkan kreativitas dan inovasi, serta kemampuan adaptasi yang lebih efektif dalam menghadapi perubahan lingkungan strategis (Ahsan, 2024). Dengan demikian, investasi dalam pengembangan kompetensi pegawai dan manajemen pengetahuan tidak hanya bermanfaat bagi individu, tetapi juga bagi keberlanjutan dan daya saing organisasi secara keseluruhan (Crossan, 1996). Selain itu, baik pengembangan budaya belajar, *learning organization*, maupun *Corporate University* juga bertujuan untuk menjaga dan meningkatkan kepercayaan publik (Bruny, 2007; Firdaus, 2017), khususnya bagi lembaga publik seperti BPOM.

Melalui pembangunan budaya belajar dengan dukungan kolaborasi dan budaya berbagi pengetahuan yang diintegrasikan dengan konsep *Corporate University* dan *experiential learning*, akan mendorong kesiapan SDM pengawasan Obat dan Makanan dalam menghadapi permasalahan dan tantangan pengawasan Obat dan Makanan di masa depan. Dengan mengadopsi konsep pembelajaran 10:20:70 melalui *Corporate University*, yang menekankan bahwa 70% keberhasilan pembelajaran diperoleh melalui praktik kerja langsung dengan bimbingan

dari fasilitator pembelajaran, pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan telah memasuki era baru pembelajaran pegawai. Dalam era ini, pembelajaran tidak hanya terbatas pada pelatihan di ruang kelas, melainkan lebih banyak dilakukan secara non-klasikal di lingkungan kerja yang terintegrasi dengan sistem dan alur kerja pegawai.

Meskipun secara konsep pembelajaran dalam *Corporate University* relatif mudah dipahami, pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan sebagai aparatur negara bukanlah hal yang mudah, terutama di negara-negara berpenghasilan menengah ke bawah. Proses pembelajaran bagi aparatur negara melibatkan pendekatan yang lebih kompleks dibandingkan dengan pembelajaran individu maupun organisasi pada umumnya. Pembelajaran ini sering kali dianggap sebagai tantangan yang rumit dan sulit untuk dirumuskan, karena harus mengatasi berbagai karakteristik unik, seperti budaya, ekonomi, politik, agama, dan sosial, serta hambatan psikologis dan kendala praktis yang dapat menghambat atau bahkan menghalangi proses tersebut (Blindenbacher & Nashat, 2010). Meskipun demikian, dalam rangka memastikan pembangunan berjalan secara berkelanjutan, peningkatan kualitas, kapasitas, kapabilitas, dan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan melalui program pembelajaran dan pengembangan kompetensi harus terus diupayakan. Dalam rangka memastikan setiap SDM pengawasan Obat dan Makanan memiliki kompetensi untuk mendukung pelaksanaan agenda pembangunan melalui pengawasan Obat dan Makanan, negara wajib memfasilitasi dan memenuhi kebutuhan pengembangan kompetensi mereka. Penggunaan teknologi secara optimal sesuai dengan tren global dalam pembelajaran dan

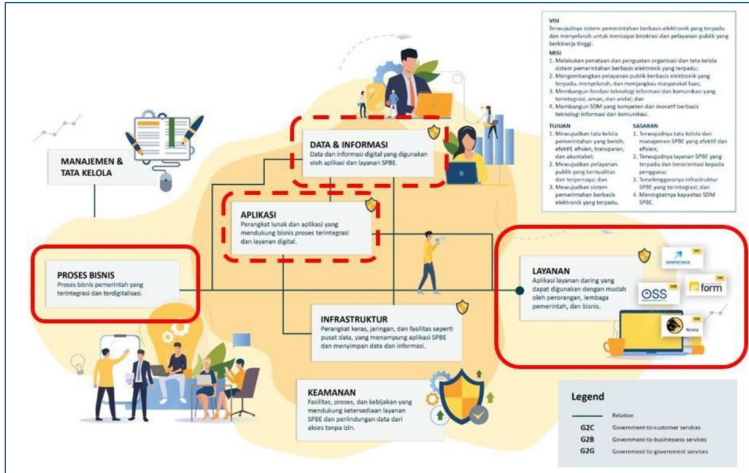
pengembangan kompetensi pegawai perlu diadaptasi, diadopsi, dan diimplementasikan dalam pengembangan kompetensi aparatur negara. Pembelajaran tidak hanya dilakukan secara klasikal di ruang kelas, tetapi juga diterapkan langsung di tempat kerja, kolaboratif dengan atasan, fasilitator lapangan, maupun pegawai lain, terintegrasi dengan tugas dan tanggung jawab pegawai, serta mendukung pelaksanaan pekerjaan pegawai. Konsep pembelajaran dalam *Corporate University* untuk manajemen pengembangan kompetensi aparatur negara harus terus dikembangkan dan disesuaikan dengan tren global, termasuk mengintegrasikan pendekatan *learning in the flow of work* sebagai metode pembelajaran pegawai yang inovatif (Bersin, 2018b), juga pendekatan pembelajaran terintegrasi dan kolaboratif lainnya di tempat kerja.

BAB 5

Transformasi Digital Mendukung SDM Pengawasan Obat dan Makanan Unggul 2045

5.1 Transformasi Digital Pengawasan Obat dan Makanan

Sesuai dengan Keputusan Kepala BPOM Nomor 197 Tahun 2023, transformasi digital dalam pengawasan Obat dan Makanan dilaksanakan dengan mengimplementasikan Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE). Transformasi digital dilaksanakan untuk mewujudkan visi SPBE pengawasan Obat dan Makanan, yaitu “Terwujudnya sistem pemerintahan berbasis elektronik BPOM yang terpadu dan menyeluruh untuk mencapai birokrasi dan pelayanan publik yang berkinerja tinggi.” Upaya untuk mewujudkan visi SPBE tersebut salah satunya dilakukan melalui penyusunan arsitektur SPBE yang merupakan kerangka dasar dalam integrasi proses bisnis, data dan informasi, layanan, aplikasi, infrastruktur digital, dan keamanan digital untuk menghasilkan layanan publik BPOM yang terintegrasi.



Sumber: (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2023a)

Gambar 5. Arsitektur SPBE BPOM

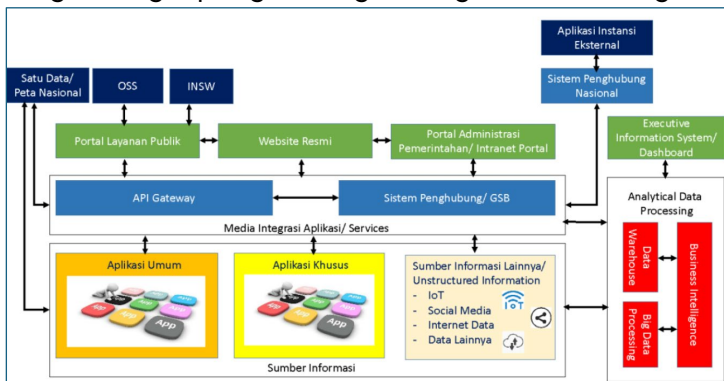
Transformasi digital dalam pengawasan Obat dan Makanan dilaksanakan untuk mewujudkan tujuan SPBE pengawasan Obat dan Makanan, yaitu:

1. Mewujudkan tata kelola pemerintahan yang bersih, efektif, efisien, transparan, dan akuntabel;
2. Meningkatkan pemanfaatan produk teknologi, data, informasi, dan ilmu pengetahuan serta teknologi untuk terciptanya layanan publik dan administrasi pemerintahan yang excellent;
3. Mewujudkan pelayanan publik yang terpadu, menyeluruh, berkualitas, dan terpercaya;
4. Mewujudkan sistem pemerintahan berbasis elektronik yang terpadu;
5. Mewujudkan SDM berbasis TIK yang kompeten dan inovatif.

Transformasi digital pengawasan Obat dan Makanan memiliki sasaran untuk meningkatkan kepuasan pengguna

layanan digital, yang artinya bahwa kebutuhan pengguna layanan digital sebagai prioritas dalam mengembangkan program dan aktivitas dalam transformasi digital. Pengguna layanan digital dalam hal ini tidak terbatas kepada pelanggan eksternal, tetapi juga pelanggan internal atau pegawai BPOM sebagai pihak yang aktif menggunakan berbagai aplikasi maupun produk digital lainnya dalam melaksanakan pekerjaan pengawasan Obat dan Makanan.

Efektivitas, efisiensi, *agile*, berkelanjutan, terpadu dengan integrasi dan interoperabilitas antar sistem merupakan prinsip yang dipegang dalam transformasi digital pengawasan Obat dan Makanan. Sedangkan solusi arsitektur SPBE yang akan dikembangkan dalam transformasi digital secara garis besar dapat dimodelkan dalam *solution concept diagram* dalam gambar 6. Transformasi digital dalam pengawasan Obat dan Makanan berupaya untuk mengintegrasikan semua bisnis proses dalam pengawasan Obat dan Makanan, baik bisnis proses utama maupun bisnis proses pendukung dengan teknologi sebagai penghubung sekaligus media integrasi.

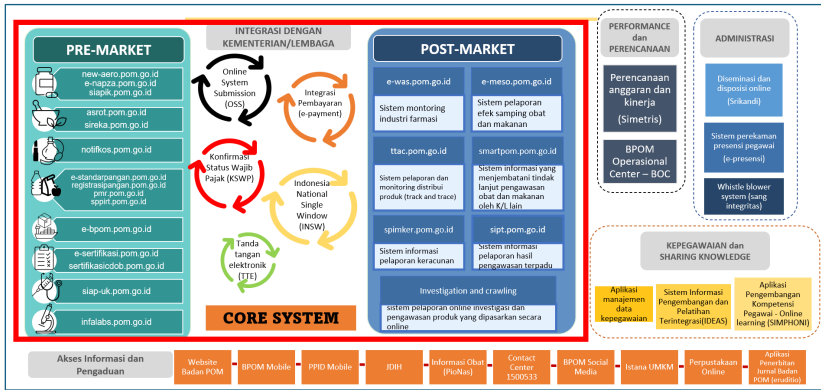


Sumber (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2023a)

Gambar 6. *Solution Concept Diagram*

5.1.1 Pemanfaatan Teknologi dalam Pengawasan Obat dan Makanan

Pengawasan Obat dan Makanan ke depan tidak dapat dilepaskan dari berbagai teknologi digital yang semakin berkembang dewasa ini. Saat ini, BPOM telah mengadopsi berbagai teknologi dalam mendukung pengawasan Obat dan Makanan, dan diperkirakan akan terus berkembang seiring dengan perkembangan teknologi. Dalam pengembangan dan menggunakan aplikasi dan sistem informasi, BPOM telah mengadopsi dan menggunakan berbagai aplikasi dalam mendukung pengawasan Obat dan Makanan sebagaimana dalam gambar 7. Mulai dari bisnis utama organisasi dalam pengawasan Obat dan Makanan *pre-market* dan *post-market*, serta bisnis proses pendukung telah dikembangkan berbagai aplikasi pendukung pekerjaan. Berbagai aplikasi dalam pengawasan Obat dan Makanan juga telah terintegrasi dengan aplikasi pada Kementerian/Lembaga terkait, meliputi integrasi dengan *Online System Submission* (OSS), pembayaran *e-payment* untuk pengelolaan dana Pendapatan Negara Bukan Pajak (PNBP), *Indonesia National Single Window* (INSW), dan juga integrasi dalam Tanda Tangan Elektronik (TTE).



Sumber: Pusat Data dan Informasi, 2022

Gambar 7. Digitalisasi Pengawasan Obat dan Makanan

Selain teknologi digital, BPOM juga telah menggunakan teknologi lainnya dalam mendukung bisnis proses pengawasan Obat dan Makanan. Sebagai contoh penggunaan teknologi canggih dalam peralatan laboratorium, mendukung pengujian Obat dan Makanan di Indonesia. Berbagai teknologi dalam peralatan laboratorium telah diadopsi oleh BPOM saat ini, seperti HPLC (*High-Performance Liquid Chromatography*), AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*), dan juga LC-MS/MS (*Liquid Chromatography-Mass Spectrometry*). Teknologi MS/MS merupakan salah satu teknologi terkini dan canggih dalam bidang analitik, terutama untuk analisis senyawa kompleks dalam obat, makanan, dan biologi. Teknologi ini dikenal karena sensitivitas dan spesifisitasnya yang sangat tinggi dalam mendeteksi dan mengidentifikasi senyawa, bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah.

5.1.2 Pengembangan Teknologi Digital mendukung Pengawasan Obat dan Makanan

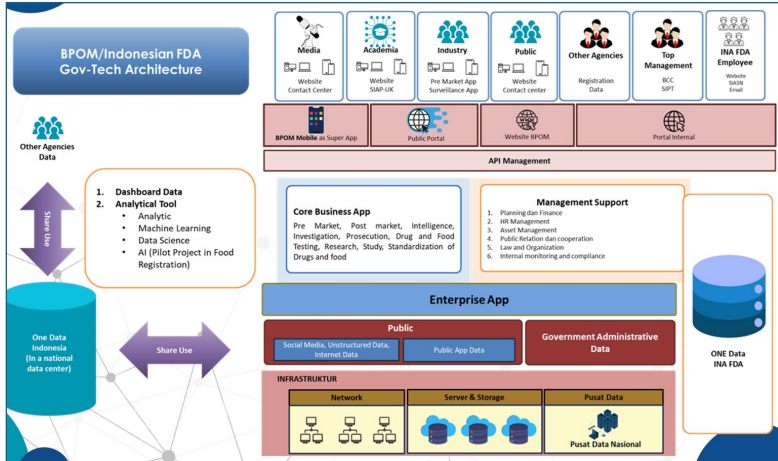
Transformasi digital dalam pengawasan Obat dan Makanan akan terus berlanjut dan tidak akan berhenti seiring dengan perkembangan teknologi digital di era *Society 5.0*. Era ini menekankan pada integrasi dunia fisik dengan dunia digital mendukung perkembangan masyarakat berkelanjutan. Manusia ditempatkan sebagai pusat pertumbuhan dan teknologi digunakan sebagai solusi dalam menghadapi dan menyelesaikan masalah besar kehidupan, seperti perubahan iklim, kesenjangan ekonomi, kelangkaan pangan, dan penuaan populasi. Perkembangan teknologi digital juga terjadi di bidang industri, distribusi, dan konsumsi Obat dan Makanan. Dalam bidang pengobatan dan kesehatan misalnya, teknologi *artificial intelligence* digunakan dalam penemuan dan pengembangan obat, antara lain digunakan dalam prediksi aktivitas biologis senyawa-senyawa baru dan juga mengidentifikasi zat aktif yang memiliki potensi sebagai obat. Selain itu, *artificial intelligence* juga dapat digunakan dalam percepatan proses identifikasi target molekuler dan memfasilitasi desain molekul. *Artificial intelligence* membantu dalam pengembangan obat dengan lebih tepat sasaran (*precision medicine*), dan memungkinkan identifikasi pasien yang memiliki kemungkinan tinggi merespons suatu obat (Kolluri et al., 2022). Lebih spesifik lagi dalam penemuan dan pengembangan obat, *artificial intelligence* dimanfaatkan untuk melakukan revolusi proses pengembangan obat (Mak & Pichika, 2019), juga dalam proses sintesis peptida hingga desain molekul, skrining virtual hingga *docking* molekuler, hubungan kuantitatif struktur-aktivitas hingga reposisi obat, lipatan protein hingga interaksi protein-protein, dan

identifikasi jalur molekuler hingga polifarmakologi (Gupta et al., 2021). Potensi *artificial intelligence* dalam membantu pengembangan obat juga telah menjadi perhatian oleh US Food and Drug Administration (2023).

Perkembangan teknologi digital telah mempengaruhi pendekatan dalam riset dan pengembangan, serta produksi dan distribusi Obat dan Makanan, juga pola konsumsi masyarakat. Dalam materi yang disampaikan Syifa M. Hersista (2024) dari PT Biofarma Persero Indonesia, saat ini *artificial intelligence* telah digunakan hampir di seluruh rantai proses industri farmasi, mulai dari riset dan pengembangan, produksi, distribusi dan penyimpanan, sampai pada layanan pasca penjualan melalui monitoring *vigilance* menggunakan produk sediaan farmasi. Kondisi tersebut mengharuskan adaptasi strategi pengawasan Obat dan Makanan agar tetap relevan, dan mampu menjamin keamanan, khasiat, dan mutu produk yang dikonsumsi masyarakat. Dalam rancangan pembaharuan arsitektur SPBE BPOM yang disampaikan oleh Kepala Pusat Data dan Informasi BPOM sebagaimana dalam gambar 8 dapat dilihat perubahan dan rencana pengembangan teknologi digital kedepannya dalam pengawasan Obat dan Makanan.

Berbagai pengembangan teknologi digital akan terus dilakukan dalam kerangka transformasi digital pengawasan Obat dan Makanan. Pengembangan BPOM Mobile sebagai *super apps* menjadi prioritas yang akan dilakukan, dengan berbagai teknologi digital dan *analytic tools* berada dibelakangnya sebagai sistem pendukung layanan. Teknologi canggih terkini sangat potensial untuk dikembangkan dan diintegrasikan mendukung *smart system* pengawasan Obat dan Makanan. Berbagai teknologi tersebut seperti *artificial*

intelligence, machine learning, data science, internet of things, blockchain, dan berbagai teknologi canggih lainnya yang juga menjadi perhatian dalam transformasi digital pengawasan Obat dan Makanan sebagaimana tertuang dalam arsitektur SPBE BPOM ke depannya.



Sumber (Pusat Data dan Informasi, 2024)

Gambar 8. Arsitektur To Be SPBE BPOM

Smart system pengawasan Obat dan Makanan dapat dilakukan dengan mengoptimalkan teknologi digital canggih dalam pengawasan. *Artificial intelligence* dan *machine learning* dapat dioptimalkan dalam otomatisasi proses evaluasi risiko dalam proses registrasi dan inspeksi, termasuk analisis data pengujian produk di laboratorium untuk mendeteksi cemaran produk. Sebagai awalan, BPOM sebagai lembaga pengawas Obat dan Makanan telah mengembangkan kajian dan analisis untuk mengoptimalkan *artificial intelligence* dalam bisnis proses registrasi pangan olahan. *Internet of things* dapat menghubungkan perangkat produksi dan distribusi dengan perangkat pengawasan

sehingga memungkinkan dilakukan monitoring kondisi produk secara *real-time*, seperti suhu penyimpanan vaksin atau produk sediaan farmasi dan pangan olahan lainnya. Teknologi *blockchain* dapat dioptimalkan sebagai alat verifikasi untuk memvalidasi keaslian dokumen dan produk, selain juga penelusuran (*tracing*) untuk menciptakan transparansi, akuntabilitas, dan keamanan di sepanjang rantai pasok Obat dan Makanan. Sedangkan *autonomous technology* dapat dioptimalkan dalam kegiatan inspeksi sarana produksi maupun distribusi, misalnya penggunaan drone atau robotika untuk inspeksi sarana produksi di daerah terpencil. Selain itu juga dapat dioptimalkan dalam teknologi pengujian Obat dan Makanan di laboratorium.

Integrasi *artificial intelligence* dengan *machine learning* relevan untuk meningkatkan keamanan Obat dan Makanan, menjamin kualitas produk dan juga kepatuhan terhadap regulasi. Salah satu pemanfaatan *machine learning* yang signifikan dalam keamanan pangan adalah perannya dalam mendukung proses inspeksi. Kang dkk (2022) menyoroti penggunaan teknologi *machine learning* dan pencitraan hiperspektral (HSI) dalam rantai pasokan pangan, yang telah terbukti efektif untuk penyortiran, pengemasan, dan inspeksi kualitas produk pangan. Teknologi ini memfasilitasi analisis kualitatif dan kuantitatif produk pangan, yang memungkinkan Inspektur untuk mendeteksi pemalsuan dan memastikan kepatuhan terhadap standar keamanan pangan. Kemampuan algoritma *machine learning* untuk menganalisis *big data* secara efisien memungkinkan pemantauan kualitas pangan secara *real-time*, yang sangat penting untuk meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat (Kang et al., 2022). Lebih jauh lagi, integrasi teknologi *artificial intelligence*,

internet of things, dan *machine learning* dapat mendukung komunikasi dan koordinasi lebih lanjut antar pemangku kepentingan dalam rantai pasokan pangan, mendukung peningkatan kesadaran situasional selama proses Inspeksi sarana produksi dan distribusi pangan (N. M. Martin et al., 2023). Dalam bidang pengawasan obat, teknologi *machine learning* banyak digunakan untuk memprediksi dan menganalisis keamanan dan khasiat produk sediaan farmasi. Sebagai contoh, model *machine learning* telah digunakan untuk memahami hubungan antara struktur kimia dan aktivitas biologis produk obat sehingga membantu dalam penemuan dan pengembangan obat (Lo et al., 2018). Kemampuan prediktif ini penting bagi *National Regulatory Authority* (NRA) yang bertanggung jawab dalam pengawasan dan evaluasi obat baru karena memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat terkait persetujuan produk sebelum beredar.

Dalam pengujian produk pangan olahan dan penjaminan kualitas produk, teknologi *machine learning* dengan pendekatan *deep learning* telah digunakan untuk mengklasifikasikan produk makanan berdasarkan kandungan nutrisi dan atribut kualitasnya (Zhou et al., 2019). Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi pangan olahan, tetapi juga memastikan bahwa produk memenuhi standar regulasi sebelum dikonsumsi masyarakat. Kemampuan untuk mendeteksi potensi risiko keamanan pangan melalui model *machine learning* yang canggih semakin menekankan pentingnya teknologi ini dalam menjaga dan meningkatkan kesehatan masyarakat (Chung et al., 2022). Lebih jauh lagi, integrasi *artificial intelligence* dan *machine learning* dalam sistem pemantauan ketahanan pangan telah menunjukkan

potensi yang lebih baik dalam memprediksi dan mengelola krisis kelangkaan pangan. Qasrawi (2023) menekankan potensi transformatif teknologi *machine learning* dalam memproses *big data* untuk mengidentifikasi pola yang mengindikasikan kelangkaan pangan. Dengan memanfaatkan potensi ini, para pembuat kebijakan dapat membuat keputusan berdasarkan data untuk mengalokasikan sumber daya secara efektif, dan mengurangi risiko kelangkaan dan keamanan pangan. Pendekatan proaktif untuk memastikan bahwa sistem pangan tetap tangguh dalam menghadapi tantangan seperti perubahan iklim dan fluktuasi ekonomi penting untuk menjaga ketahanan dan keamanan pangan suatu Negara.

Selain pemanfaatan dan optimalisasi tersebut, *machine learning* juga dapat dioptimalkan dalam meningkatkan layanan melalui interaksi dengan pelanggan atau konsumen. Aplikasi berbasis *artificial intelligence* dan *machine learning* dapat membantu konsumen dalam membuat pilihan yang tepat tentang produk pangan dengan memberikan informasi nutrisi terperinci dan alergen potensial (Sak & Suchodolska, 2021). Hal ini tidak hanya memberdayakan konsumen tetapi juga sejalan dengan upaya regulasi untuk meningkatkan transparansi dalam pemberian informasi keamanan pangan dalam label pangan dan pemasaran produk pangan. Kemampuan menganalisis perilaku konsumen melalui *machine learning* juga dapat menginformasikan strategi pengembangan kerangka regulasi yang tepat untuk meningkatkan kesehatan masyarakat (N. M. Martin et al., 2022), mendukung strategi komunikasi, penyampaian informasi dan juga edukasi kepada masyarakat terkait keamanan Obat dan Makanan.

Lebih lanjut terkait dengan potensi pengembangan teknologi digital dalam pengawasan Obat dan Makanan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pengembangan teknologi *blockchain* untuk *traceability* mulai dari pengembangan suatu produk, pendaftaran sampai peredaran produk Obat dan Makanan. *Blockchain* memungkinkan pencatatan data yang aman, transparan, dan tidak dapat diubah. Dalam pengawasan Obat dan Makanan, *blockchain* dapat digunakan untuk melacak asal usul bahan baku produk hingga produk akhir (*end-to-end traceability*). Selain itu juga untuk meningkatkan transparansi dalam rantai pasok produk Obat dan Makanan, sehingga produk ilegal atau palsu dapat dengan mudah terdeteksi.
2. Penggunaan *artificial intelligence* dan *machine learning* didukung dengan *big data analytic* untuk prediksi risiko keamanan produk Obat dan Makanan yang beredar. Dengan *big data analytic* dapat memberikan manfaat dalam pengawasan maupun pengambilan keputusan, seperti mengidentifikasi pola atau anomali dalam pengembangan produk, produksi, distribusi, dan konsumsi produk, sehingga risiko dapat diprediksi dan diidentifikasi sebelum menjadi masalah besar. Selain itu juga mendukung pengambilan keputusan pengawasan berbasis data dengan analisis yang cepat dan akurat.
3. Digitalisasi laboratorium pengujian Obat dan Makanan untuk meningkatkan efisiensi dengan mengintegrasikan sistem manajemen laboratorium berbasis *cloud* maupun *analytic* data hasil pengujian yang terintegrasi dengan berbagai sistem lainnya dalam ekosistem bisnis proses pengawasan. Selain itu, digitalisasi juga melalui

penyediaan alat uji laboratorium berbasis teknologi canggih untuk mendeteksi bahan berbahaya dalam waktu yang lebih cepat sehingga lebih efektif dan efisien.

5.2 Pengembangan SDM Digital Pengawasan Obat dan Makanan

Dengan mengoptimalkan teknologi dan potensi pengembangan teknologi digital yang akan terus berlanjut dalam pengawasan Obat dan Makanan sampai dengan tahun 2045, maka memastikan teknologi tersebut digunakan dan dimanfaatkan dengan tepat adalah kunci utama keberhasilan pengawasan. Di sisi lain, keterbatasan sumber daya masih menjadi isu dan tantangan yang harus dihadapi dalam transformasi digital pengawasan Obat dan Makanan (Pusat Data dan Informasi, 2024). Sumber daya tersebut termasuk SDM digital yang merupakan sumber daya utama dalam keberhasilan transformasi digital melalui pemanfaatan dan optimalisasi berbagai teknologi digital dalam menunjang pengawasan Obat dan Makanan. Dengan dasar bahwa SDM digital adalah kunci dalam keberhasilan pengawasan Obat dan Makanan di masa depan, maka program pengembangan kompetensi SDM digital pengawasan Obat dan Makanan harus dilaksanakan secara terstruktur dengan proses yang jelas dan berkelanjutan. Di BPOM, sesuai dengan Keputusan Kepala BPOM Nomor 185 tahun 2024 tentang Manajemen SDM SPBE telah diatur terkait dengan ketentuan dalam manajemen SDM SPBE di BPOM, khususnya aspek pengembangan kompetensi SDM SPBE. Pengembangan SDM SPBE BPOM, juga disebut sebagai pengembangan kompetensi SDM digital adalah bagian integral dari transformasi digital dalam bisnis proses pengawasan Obat dan Makanan. SDM digital yang

kompeten akan menjadi pilar utama dalam mewujudkan tata kelola pengawasan Obat dan Makanan yang modern, terintegrasi, efisien, dan adaptif, mendukung pelayanan publik yang berkinerja tinggi.

5.2.1 Pengembangan Literasi Digital SDM Pengawasan Obat dan Makanan

Literasi digital merupakan kemampuan dasar dalam menggunakan perangkat dan sistem teknologi informasi untuk tugas sehari-hari, seperti pengelolaan data, komunikasi digital, dan kolaborasi menggunakan platform digital, termasuk pemanfaatan berbagai aplikasi digital dalam mendukung pekerjaan. Dalam mendukung pengawasan Obat dan Makanan, kompetensi literasi digital adalah fondasi utama yang harus dimiliki oleh setiap SDM pengawasan Obat dan Makanan, baik yang terlibat langsung dalam bisnis proses transformasi digital dalam implementasi SPBE, atau SDM pendukung sebagai pengguna layanan SPBE BPOM, khususnya penggunaan berbagai aplikasi maupun teknologi digital canggih dalam pengawasan. Menurut López (2023), literasi digital semakin diperhitungkan sebagai aspek yang berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat, dengan implikasi terhadap keamanan Obat dan Makanan yang dikonsumsi masyarakat. Dalam hal sistem keamanan pangan, kemampuan untuk mengakses dan memahami informasi tentang keamanan pangan, label, kandungan gizi, dan risiko kesehatan sangat penting bagi konsumen dan *National Regulatory Authority* (NRA) suatu negara seperti BPOM. Dalam perkembangannya, kemampuan literasi digital ini tidak hanya tentang kemampuan teknis menggunakan teknologi digital,

tetapi juga tentang bagaimana menggunakan teknologi dengan bijak, etis, dan bertanggung jawab.

Dalam pengawasan Obat dan Makanan, SDM pengawas dengan kompetensi literasi digital yang baik akan mampu menggunakan perangkat lunak dalam mengelola data dan informasi, berkomunikasi melalui email dan *platform* kolaborasi *online*, serta memanfaatkan teknologi untuk menyelesaikan tugas dengan lebih efisien. Kompetensi literasi digital juga penting untuk mendukung pekerjaan seperti analisis tren pengawasan dan peredaran Obat dan Makanan tertentu. Selain itu juga dalam memanfaatkan *cloud storage* untuk menyimpan dan berbagi dokumen secara *real-time* dengan tim lain lintas fungsi pengawasan di tempat yang berbeda. Dalam pengawalan keamanan pangan, studi menunjukkan integrasi literasi digital dan literasi pangan terkait keamanan pangan dapat memberdayakan konsumen untuk membedakan informasi yang kredibel dari misinformasi kaitannya dengan produk pangan, terutama di era platform digital penuh dengan informasi kesehatan yang saling bertentangan seperti saat ini (Fardiah et al., 2023). Literasi digital juga mencakup pemahaman tentang keamanan digital dan keamanan siber. SDM dengan kemampuan literasi digital yang baik akan mampu melindungi data dan informasi yang sensitif, mengidentifikasi potensi ancaman digital, serta menjaga integritas informasi organisasi. Dengan literasi digital yang kuat, setiap SDM menjadi lebih siap menghadapi tantangan era digital, sekaligus mendukung percepatan birokrasi berbasis teknologi.

5.2.2 Pengembangan Kompetensi Digital SDM SPBE BPOM

Kompetensi Digital SDM SPBE adalah kompetensi yang wajib dimiliki oleh SDM BPOM yang memiliki tugas dan tanggung jawab pekerjaan terkait dengan pengelolaan Sistem Pemerintah Berbasis Elektronik, disebut juga dengan talenta digital. Keputusan Kepala BPOM Nomor 185 tahun 2024 tentang Manajemen SDM SPBE di Lingkungan BPOM membagi kompetensi digital menjadi kompetensi umum SPBE dan kompetensi spesialis SPBE. Kompetensi umum SPBE dibagi menjadi kompetensi umum dasar SPBE dan kompetensi umum lanjutan SPBE. Kompetensi umum dasar SPBE meliputi kompetensi terkait dengan dasar-dasar teknologi informasi (*hardware, software, jaringan, internet, keamanan data*), serta prinsip dan teknik dasar pengelolaan teknologi informasi. Seorang SDM SPBE BPOM yang dinyatakan lulus dan menguasai kompetensi umum dasar SPBE, seorang SDM SPBE BPOM wajib memiliki kompetensi umum lanjutan SPBE dengan penguasaan teknologi yang lebih strategis dan aplikatif. Kompetensi ini dirancang untuk memberikan kemampuan analitik dan implementatif dalam mengelola teknologi informasi secara lebih mendalam. Dalam kompetensi umum lanjutan SPBE, SDM SPBE BPOM atau talenta digital mempelajari proses bisnis pemerintahan dan bagaimana cara memetakan alur kerja secara efektif menggunakan pendekatan atau *tools* tertentu, seperti *business process modeling*. Tidak hanya itu, talenta digital juga mendalami arsitektur teknologi informasi atau *enterprise architecture*. Mereka belajar merancang kerangka teknologi yang mengintegrasikan aplikasi, data, dan infrastruktur untuk mendukung kebutuhan SPBE secara holistik. Kompetensi umum lanjutan SPBE juga mencakup pengelolaan data, dengan kewajiban seorang talenta digital belajar prinsip *data value* dan siklus manajemen data, mulai dari

pengumpulan hingga analisis data untuk pengambilan keputusan berbasis bukti. Talenta digital juga harus belajar tentang keamanan data dan informasi, yaitu kemampuan untuk mengidentifikasi risiko keamanan, merancang kontrol pengamanan, dan memastikan sistem teknologi informasi terlindungi dari ancaman siber.

Seorang talenta digital dalam pengawasan Obat dan Makanan harus mengikuti program pengembangan kompetensi untuk menguasai kompetensi umum SPBE tersebut. Dalam pembelajaran untuk penguasaan kompetensi umum dasar SPBE, talenta digital dalam mempelajarinya melalui pembelajaran *e-learning*. Sedangkan untuk menguasai kompetensi umum lanjutan SPBE, talenta digital dapat mengikuti pembelajaran dalam pelatihan klasikal, atau pendekatan pembelajaran lainnya yang telah diatur sesuai dengan ketentuan untuk memenuhi syarat kelulusan kompetensi umum SPBE. Dengan menguasai kompetensi umum lanjutan SPBE, seorang talenta digital tidak hanya bekerja dengan teknologi, tetapi juga menciptakan nilai tambah melalui inovasi yang mendukung transformasi digital pengawasan Obat dan Makanan. Kompetensi umum dasar dan lanjutan SPBE bekerja secara sinergis, membentuk SDM SPBE atau talenta digital pengawasan Obat dan Makanan yang tidak hanya melek teknologi tetapi juga mampu memanfaatkan teknologi untuk memberikan dampak nyata dalam sistem pemerintahan yang modern, efisien, dan adaptif.

5.2.3 Pengembangan Kompetensi Spesialis SPBE Pengawasan Obat dan Makanan

Seorang talenta digital pengawasan Obat dan Makanan, setelah dinyatakan lulus pelatihan dan menguasai kompetensi umum SPBE, baik untuk dasar maupun lanjutan, didorong mengikuti program pengembangan spesialis SPBE. Kompetensi spesialis SPBE dirancang untuk membekali talenta digital dengan kemampuan mendalam di bidang-bidang spesifik yang mendukung pelaksanaan SPBE dalam pengawasan Obat dan Makanan. Kompetensi ini memastikan bahwa talenta digital tidak hanya menguasai prinsip-prinsip dasar teknologi informasi digital, tetapi juga menguasai kemampuan teknis spesifik dan mampu menerapkannya secara strategis untuk mengatasi tantangan yang kompleks dalam pengawasan Obat dan Makanan, khususnya dari aspek digital. Mengacu kepada Keputusan Kepala BPOM Nomor 185 tahun 2024 tentang Manajemen SDM SPBE di Lingkungan BPOM, kompetensi spesialis SPBE BPOM mencakup 7 (tujuh) bidang utama spesialis dengan fokus dan manfaat yang spesifik untuk setiap spesialis SPBE. Berikut bidang spesialis SPBE dalam pengawasan Obat dan Makanan yang dapat dipilih oleh talenta digital dalam pengembangan karier:

1. Proses Bisnis Pemerintahan Spesialis

Talenta digital dengan spesialis ini memiliki kemampuan spesifik dalam menganalisis, merancang, dan mengelola proses bisnis pemerintahan secara efisien. Beberapa indikator kompetensi yang harus dikuasai seorang spesialis di bidang proses bisnis pemerintahan, antara lain:

- Penyusunan peta proses bisnis SPBE, seperti *subprocess map* atau *cross-functional map*.

- Identifikasi hubungan antara proses, layanan, dan data untuk menciptakan integrasi data dan sistem informasi (interoperabilitas) yang efisien.
- Penerapan indikator kinerja proses untuk memastikan hasil yang dapat diukur.

Dengan kompetensi tersebut, diharapkan spesialis proses bisnis dapat merancang alur pengawasan Obat dan Makanan yang lebih cepat dan terintegrasi dalam ruang digital, mengurangi waktu pemrosesan tanpa mengorbankan kualitas proses dan *output*.

2. Arsitektur SPBE Spesialis

Talenta digital dengan spesialis ini memiliki kemampuan spesifik untuk merancang dan mengelola arsitektur teknologi informasi dalam mendukung SPBE. Indikator kompetensi spesialis di bidang arsitektur SPBE mencakup:

- Pengembangan kerangka arsitektur SPBE yang mengintegrasikan aplikasi, data, dan infrastruktur, sejalan dengan bisnis proses organisasi.
- Pemantauan dan evaluasi untuk memastikan arsitektur tetap relevan dengan perkembangan teknologi.
- Penyusunan kebijakan arsitektur SPBE untuk mendukung tujuan organisasi.

Dengan kompetensi tersebut, seorang spesialis arsitektur SPBE diharapkan dapat menciptakan sistem yang fleksibel dan terintegrasi dengan mempertimbangkan adopsi teknologi terkini dalam arsitektur SPBE, mendukung kemampuan organisasi untuk bertahan menghadapi perubahan teknologi atau kebutuhan organisasi.

3. Programer Aplikasi SPBE Spesialis

Talenta digital dengan spesialis ini memiliki kemampuan spesifik dalam pengembangan dan pengelolaan

perangkat lunak (*software*) yang mendukung proses digital organisasi. Indikator kompetensi spesialis di bidang programmer dan pengembangan aplikasi mencakup:

- Penguasaan standar dan teknik, termasuk penguasaan pendekatan dan teknologi terkini dalam pembangunan dan pengembangan aplikasi atau sistem informasi.
- Pengelolaan siklus hidup aplikasi atau sistem informasi, mulai dari desain hingga implementasi dan pemeliharaan.
- Penggunaan metodologi modern dalam manajemen proyek teknologi informasi.

Dengan kompetensi tersebut, seorang spesialis di bidang programmer aplikasi diharapkan dapat membangun dan mengembangkan sistem informasi atau aplikasi yang mendukung bisnis proses pengawasan Obat dan Makanan, termasuk pemeliharaan dengan pendekatan dan teknologi terkini, termasuk teknologi *artificial intelligence*, *machine learning*, dan *blockchain*.

4. Manajemen Data dan Informasi Spesialis

Talenta digital dengan spesialis ini memiliki kemampuan spesifik dalam mengelola data, termasuk melakukan analisis data dengan pendekatan *data science* dan memanfaatkan *big data*. Indikator kompetensi spesialis di bidang manajemen data dan informasi mencakup:

- Manajemen data, termasuk pengumpulan, penyimpanan, dan pengolahan data dengan pendekatan *data science* dan *data analytic* dengan memanfaatkan *big data*.
- Pembuatan dan pengelolaan basis data yang aman dan efisien.

- Analisis data untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based decision-making*), termasuk menampilkan data dan *story telling data*.

Dengan kompetensi tersebut, spesialis di bidang manajemen data dan informasi diharapkan dapat menganalisis data pengawasan Obat dan Makanan, termasuk integrasi dan pengelolaan satu data pengawasan untuk mendukung pengambilan keputusan strategis.

5. Infrastruktur SPBE Spesialis

Talenta digital dengan spesialis ini memiliki kemampuan spesifik di bidang infrastruktur SPBE yang mencakup semua aspek teknis yang mendukung pelaksanaan SPBE, dengan fokus pada perangkat keras (*hardware*) dan jaringan. Indikator kompetensi spesialis di bidang infrastruktur SPBE mencakup:

- Analisis dan perancangan infrastruktur teknologi informasi.
- Implementasi dan pemeliharaan jaringan, perangkat keras, dan sistem komputasi awan (*cloud computing*).
- Peningkatan kinerja infrastruktur untuk mendukung sistem yang handal, efektif, dan efisien, termasuk pengembangan *Internet of Things* mendukung pengawasan Obat dan Makanan

Dengan kompetensi tersebut, seorang spesialis infrastruktur SPBE diharapkan dapat memastikan bahwa jaringan digital pendukung pengawasan Obat dan Makanan tetap aman dan stabil meskipun terdapat peningkatan signifikan dalam volume data yang diproses, serta menjamin ketersediaan infrastruktur penyimpanan

data digital pengawasan Obat dan Makanan yang aman dan handal.

6. Keamanan SPBE Spesialis

Talenta digital dengan spesialis ini memiliki kemampuan spesifik untuk melindungi sistem SPBE, termasuk keamanan data digital dari ancaman siber. Indikator kompetensi spesialis di bidang keamanan SPBE mencakup:

- Manajemen mutu bidang keamanan data dan sistem informasi.
- Identifikasi risiko keamanan dan kerentanan sistem.
- Implementasi teknologi keamanan, seperti enkripsi dan firewall.
- Penanganan insiden keamanan, termasuk mitigasi serangan dan pemulihan data.

Dengan kompetensi tersebut, seorang spesialis keamanan SPBE diharapkan dapat mendeteksi dan mencegah serangan phishing maupun serangan siber lainnya yang dapat membahayakan sistem operasi aplikasi dan data sensitif organisasi, khususnya data pengawasan Obat dan Makanan.

7. Sistem Pengelolaan SPBE Spesialis

Talenta digital dengan spesialis ini memiliki kemampuan spesifik untuk mengelola keseluruhan proses tata kelola SPBE, termasuk manajemen layanan teknologi informasi, keamanan, risiko, dan proyek, memastikan implementasi SPBE berjalan secara terintegrasi, efisien, dan berkelanjutan. Indikator kompetensi spesialis di bidang sistem pengelolaan SPBE mencakup:

- Mengelola alur layanan digital agar selaras dengan kebutuhan organisasi, pengguna, dan pelanggan.

- Pengembangan kebijakan dan prosedur keamanan informasi.
- Mengelola risiko digital, termasuk penyusunan peta risiko teknologi informasi untuk mengantisipasi potensi gangguan pada sistem, dan strategi pemulihan bencana (*disaster recovery*) untuk memastikan kelangsungan layanan SPBE.
- Perencanaan proyek digital, termasuk anggaran, waktu, dan sumber daya.
- Pelaksanaan, pengelolaan tim, monitoring dan evaluasi progres proyek untuk memastikan hasil sesuai target.

Dengan kompetensi tersebut, seorang spesialis sistem pengelolaan SPBE diharapkan dalam mengimplementasikan SPBE dengan efektif dan efisien, sesuai dengan perencanaan yang telah disusun.

Untuk menghasilkan talenta digital pengawasan Obat dan Makanan dengan tingkat spesialisasi yang tinggi, diperlukan program pengembangan dan sertifikasi spesialis SPBE. Pengakuan atas spesialis dievaluasi berdasarkan pelatihan yang diikuti dan sertifikasi kompetensi yang relevan dengan bidang spesialis yang dimiliki talenta digital, selain juga syarat pengalaman kerja, publikasi buku atau karya ilmiah, dan juga inovasi yang dihasilkan talenta digital. Mengacu kepada Keputusan Kepala BPOM Nomor 185 tahun 2024 tentang Manajemen SDM SPBE di Lingkungan BPOM, spesialisasi SPBE pengawasan Obat dan Makanan dibagi ke dalam 3 (tiga) level spesialisasi dengan uraian sebagai berikut:

1. Spesialisasi level I, diberikan kepada talenta digital yang telah memenuhi syarat:
 - a. minimal memiliki 2 sertifikasi kompetensi pada 1 (satu) aspek/bidang spesialisasi SPBE; dan

- b. memiliki pengalaman kerja di bidang SPBE sekurang-kurangnya 8 tahun.
2. Spesialisasi level II, diberikan kepada talenta digital yang telah memenuhi syarat:
 - a. minimal memiliki 4 sertifikasi kompetensi pada 1 (satu) aspek/bidang spesialisasi SPBE;
 - b. memiliki sekurang-kurangnya 1 publikasi dan/atau karya tulis di bidang SPBE dalam jurnal terakreditasi;
 - c. memiliki sekurang-kurangnya 1 (satu) inovasi dan/atau karya di bidang SPBE; dan
 - d. memiliki pengalaman kerja di bidang SPBE sekurang-kurangnya 10 tahun.
 3. Spesialisasi level III, diberikan kepada talenta digital yang telah memenuhi syarat:
 - a. memiliki minimal 6 sertifikasi kompetensi pada 1 (satu) aspek spesialisasi SPBE;
 - b. memiliki sekurang-kurangnya 3 publikasi dan/atau karya tulis di bidang SPBE dalam jurnal terakreditasi;
 - c. memiliki sekurang-kurangnya 3 (satu) inovasi dan/atau karya di bidang SPBE; dan
 - d. memiliki pengalaman kerja di bidang SPBE sekurang-kurangnya 12 tahun.

Kompetensi spesialis SPBE memastikan bahwa talenta digital pengawasan Obat dan Makanan tidak hanya bekerja dengan teknologi, tetapi juga menjadi ahli di bidangnya. Dengan kombinasi keahlian teknis dan strategis, talenta digital ini dapat menciptakan sistem digital yang mendukung transformasi organisasi secara menyeluruh. Talenta digital yang menguasai kompetensi spesialis SPBE menjadi ujung tombak dalam mewujudkan pemerintahan yang efisien,

transparan, dan berbasis teknologi tinggi di bidang pengawasan Obat dan Makanan.

5.3 Smart System Pengawasan Obat dan Makanan Tahun 2045

Dengan perkembangan teknologi, ilmu pengetahuan, industri Obat dan Makanan, dan juga perkembangan masyarakat, *smart system* pengawasan Obat dan Makanan yang didukung dengan teknologi digital canggih bukan lagi menjadi sekadar alat bantu, melainkan fondasi utama selain SDM yang kompeten untuk mendukung pengawasan Obat dan Makanan yang berkualitas, terintegrasi, responsif, efisien, dan adaptif terhadap kebutuhan era modern. *Smart system* pengawasan Obat dan Makanan dilakukan dengan optimalisasi teknologi canggih, seperti *artificial intelligence*, *machine learning*, *internet of things*, *blockchain*, *big data*, termasuk teknologi berbasis *autonomous system*, diintegrasikan dengan strategi pengawasan mandiri oleh industri maupun oleh masyarakat. Selain itu juga dilakukan melalui kolaborasi global melalui sistem berbasis *cloud* untuk berbagi data pengawasan lintas negara. Untuk kondisi di Indonesia, desain *smart system* pengawasan Obat dan Makanan selain mempertimbangkan aspek teknologi, juga harus mempertimbangkan kompleksitas geografis, keberagaman produk, dinamika regulasi, serta tantangan perkembangan teknologi dan SDM.

Untuk mengembangkan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan dengan mengoptimalkan teknologi, setidaknya terdapat beberapa teknologi canggih yang harus diperhatikan dan dikembangkan di masa depan, meliputi:

1. Integrasi Sistem Berbasis Data

Semua data terkait Obat dan Makanan, mulai dari riset dan pengembangan, produksi, distribusi, hingga konsumsi harus dikelola dalam satu platform digital yang terintegrasi. Pengembangan satu data BPOM yang saat ini dimiliki BPOM harus dilanjutkan sehingga *platform* satu data BPOM dapat menghubungkan data dari:

- a. Perguruan Tinggi, Perusahaan, atau Lembaga Riset, meliputi data *invention* dan riset pengembangan inovasi produk Obat dan Makanan.
- b. Produsen, meliputi data bahan baku, proses produksi, dan sertifikasi bahan baku dan produk jadi, maupun sarana produksi Obat dan Makanan
- c. Distributor, meliputi data informasi rantai pasok, penyimpanan produk selama dalam rantai distribusi sampai ke pelayanan sebelum produk diserahkan kepada konsumen.
- d. Konsumen, meliputi data pelaporan produk yang tidak sesuai ketentuan atau mencurigakan, serta berakibat pada kejadian tidak diinginkan seperti keracunan atau efek samping yang merugikan kesehatan.
- e. Layanan Kesehatan dan Layanan Obat dan Makanan lainnya, meliputi data monitoring efek samping obat, obat bahan alam, kosmetik, maupun suplemen kesehatan.
- f. Regulator, meliputi data pengawasan Obat dan Makanan, mulai dari data registrasi, inspeksi, pengujian, penindakan, sampai tindak lanjut hasil pengawasan.

Dengan data yang bervolume besar dan terintegrasi akan mendukung optimalisasi teknologi *big data*, *artificial*

intelligence dan *machine learning*. Dengan *big data analytic* dapat dilakukan analisis tren dan pola pengawasan, termasuk pola produksi, distribusi, dan konsumsi produk Obat dan Makanan oleh masyarakat. Sedangkan dengan *artificial intelligence* dan *machine learning* memungkinkan dilakukan deteksi anomali pola yang mencurigakan, seperti lonjakan penjualan produk Obat atau Makanan tertentu yang berpotensi dipalsukan atau disalahgunakan.

2. Sistem Pengawasan Berbasis *Blockchain*

Teknologi *blockchain* memberikan peluang transformatif dalam pengawasan untuk meningkatkan kualitas dan keamanan produk, serta mencegah risiko produk melalui penelusuran atau pelacakan yang lebih baik. Teknologi *blockchain* yang sifatnya terdesentralisasi memungkinkan untuk menghasilkan data pengawasan yang tidak dapat diubah sehingga memudahkan dalam penelusuran produk dari bahan baku sampai dikonsumsi oleh konsumen, memastikan transparansi dan akuntabilitas di sepanjang rantai pasok produk. Melalui kerjasama yang baik antar pemangku kepentingan dalam ekosistem pengawasan Obat dan Makanan, dapat dikembangkan *autonomous system* dalam pengawasan untuk memastikan kepatuhan dan memfasilitasi monitoring indikator keamanan produk secara *real-time*, sehingga mengatasi keterbatasan pengawasan terpusat yang bersifat tradisional. Integrasi *blockchain* juga memberdayakan kelompok sosial masyarakat dalam sistem keamanan pangan, yang mendorong kolaborasi di antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk Regulator, Produsen, dan Konsumen (Fernando et al., 2021;

Gang et al., 2022; Uddin et al., 2021; Yan et al., 2021; Zhu et al., 2023). Selain itu, teknologi blockchain juga memiliki keunggulan dalam keamanan data melalui jaminan bahwa data tidak dapat diubah tanpa otorisasi, menjaga kepercayaan pada *smart system* pengawasan Obat dan Makanan yang dibangun.

3. Pemantauan *Real-Time* dengan *Internet of Things* (IoT)
Integrasi teknologi *internet of things* dalam pengawasan Obat dan Makanan sebagai bagian dari *smart system* pengawasan memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas pengawasan dan pemantauan secara signifikan. Perangkat *internet of things* yang dilengkapi dengan sensor yang ditempatkan ditempatkan di titik-titik kritis pengawasan, seperti tempat produksi, gudang penyimpanan, sarana transportasi maupun sarana pelayanan dapat dioptimalkan untuk monitoring produk dengan parameter yang ditetapkan, seperti suhu, kelembaban, dan kualitas udara untuk memastikan produk tetap dalam kondisi baik sesuai standar dan ketentuan. Perangkat *internet of things* tersebut dapat mengumpulkan data *real-time* tentang kondisi produk dan lingkungan, seperti suhu dan kelembapan yang sangat penting untuk menjaga integritas produk Obat dan Makanan (Raikar et al., 2023; Rath & Pattanayak, 2019). Selain itu, perangkat *internet of things* juga dapat diintegrasikan ke dalam kerangka kerja *smart system* yang lebih luas, misalnya *smart city* dengan kombinasi *data analytic* dan algoritma *machine learning* untuk analisis tren dan memprediksi potensi masalah dan risiko keamanan produk sebelum meningkat menjadi masalah yang lebih besar (Alanazi, 2023; Grishin et al., 2021). Sinergi

antara *internet of things* dan *smart technology* dapat mendukung pengembangan sistem manajemen keselamatan proaktif yang tidak hanya bereaksi apabila muncul suatu masalah atau problem, tetapi juga mengantisipasi dan mengurangi risiko terjadinya problem (Xi Huang et al., 2022; Xu et al., 2020). Teknologi *internet of things* yang dilengkapi dengan *dashboard* pemantauan dapat dioptimalkan oleh regulator atau tenaga pengawas melalui data-data yang ditampilkan *real-time* dalam dashboard, berasal dari seluruh perangkat *internet of things* dalam mendukung pengawasan Obat dan Makanan.

4. Sistem Pelaporan Publik didukung dengan *Artificial Intelligence Driven Analytics*

Pengembangan sistem yang memfasilitasi masyarakat untuk terlibat langsung dalam pengawasan Obat dan Makanan menjadi bagian dari pengembangan smart system pengawasan Obat dan Makanan. Dengan sistem tersebut, masyarakat dapat melaporkan langsung apabila terjadi temuan atau problem di dalam produk Obat dan Makanan yang beredar di pasaran. Untuk meningkatkan kinerja, sistem tersebut harus didukung dengan kemampuan analisis data yang didukung dengan teknologi *artificial intelligence*. Hal tersebut dapat meningkatkan kinerja sistem sehingga lebih efisiensi dan efektivitas, memastikan kepatuhan terhadap peraturan dan meningkatkan kepercayaan publik terhadap bisnis proses pengawasan Obat dan Makanan.

Dalam pengembangannya, sistem harus mudah digunakan oleh masyarakat. Misalnya melalui pengembangan aplikasi berbasis mobile. Dengan aplikasi yang mudah digunakan, masyarakat dapat melaporkan

produk yang mencurigakan atau tidak memenuhi standar melalui, atau melaporkan kejadian luar biasa terkait Obat dan Makanan. Sistem tersebut dapat terhubung langsung ke sistem pengawasan Obat dan Makanan nasional untuk dilakukan analisis otomatis dengan *artificial intelligence driven analytics* untuk mendeteksi pola permasalahan, identifikasi risiko keamanan produk, dan merekomendasikan keputusan serta prioritas pengawasan Obat dan Makanan.

5. Laboratorium Obat dan Makanan Digital Terintegrasi

Pengujian Obat dan Makanan memiliki peran krusial dalam bisnis proses pengawasan Obat dan Makanan. Penetapan produk yang memenuhi syarat atau tidak memenuhi syarat harus melalui proses pengujian yang valid dan terpercaya, mengacu kepada metode analisis yang sudah teruji validitasnya. Dengan meningkatnya produk Obat dan Makanan yang beredar, kebutuhan untuk pengujian dengan kecepatan, akurasi, dan hasil uji yang valid semakin meningkat sehingga diperlukan terobosan dan inovasi. Pengembangan laboratorium Obat dan Makanan berbasis digital dan terintegrasi dengan bisnis proses lainnya dibutuhkan dalam rantai proses pengawasan Obat dan Makanan, menjawab kebutuhan pengujian produk di masa depan.

Pemanfaatan teknologi digital berbasis *artificial intelligence* dan automasi menjadi pilihan untuk mendukung pengembangan laboratorium berbasis digital yang terintegrasi. Laboratorium Obat dan Makanan digital dengan pemanfaatan teknologi digital dengan *software* yang mudah digunakan, didukung kemampuan untuk membuat tata letak yang rumit yang sulit dicapai

dengan menggunakan metode pengujian konvensional dapat menyederhanakan proses pengujian, dan meningkatkan proses maupun hasil pengujian obat (Ransom et al., 2020). Dengan teknologi automasi yang diterapkan dalam pengujian Obat dan Makanan juga memudahkan pegawai dalam melakukan pengujian produk di Laboratorium.

Digitalisasi laboratorium juga terkait dengan integrasi sistem dan berbagi data dengan *platform* lainnya dalam ekosistem pengawasan Obat dan Makanan. Data hasil pengujian di laboratorium yang terintegrasi dan langsung terhubung dengan *platform* digital lain akan mendukung percepatan tindak lanjut hasil pengawasan Obat dan Makanan. Sebagai contoh, integrasi data pengujian pangan dapat berkontribusi untuk meningkatkan penilaian risiko keamanan pangan dan menetapkan langkah-langkah pengendalian preventif agar risikonya dapat dikurangi dan tidak berdampak besar terhadap organisasi (Chauhan et al., 2023). Laboratorium digital dapat berfungsi sebagai pusat untuk mengonsolidasikan dan menganalisis kekayaan data digital ini untuk meningkatkan keamanan Obat dan Makanan bagi masyarakat. Contoh lainnya adalah pemanfaatan teknologi inovatif, seperti *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR) yang digabungkan dengan nanopartikel dalam laboratorium digital untuk mendeteksi patogen mikroba dan analisis terkait keamanan pangan lainnya (Fung et al., 2018). Integrasi teknik analitis canggih ini dalam kerangka kerja digital, didukung dengan integrasi data pengujian dalam sistem yang mengelola *big data* pengawasan

Obat dan Makanan dapat meningkatkan kemampuan laboratorium Pengujian Obat dan Makanan.

6. Sistem Keamanan Siber yang Kuat

Data pengawasan Obat dan Makanan mayoritas adalah data rahasia dengan akses terbatas. Terdapat data sensitif perusahaan dan produk Obat dan Makanan, dan juga data hasil pengawasan yang harus dijaga dan dilindungi. Pengembangan sistem keamanan siber yang kuat berbasis *artificial intelligence* untuk deteksi dan mencegah serangan siber dibutuhkan mendukung *smart system* pengawasan Obat dan Makanan. Wang dkk (2022) menekankan pentingnya kewaspadaan keamanan siber dalam konteks *Industrial Control Systems* (ICSSs), yang juga relevan digunakan di sektor pengawasan Obat dan Makanan sehingga diperlukan langkah-langkah keamanan siber yang kuat untuk melindungi data dan operasi dalam sistem pengawasan Obat dan Makanan.

Weiss (2020) mengidentifikasi kerentanan yang signifikan dalam sistem kontrol dan pengawasan, seperti sistem pengawasan Obat dan Makanan yang dapat ditelusuri konektivitas atau interoperabilitas antara sistem bisnis internal dan pemangku kepentingan eksternal. Meskipun interoperabilitas ini dapat meningkatkan proses bisnis, di sisi lain juga memiliki risiko membuat sistem pengawasan rentan terhadap berbagai ancaman siber, termasuk virus, serangan penolakan layanan, dan *software* berbahaya. Pengembangan manajemen mutu keamanan data dengan pengawasan berkala melalui audit keamanan digital diperlukan untuk memastikan data maupun sistem informasi yang dikembangkan dalam pengawasan Obat dan Makanan aman dan terjaga keamanannya.

Smart system pengawasan Obat dan Makanan merupakan solusi untuk menghasilkan pengawasan yang lebih efektif dan efisien di Indonesia. Dengan dukungan teknologi digital canggih seperti *artificial intelligence*, *blockchain*, *internet of things*, dan *big data*, sistem ini dapat menjawab tantangan geografis, kecepatan distribusi produk, dan kompleksitas regulasi di Indonesia. Implementasi yang strategis dan berkelanjutan akan memastikan bahwa BPOM tidak hanya melindungi kesehatan masyarakat, tetapi juga meningkatkan kepercayaan pada produk Obat dan Makanan, yang akhirnya akan meningkatkan kepercayaan publik terhadap BPOM.

Selain dukungan teknologi canggih *smart system* pengawasan Obat dan Makanan juga harus didukung SDM pengawasan Obat dan Makanan yang kompeten, khususnya di bidang teknologi informasi atau digital. Setiap SDM pengawas harus dipastikan memiliki kompetensi literasi digital yang baik dengan kemampuan berkolaborasi dengan semua sistem dan teknologi digital tersebut. Selain itu, kompetensi yang diperlukan juga kemampuan analisis (*critical thinking*) yang baik untuk mengevaluasi hasil kerja teknologi digital, serta memanfaatkannya dalam pengawasan Obat dan Makanan. Di sisi lain, SDM digital pengawasan Obat dan Makanan sebagai SDM utama di bidang teknologi digital harus dipastikan memiliki kompetensi digital yang baik sebagai seorang talenta digital, baik kompetensi umum maupun kompetensi spesialis sesuai dengan bidang pekerjaan atau keilmuan teknologi informasi, data, dan komunikasi. Penguasaan spesialisasi digital ini juga harus terus dikembangkan seiring dengan perkembangan teknologi digital agar tetap relevan dengan kebutuhan organisasi

maupun harapan masyarakat terhadap sistem pengawasan Obat dan Makanan.

BAB 6

Peran SDM Pengawasan Obat dan Makanan dalam Inovasi dan Kolaborasi

6.1 Umum

Smart system pengawasan Obat dan Makanan tidak hanya mengandalkan teknologi canggih, tetapi juga digerakkan oleh inovasi dan kolaborasi. Inovasi merupakan mesin penggerak utama, sementara kolaborasi adalah bahan bakar yang memastikan mesin inovasi terus bekerja optimal. Meskipun demikian, inti dari semua proses inovasi dan kolaborasi adalah SDM pengawasan Obat dan Makanan yang berperan sebagai katalisator, menghubungkan teknologi dengan tujuan pengawasan Obat dan Makanan yang lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa SDM pengawas memainkan peran penting dalam mendorong inovasi dan kolaborasi dalam sistem pengawasan Obat dan Makanan. Melalui pembangunan ekosistem organisasi yang kolaboratif, SDM pengawas dapat berkontribusi maksimal melalui inovasi dan kolaborasi pada budaya pembelajaran dan perbaikan berkelanjutan, kreativitas, dan kelincahan (*agility*) dalam menghadapi perubahan dan tantangan (Olaniyan et al., 2023). Hal ini penting, khususnya dalam konteks pengembangan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan, dengan inovasi dan kolaborasi lintas fungsi, serta lintas pemanggu kepentingan (*stakeholders*) merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan. Praktik SDM yang baik, didukung dengan budaya pembelajaran organisasi dapat memberikan dampak signifikan terhadap pembangunan

kemampuan inovatif dan kolaboratif organisasi. Dalam hal ini, pengelola SDM harus fokus pada penerapan praktik manajemen SDM yang berfokus pada inovasi dan menumbuhkan budaya yang mendukung inovasi dan kolaborasi (Botelho, 2020).

Pengawasan Obat dan Makanan menuju 2045 akan diwarnai dengan perkembangan teknologi canggih, baik dari sisi industri Obat dan Makanan, maupun dari sisi regulator yang mengawasi peredaran Obat dan Makanan. Tantangan tersebut memerlukan terobosan pendekatan yang berani dan kreatif dalam pengawasan. Semua teknologi canggih digital harus dioptimalkan mendukung inovasi dan pembangunan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan. Berbagai inovasi di bidang pengawasan Obat dan Makanan, selain membutuhkan teknologi canggih juga membutuhkan SDM pengawas yang tidak hanya menguasai teknologi, tetapi juga mampu merancang solusi yang sesuai dengan kebutuhan pengawasan Obat dan Makanan di Indonesia. Meskipun demikian, teknologi canggih dan SDM pengawas yang kompeten tidak akan cukup tanpa kolaborasi lintas sektor yang kuat. Regulasi yang baik lahir dari kerja sama erat antara regulator, produsen, akademisi, dan juga masyarakat. Lebih dari itu, kemitraan dan kolaborasi dengan lembaga internasional seperti WHO, US FDA, atau lembaga internasional lainnya juga perlu dioptimalkan untuk membuka peluang bagi Indonesia untuk mengadopsi standar global dan berbagi data lintas negara, menciptakan pengawasan Obat dan Makanan yang tangguh secara global.

Dengan kebutuhan inovasi dan kolaborasi tersebut, SDM pengawasan Obat dan Makanan merupakan kunci yang sekaligus menjadi penghubung utama. SDM pengawas adalah

penggerak perubahan dalam sistem pengawasan yang akan membangun hubungan yang harmonis antara manusia dengan mesin, serta memastikan teknologi berjalan selaras dengan regulasi. SDM pengawas juga inovator yang menciptakan solusi untuk masalah yang muncul dalam pengawasan Obat dan Makanan, sekaligus sebagai komunikator yang menjembatani kepentingan masyarakat, pemerintah, dan industri. Dengan kemampuan berkolaborasi lintas fungsi, SDM pengawasan Obat dan Makanan mampu memastikan pengawasan Obat dan Makanan berjalan efisien, transparan, dan responsif terhadap tantangan baru.

Inovasi dan kolaborasi tidak bisa berjalan sendiri-sendiri dalam konteks *smart system* pengawasan Obat dan Makanan. Sebuah sistem pengawasan yang cerdas hanya akan berhasil jika kedua elemen ini saling melengkapi. Teknologi menjadi alat untuk mempercepat deteksi risiko keamanan Obat dan Makanan, sementara kolaborasi menghubungkan berbagai pihak untuk mengambil langkah preventif dan korektif yang efektif. Dengan dukungan penuh pemangku kepentingan dan SDM pengawas yang kompeten dan inovatif, *smart system* pengawasan Obat dan Makanan tidak hanya akan melindungi masyarakat, tetapi juga membawa Indonesia menjadi contoh dalam pengawasan Obat dan Makanan di tingkat global.

6.2 SDM Pengawasan Obat dan Makanan sebagai Pendorong Inovasi

SDM pengawasan Obat dan Makanan memiliki peran sentral dalam mendorong inovasi yang menjadi fondasi utama dalam membangun *smart system* pengawasan Obat dan Makanan. Sebagai penggerak utama transformasi, SDM pengawas bertanggung jawab untuk mengidentifikasi

peluang inovasi, mengadopsi teknologi baru, serta memastikan bahwa sistem pengawasan yang dikembangkan bersifat adaptif dan handal untuk tetap relevan dalam menghadapi tantangan pengawasan di masa depan. Pengawasan di era digital seperti saat ini dan di masa depan, tidak hanya kebutuhan inovasi teknis, tetapi juga kebutuhan yang mencakup pendekatan baru dalam pengambilan keputusan berbasis data, otomatisasi proses, dan kolaborasi lintas sektor, dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengawasan Obat dan Makanan. Di sisi lain, kemampuan SDM pengawas untuk mengembangkan pendekatan baru pengawasan, mendorong, dan melakukan inovasi juga dipengaruhi oleh kebijakan dan praktik manajemen SDM organisasi. Studi menunjukkan bahwa praktik SDM berpengaruh terhadap pengetahuan dan kemampuan inovasi melalui pengembangan keterampilan, sikap, dan perilaku pegawai. Secara khusus, praktik manajemen SDM yang mendukung kepercayaan interpersonal, kolaborasi tim, dan budaya inovasi telah terbukti efektif dalam mendorong inovasi organisasi (Do et al., 2016; Stangrecka & Bagieńska, 2019). Ini termasuk praktik penempatan pegawai dalam jabatan maupun unit organisasi yang selektif berbasis meritokrasi, pengelolaan tim yang efektif, pengambilan keputusan yang terdesentralisasi, pelatihan yang ekstensif, penerapan keamanan kerja, penugasan pekerjaan yang fleksibel, komunikasi terbuka, dan kompensasi berbasis kinerja (Trivedi & Srivastava, 2020). Lebih jauh, studi telah menunjukkan pentingnya menyelaraskan praktik manajemen SDM dengan tujuan organisasi dan menumbuhkan budaya keterbukaan dan berbagi pengetahuan untuk mendukung inovasi. Hal ini termasuk mengembangkan "pola pikir terbuka

terhadap inovasi" para pegawai, yang menangkap keterbukaan mereka terhadap sumber daya pengetahuan dan berbagi pengetahuan baik di dalam maupun di luar organisasi (Engelsberger et al., 2021; Naqshbandi & Wilkinson, 2022).

Dalam konteks pengawasan Obat dan Makanan, peran dan kontribusi SDM pengawas dalam mendorong inovasi dipengaruhi juga oleh kualitas praktik manajemen SDM pengawasan Obat dan Makanan. Kemampuan SDM pengawas dalam inovasi ditunjukkan melalui praktik adopsi teknologi mutakhir dalam pengawasan Obat dan Makanan. SDM pengawas bertanggung jawab dalam mengintegrasikan teknologi mutakhir seperti *artificial intelligence* dan *blockchain* ke dalam sistem pengawasan. *Artificial intelligence* dengan *machine learning* juga dapat digunakan untuk menganalisis *big data* pengawasan Obat dan Makanan dengan cepat, mendeteksi pola yang mencurigakan dalam rantai bisnis proses pengawasan, atau memprediksi risiko yang mungkin terjadi. *Blockchain*, di sisi lain dapat dioptimalkan untuk memastikan transparansi dan keamanan data dalam rantai pasok produk Obat dan Makanan yang beredar, memungkinkan setiap proses pengembangan, produksi, distribusi, sampai pada konsumsi produk dapat ditelusuri secara akurat (Tapscott & Tapscott, 2016). Dengan kemampuan SDM pengawas dalam adopsi dan integrasi teknologi dalam pengawasan, SDM pengawas tidak hanya mendukung percepatan proses pengawasan tetapi juga berkontribusi meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap keamanan produk Obat dan Makanan yang beredar.

Selanjutnya, SDM pengawasan Obat dan Makanan dengan kompetensi yang dimiliki berkontribusi dalam inovasi

pengawasan melalui optimalisasi data dan praktik analisis data yang benar, selain juga optimalisasi teknologi digital dalam pengawasan. Perkembangan teknologi dengan munculnya *big data analytics* telah merubah cara memperlakukan data, khususnya pendekatan dalam analisis data. SDM pengawas yang kompeten mampu memanfaatkan *big data* untuk menganalisis pola hasil pengawasan, termasuk data registrasi produk, data pengujian produk, pola konsumsi produk Obat dan Makanan oleh masyarakat, mengidentifikasi potensi risiko lebih awal, dan memberikan rekomendasi keputusan berbasis bukti kepada pembuat kebijakan (Mayer-Schönberger & Cukier, 2013). Dengan dukungan *big data*, pengambilan keputusan menjadi lebih cepat dan akurat, meminimalkan risiko terhadap kesehatan masyarakat akibat konsumsi Obat dan Makanan yang tidak memenuhi syarat.

SDM pengawas juga memainkan peran penting dalam mendorong inovasi melalui automasi proses dalam bisnis proses pengawasan Obat dan Makanan. Automasi memungkinkan efisiensi operasional dengan mengurangi ketergantungan pada metode manual. Contohnya, laboratorium pengujian Obat dan Makanan dapat dilengkapi dengan sistem robotik dan perangkat berbasis *internet of things* untuk mendeteksi kontaminasi produk secara otomatis, mempercepat waktu analisis, dan meningkatkan akurasi hasil pengujian (Brynjolfsson & McAfee, 2014). Meskipun demikian, inovasi tidak hanya terbatas pada penerapan teknologi. SDM pengawas juga bertanggung jawab untuk menciptakan budaya organisasi yang mendukung kreativitas dan eksplorasi pegawai. Menurut Christensen et al. (2015), organisasi yang inovatif adalah organisasi yang mendorong pegawainya untuk terus bereksperimen dan belajar dari kegagalan. Dalam

konteks pengawasan Obat dan Makanan, hal ini berarti memberikan ruang bagi SDM pengawas untuk mengembangkan dan mencoba metode pengawasan baru, menguji alat digital terbaru, dan berkolaborasi dengan sektor lain untuk menemukan solusi yang lebih efektif dalam pengawasan Obat dan Makanan.

Dengan uraian tersebut dan juga studi yang telah dilakukan, dapat dikatakan bahwa SDM pengawasan Obat dan Makanan memainkan peran multifaset dalam mendorong inovasi dan kolaborasi yang penting untuk keberhasilan pengembangan dan penerapan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan. Peran SDM pengawas sangatlah krusial untuk memastikan bahwa *smart system* pengawasan Obat dan Makanan tidak hanya responsif terhadap tantangan teknologi sesaat, tetapi juga tetap relevan dan mampu beradaptasi dengan kebutuhan masyarakat yang terus berkembang. Dengan investasi berkelanjutan dalam pengembangan kompetensi SDM pengawas, inovasi akan menjadi pilar utama yang menjadikan sistem pengawasan di Indonesia tangguh dan menjadi model bagi dunia.

Peran SDM pengawas dalam mendorong inovasi dan kolaborasi tidak hanya terbatas pada kontribusi dari praktik SDM pengawasan Obat dan Makanan. Profesional SDM yang mengelola manajemen SDM pengawasan Obat dan Makanan juga memiliki peran strategis dalam mengantisipasi dan mengatasi tantangan, serta menumbuhkan budaya inovasi dan ketahananmalangan dalam ekosistem pengawasan Obat dan Makanan. Hal ini melibatkan keterlibatan proaktif dalam perencanaan strategis, program pelatihan dan pengembangan berkelanjutan, serta promosi pegawai dalam

lingkungan kerja yang kolaboratif (Odulaja et al., 2023), yang dikembangkan oleh Tim Manajemen SDM yang dikelola oleh profesional dalam rangka manajemen SDM pengawasan Obat dan Makanan. Secara lebih ringkas dapat disampaikan peran maupun kontribusi dari praktik SDM maupun strategi manajemen SDM dalam membangun inovasi yang meliputi:

1. Mengembangkan ekosistem SDM kolaboratif yang mempromosikan kreativitas, ketahananmalangan, dan budaya perbaikan berkelanjutan (Olaniyan et al., 2023).
2. Menerapkan praktik SDM yang mendukung kepercayaan interpersonal, kolaborasi tim, dan budaya inovasi, seperti penempatan pegawai dan pengelolaan tim kerja yang efektif dan efisien, serta kompensasi berbasis kinerja (Stangrecka & Bagieńska, 2019; Trivedi & Srivastava, 2020).
3. Memastikan dan memfasilitasi fleksibilitas SDM untuk beradaptasi dengan perubahan kebutuhan regulasi dan teknologi (Do et al., 2016).
4. Melibatkan SDM secara strategis dalam menghadapi, mengantisipasi, dan mengatasi tantangan, serta menumbuhkan budaya inovasi dan ketahananmalangan dalam menghadapi perubahan di masa depan (Odulaja et al., 2023).
5. Menyelaraskan praktik SDM dengan tujuan organisasi dan menumbuhkan budaya keterbukaan dan berbagi pengetahuan untuk mendukung inovasi (Engelsberger et al., 2021; Naqshbandi & Wilkinson, 2022).
6. Mempertimbangkan konteks finansial dan kelembagaan yang lebih luas saat merancang dan menerapkan strategi SDM untuk mendukung inovasi (Krammer, 2022).

Dengan memanfaatkan strategi praktik dan manajemen SDM tersebut, organisasi dapat menciptakan lingkungan yang

mendorong inovasi yang penting untuk keberhasilan pengembangan dan penerapan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan. Hal tersebut penting untuk menghadapi tantangan perubahan di masa depan, termasuk tantangan perkembangan teknologi yang diperkirakan terus akan berkembang semakin canggih sampai dengan tahun 2045.

6.3 SDM Pengawasan Obat dan Makanan sebagai Pendorong Kolaborasi Lintas Sektor

SDM pengawasan Obat dan Makanan selain sebagai pendorong inovasi, juga memiliki peran sentral dalam membangun kolaborasi dan memimpin transformasi, mendukung implementasi *smart system* pengawasan Obat dan Makanan yang efektif dan tangguh. SDM pengawas berperan dalam mendorong kolaborasi lintas sektor melalui kontribusi aktif melalui fasilitasi kolaborasi dan koordinasi antar berbagai pemangku kepentingan (*stakeholders*) yang terlibat dalam penjaminan mutu, keamanan, dan kualitas Obat dan Makanan yang beredar, meliputi lembaga pemerintah, industri, dan juga masyarakat sebagai konsumen (S. A. Putri, 2022; Rouviere & Royer, 2017). Pendekatan multi sektor antar *stakeholders* ini penting untuk penerapan regulasi pengawasan Obat dan Makanan yang kompleks secara efektif. Selain itu, BPOM sebagai lembaga pengawas juga harus berkolaborasi dengan *stakeholders* lainnya, seperti akademisi, penyedia layanan kesehatan, organisasi kemasyarakatan, dan kelompok advokasi konsumen, termasuk industri untuk mengembangkan strategi komprehensif dalam pengawasan Obat dan Makanan yang beredar. Dengan adopsi teknologi canggih melalui inovasi pengawasan, didukung kolaborasi dengan berbagai

stakeholders yang terkait, memastikan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan dapat diimplementasikan dengan baik sesuai perencanaan dan kebijakan, serta mampu menjawab kebutuhan masyarakat.

Kolaborasi adalah kunci utama dalam membangun *smart system* pengawasan Obat dan Makanan yang efektif. SDM pengawas bertindak sebagai penghubung antar berbagai *stakeholders*, termasuk regulator, produsen, akademisi, dan masyarakat. Misalnya dalam kolaborasi dengan sektor swasta, SDM pengawas dapat melakukan komunikasi sekaligus advokasi untuk memanfaatkan teknologi *blockchain* sebagai bagian dari sistem pengawasan untuk menciptakan transparansi dalam rantai pasok produk Obat dan Makanan. Teknologi ini memungkinkan setiap langkah, dari bahan baku hingga produk jadi, dapat ditelusur dengan akurasi tinggi, sehingga meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap keamanan, khasiat, dan mutu produk (Tapscott & Tapscott, 2016). Selain itu, kolaborasi dengan akademisi dan lembaga riset dapat mendukung pengembangan teknologi dalam pengawasan Obat dan Makanan, seperti peralatan pengujian produk berbasis *artificial intelligence* dan sensor *internet of things* untuk mendeteksi kontaminasi produk secara *real-time* (Brynjolfsson & McAfee, 2014). *Internet of things* di sisi lain juga dapat memainkan peran penting dalam pemantauan kondisi produk secara *real-time*, seperti suhu dan kelembapan selama distribusi, memastikan kualitas produk tetap terjaga hingga ke tangan konsumen sehingga perlu didorong sebagai bagian dari strategi advokasi dalam membangun kolaborasi pengawasan Obat dan Makanan dengan berbagai pihak.

Sebagai aktor utama dalam pengembangan dan pelaksanaan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan,

SDM pengawas juga harus memimpin transformasi digital pengawasan disamping tanggung jawabnya dalam membangun kolaborasi. SDM pengawas memastikan bahwa sistem digital, seperti pengawasan berbasis aplikasi mobile, *autonomous and digital laboratory* dalam pengujian produk, atau pemanfaatan drone dan robotika untuk inspeksi lapangan dapat berjalan dengan baik dan memberikan hasil yang optimal. Selain itu, SDM pembawas bertanggung jawab mengelola keamanan sistem dari ancaman siber dalam *smart system* pengawasan, maupun melakukan pengawasan dalam ruang siber untuk mencegah kejahatan Obat dan Makanan di ruang siber. Dengan melindungi data sensitif menggunakan teknologi enkripsi dan firewall, mereka menjaga integritas sistem dan data pengawasan (Christensen et al., 2015).

Pada tingkat internal organisasi, SDM pengawasan Obat dan Makanan juga berperan dalam mengembangkan kolaborasi dengan mengintegrasikan unit kerja di dalam organisasi. SDM pengawas bertanggung jawab mengoordinasikan pengawasan *pre-market* dengan *post-market*, mengkolaborasikan tim penyusun standar, registrasi, pengawasan lapangan, pengujian, penindakan, sampai tim pemberdayaan masyarakat dan pelaku usaha Obat dan Makanan, diselaraskan dan diintegrasikan dengan teknologi melalui penciptaan sistem pengawasan yang efisien dan selaras. Di luar organisasi, SDM pengawas menjadi duta kolaborasi yang membangun kepercayaan masyarakat melalui kegiatan komunikasi, penyampaian informasi dan juga edukasi tentang pentingnya keamanan produk Obat dan Makanan, serta cara melaporkan produk yang mencurigakan menggunakan aplikasi berbasis digital.

Pengembangan dan keberhasilan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan tidak hanya bergantung pada teknologi yang digunakan tetapi juga pada SDM pengawas yang inovatif, kolaboratif, dan tangguh. Dengan kombinasi kemampuan teknologi, manajemen, dan komunikasi yang baik, SDM pengawas mampu memastikan bahwa sistem pengawasan yang dibangun dan dilaksanakan adaptif terhadap tantangan masa kini dan masa depan. Oleh karena itu, investasi dalam pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan menjadi langkah strategis untuk memastikan bahwa teknologi tidak hanya menjadi alat, tetapi solusi yang memberikan dampak nyata bagi masyarakat. Tanpa SDM pengawas yang kompeten, teknologi hanyalah alat yang tidak dapat berfungsi maksimal dalam sistem pengawasan Obat dan Makanan.

6.4 SDM pengawasan Obat dan Makanan sebagai Duta Regulasi

Peran selanjutnya SDM pengawas dalam membangun inovasi dan kolaborasi adalah sebagai duta regulasi untuk memastikan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan dapat *establish* dan terus berkembang, bahkan setelah tahun 2045. Sebagai duta regulasi, SDM pengawas memerankan fungsi sebagai penghubung dalam ekosistem sistem pengawasan Obat dan Makanan, yaitu antara industri, pemerintah, dan masyarakat untuk memastikan bahwa kebijakan dan regulasi yang ditetapkan pemerintah dan diterapkan dapat dipahami, diterima, dan diimplementasikan secara efektif. SDM pengawas memiliki tanggung jawab untuk menyampaikan informasi, mengedukasi, menyosialisasikan, dan memastikan kepatuhan terhadap regulasi yang

mendukung *smart system* pengawasan Obat dan Makanan berbasis teknologi.

Peran edukatif SDM pengawasan Obat dan Makanan menjadi aspek kunci dalam mendukung keberhasilan implementasi *smart system* pengawasan. Dengan adanya perkembangan teknologi canggih dewasa ini yang diperkirakan akan terus berkembang di masa depan, regulasi terkait pengawasan Obat dan Makanan juga harus mengalami evolusi perkembangan. SDM pengawas harus mampu menjelaskan regulasi ini dengan bahasa yang mudah dipahami oleh seluruh pemangku kepentingan (*stakeholders*), termasuk produsen, distributor, dan masyarakat (Tapscott & Tapscott, 2016). Sebagai contoh, apabila pemerintah mengadopsi kebijakan penerapan sistem penelusuran (*traceability*) berbasis *blockchain* dalam rantai pasok produk Obat dan Makanan yang, maka SDM pengawasan Obat dan Makanan harus mensosialisasikan kebijakan tersebut agar industri dan para pelaku usaha Obat dan Makanan dapat memahami manfaat dan kewajibannya dalam menjaga transparansi serta keamanan produk dari hulu sampai hilir.

Sebagai komunikator regulasi, SDM pengawas berperan dalam membangun kepercayaan publik terhadap pengawasan Obat dan Makanan. Masyarakat sering kali memiliki keterbatasan informasi terkait kebijakan pengawasan Obat dan Makanan, sehingga salah satu peran dan tanggung jawab SDM pengawasan Obat dan Makanan adalah memberikan pemahaman yang utuh tentang pentingnya regulasi dan juga isi dari regulasi untuk melindungi kesehatan dan keselamatan masyarakat sebagai konsumen Obat dan Makanan. Edukasi dalam hal ini termasuk pemberdayaan masyarakat dan pelaku usaha yang dapat

dilakukan melalui kampanye publik, sosialisasi digital, dan penggunaan teknologi untuk pelaporan produk yang tidak memenuhi standar dan syarat kesehatan. Dengan pendekatan ini, SDM pengawasan Obat dan Makanan tidak hanya menciptakan kesadaran publik tetapi juga mendorong keterlibatan masyarakat dalam pengawasan Obat dan Makanan melalui aktivitas pelaporan produk yang bermasalah, mendukung sehingga *smart system* pengawasan dapat bekerja lebih efektif (Mayer-Schönberger & Cukier, 2013).

Selain itu, SDM pengawasan Obat dan Makanan sebagai duta regulasi harus mampu membangun dialog produktif dengan produsen maupun *stakeholders* terkait. Kolaborasi yang baik antara regulator dan pelaku usaha diperlukan untuk meningkatkan kualitas implementasi kebijakan dan regulasi, serta kepatuhan terhadap regulasi berjalan selaras dengan inovasi teknologi dalam pengawasan Obat dan Makanan. SDM pengawas harus memiliki pemahaman mendalam tentang aspek teknis regulasi dan kebijakan pengawasan, serta mampu mengidentifikasi dan memberikan solusi jika terdapat hambatan implementasi regulasi dan kebijakan di lapangan. Misalnya, SDM pengawasan Obat dan Makanan dapat bekerja sama dengan industri untuk memastikan bahwa produk Obat dan Makanan yang menggunakan teknologi baru, seperti *lab-grown food*, yaitu makanan yang dihasilkan melalui teknologi kultur sel atau rekayasa jaringan, atau *nutraceuticals*, yaitu makanan alami atau bahan pangan tertentu yang memiliki manfaat kesehatan di luar nilai gizi dasar memenuhi standar keamanan dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Integritas dan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan menjadi fondasi penting dalam menjalankan

perannya sebagai duta regulasi di bidang pengawasan Obat dan Makanan. Mereka harus memiliki kapasitas untuk menjelaskan kebijakan pengawasan secara transparan dan objektif, dengan memastikan tidak ada kepentingan tertentu yang memengaruhi implementasi regulasi dan kebijakan. Dengan penguasaan teknologi digital dan manajemen data, SDM pengawas mampu memastikan bahwa kebijakan pengawasan yang dijalankan berbasis bukti (*evidence-based*) dan dapat dipertanggungjawabkan (Brynjolfsson & McAfee, 2014). Pada akhirnya, peran SDM pengawasan Obat dan Makanan sebagai duta regulasi menciptakan jembatan kepercayaan antara kebijakan dan implementasi. Melalui kemampuan dalam penyampaian informasi, komunikasi, edukasi, dan juga kolaborasi, mereka memastikan bahwa *smart system* pengawasan Obat dan Makanan dapat dikembangkan dan diimplementasikan secara efektif dan efisien, mendukung Indonesia Emas tahun 2045. Dengan adanya pemahaman yang baik di seluruh pemangku kepentingan, *smart system* pengawasan Obat dan Makanan tidak hanya akan menjadi lebih tangguh dan transparan tetapi juga mampu membawa Indonesia ke tingkat pengawasan global yang lebih kompetitif dengan produk Obat dan Makanan yang berdaya saing.

BAB 7

Peta Jalan Menuju 2045

7.1 Umum

Visi Indonesia Emas 2045 menargetkan Indonesia menjadi negara maju dengan tingkat kesejahteraan masyarakat yang tinggi, ekonomi yang kuat, serta daya saing global yang kompetitif. Salah satu aspek fundamental untuk dapat mencapai visi tersebut adalah sistem kesehatan nasional yang tangguh, termasuk jaminan keamanan, khasiat, dan mutu Obat dan Makanan yang beredar dan dikonsumsi oleh masyarakat. Dalam hal ini, program pengawasan Obat dan Makanan yang berkualitas menjadi pilar utama dalam menjamin keamanan, khasiat, dan mutu Obat dan Makanan yang pada akhirnya menciptakan sistem kesehatan masyarakat yang berkualitas. Tanpa adanya program dan sistem pengawasan Obat dan Makanan yang kuat, risiko terhadap kesehatan masyarakat meningkat akibat peredaran produk yang tidak aman, palsu, atau mengandung bahan berbahaya. Dampak dari pengawasan Obat dan Makanan yang lemah dapat menyebabkan peningkatan beban penyakit, menurunnya produktivitas nasional, serta melemahnya daya saing industri Obat dan Makanan.

Program pengawasan Obat dan Makanan yang berkualitas sangat bergantung pada kualitas dan kapasitas SDM pengawasan Obat dan Makanan yang unggul, profesional, kompeten, dan berstandar global. SDM pengawas memiliki peran strategis dalam menjamin kesehatan masyarakat, melindungi konsumen dari produk berbahaya,

serta meningkatkan daya saing industri Obat dan Makanan nasional. SDM pengawas yang unggul akan memastikan bahwa setiap produk Obat dan Makanan yang beredar aman, berkhasiat, dan bermutu, serta memenuhi standar nasional maupun internasional. Untuk dapat memerankan perannya, SDM pengawas harus memiliki orientasi pada inovasi dan prestasi yang tinggi, memiliki pemahaman mendalam terhadap regulasi, serta mampu mengadaptasi perkembangan teknologi dalam pengawasan Obat dan Makanan.

Lebih spesifik, peran SDM pengawas mencakup beberapa aspek penting, meliputi:

1. Penjaminan keamanan, khasiat, dan mutu produk, yaitu dengan memastikan sediaan farmasi dan pangan yang beredar telah memenuhi standar keamanan dan efektivitas, mencegah masuknya produk ilegal dan berbahaya, termasuk yang beredar melalui platform *e-commerce*, serta mengawasi kepatuhan industri terhadap penerapan *Good Manufacturing Practices (GMP)*, *Good Distribution Practices (GDP)*, maupun standar mutu lainnya.
2. Meningkatkan kepercayaan publik terhadap produk Obat dan Makanan Indonesia melalui penguatan pengawasan yang transparan dan berbasis bukti, serta mendorong peningkatan daya saing produk Obat dan Makanan Indonesia di pasar global melalui harmonisasi regulasi dengan standar internasional seperti WHO, Codex Alimentarius, dan ISO.
3. Penguatan ketahanan kesehatan nasional dan kesehatan masyarakat, melalui upaya untuk mencegah ancaman kesehatan akibat konsumsi produk yang tidak memenuhi

syarat, mendukung pembangunan industri sediaan farmasi dan pangan nasional yang berkelanjutan, serta mengurangi ketergantungan pada impor bahan baku.

4. Adaptasi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi, misalnya dengan menggunakan *artificial intelligence*, *big data*, *blockchain*, dan *internet of things* dalam sistem pengawasan berbasis risiko, serta mengembangkan metode pengujian berbasis genomik dan proteomik untuk mendeteksi bahan berbahaya dengan lebih cepat dan akurat.

Upaya untuk mewujudkan visi Indonesia Emas 2045 diprediksi tidak akan mudah mengingat berbagai tantangan dalam pengawasan akan dihadapi BPOM ke depan. SDM pengawasan Obat dan Makanan yang profesional, adaptif, inovatif, dan kompeten menjadi kebutuhan untuk dapat melewati berbagai tantangan dalam pengawasan, meliputi tetapi tidak terbatas pada:

1. Tantangan meningkatnya kompleksitas produk Obat dan Makanan yang harus diawasi sebagai dampak dari perkembangan bioteknologi, lab-grown food, dan personalized medicine, selain juga meningkatnya produk dengan formulasi baru yang canggih seperti nanoteknologi, obat berbasis rekayasa genetika, dan pangan fungsional yang memerlukan pendekatan pengawasan baru yang lebih spesifik.
2. Tantangan perubahan regulasi global, antara lain disebabkan perdagangan lintas negara semakin terbuka, selain harmonisasi regulasi dengan standar internasional yang semakin meningkat dan juga disebabkan perdagangan dalam platform digital dan *e-commerce*

yang memungkinkan perdagangan Obat dan Makanan antar negara dengan lebih mudah.

3. Kebutuhan transformasi digital dalam sistem pengawasan Obat dan Makanan yang membutuhkan SDM pengawas dengan penguasaan kompetensi digital yang tinggi, mampu mengelola analisis *big data*, *artificial intelligence based risk assessment*, dan juga pemantauan produk berbasis *blockchain*. Selain itu, BPOM perlu mengembangkan *smart system* pengawasan yang dapat mendeteksi potensi risiko produk dengan prediksi berbasis *machine learning* yang lebih cepat dan akurat.
4. Tantangan dalam keterbatasan infrastruktur dan kesenjangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan, antara lain belum meratanya distribusi laboratorium pengujian produk yang modern dengan tenaga ahli yang cukup di seluruh wilayah Indonesia, serta kemampuan literasi digital dan keterampilan teknologi SDM pengawas yang masih perlu ditingkatkan untuk mengadopsi *smart system* pengawasan Obat dan Makanan.

Meskipun menghadapi tantangan dalam pengawasan, BPOM juga memiliki peluang besar untuk membangun sistem pengawasan yang unggul dan berdaya saing global, meliputi:

1. Pemanfaatan teknologi digital dalam pengawasan, mendukung adopsi *smart system* pengawasan yang didukung *artificial intelligence*, *internet of things*, dan juga *blockchain* yang dapat meningkatkan efektivitas pengawasan. Selain itu juga peluang penggunaan *big data analytics* untuk deteksi dini produk Obat dan Makanan berisiko tinggi.

2. Penguatan ekosistem pembelajaran dan pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan melalui implementasi *experiential learning*, *corporate university model*, dan *learning in the flow of work* untuk meningkatkan kompetensi SDM pengawas, selain juga sertifikasi keahlian dan spesialisasi SDM sesuai fungsi pengawasan Obat dan Makanan, meliputi standardisasi, penilaian, pemeriksaan, penindakan, pengujian, dan penyuluhan Obat dan Makanan.
3. Peluang dalam kolaborasi lintas sektor dan harmonisasi regulasi melalui pembangunan kemitraan dan kolaborasi antara BPOM, akademisi, industri, dan pemerintah daerah dalam pengembangan regulasi berbasis risiko, serta penguatan diplomasi internasional dalam pengawasan Obat dan Makanan, memastikan produk Indonesia diakui dan berdaya saing global.

7.1.1. Penguatan Sistem Pengawasan yang Modern, Berbasis Teknologi, dan Berstandar Global

Dalam era revolusi industri 4.0 dan *society* 5.0, sistem pengawasan Obat dan Makanan harus bertransformasi dari metode konvensional menuju *smart system* pengawasan yang lebih modern dan berbasis teknologi. Dengan meningkatnya perdagangan global, perkembangan teknologi dan bioteknologi, serta perubahan pola konsumsi masyarakat, tantangan dalam pengawasan obat dan makanan semakin kompleks. Saat ini, produk Obat dan Makanan yang beredar di Indonesia tidak hanya berasal dari produsen dalam negeri tetapi juga dari lintas negara melalui *e-commerce* dan perdagangan internasional. Selain itu, industri Obat dan Makanan mengalami perkembangan pesat dengan

munculnya produk berbasis bioteknologi, obat personalisasi, pangan fungsional, dan produk berbasis rekayasa genetika, dan juga dipengaruhi disrupsi teknologi yang menuntut pendekatan pengawasan yang lebih canggih. Tanpa sistem pengawasan yang modern, berbasis teknologi, dan berstandar global, maka berpotensi menghadirkan risiko tinggi terhadap kesehatan masyarakat, di antaranya:

1. Peredaran produk ilegal dan berbahaya, seperti obat palsu dan makanan mengandung bahan berbahaya.
2. Kurangnya ketertelusuran produk akibat lemahnya sistem pemantauan di seluruh rantai pasok produk.
3. Sulitnya harmonisasi regulasi dengan standar global, yang menghambat ekspor produk Obat dan Makanan Indonesia ke pasar internasional.
4. Lambatnya deteksi risiko produk, akibat metode pengawasan yang masih berbasis inspeksi manual tanpa teknologi berbasis data.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, penguatan sistem pengawasan berbasis teknologi, atau *smart system* pengawasan menjadi prioritas utama dalam strategi jangka panjang BPOM menuju 2045. BPOM perlu mengadopsi *smart system* pengawasan yang mengintegrasikan *artificial intelligence*, *big data*, *internet of things*, dan *blockchain* dalam setiap aspek pengawasan. Sistem ini memungkinkan deteksi dini, pemantauan *real-time*, serta analisis risiko berbasis data yang lebih cepat dan akurat.

Dalam mengembangkan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan, setidaknya terdapat 5 (lima) komponen yang harus diperhatikan, meliputi:

1. Digitalisasi proses pengawasan, antara lain melalui penguatan SPBE dengan menggunakan sistem e-

government dan *e-licensing* berbasis *machine learning* dalam pendaftaran dan sertifikasi produk, digitalisasi dalam inspeksi dan pemeriksaan, pemantauan distribusi, dan pengawasan industri berbasis risiko, serta penggunaan teknologi *cloud computing*. Selain itu juga pengembangan teknologi satu data pengawasan, mewujudkan *big data* dan *data science* untuk pengolahan data pengawasan secara *real-time* dan terintegrasi.

2. Pemanfaatan *artificial intelligence* dan *big data*, dengan *artificial intelligence* digunakan untuk analisis data pengawasan, deteksi pola risiko, dan pengambilan keputusan berbasis prediksi. Sedangkan teknologi *big data* dikembangkan dalam mendukung pengawasan berbasis bukti (*evidence-based surveillance*), dengan integrasi data dari *pre-market control*, *post-market control*, data dari industri, pengujian produk di laboratorium, serta data dari konsumen.
3. Implementasi *internet of things* untuk pemantauan produk, dengan *internet of things* memungkinkan penggunaan sensor digital untuk mendeteksi suhu, kualitas produk, dan kondisi penyimpanan dalam rantai distribusi. *Internet of things* juga dapat digunakan untuk pemantauan produk Obat dan Makanan dalam logistik berbasis ketertelusuran (*track and trace system*).
4. Pemanfaatan teknologi *blockchain* untuk ketertelusuran produk, yaitu dengan memastikan keamanan data pengawasan, autentikasi produk, dan transparansi dalam rantai pasok. Teknologi *blockchain* juga memungkinkan dioptimalkan untuk perekaman setiap perubahan dalam

rantai pasok (produksi, distribusi, hingga konsumsi) sehingga mencegah pemalsuan produk.

5. Penguatan sistem pengawasan berbasis risiko (*risk-based surveillance system*), dengan pengawasan tidak lagi bersifat *random sampling*, tetapi menggunakan pendekatan berbasis risiko. Produk dan perusahaan dengan riwayat buruk berdasarkan data pengawasan diprioritaskan dilakukan pengawasan lebih ketat. Di sisi lain, perusahaan yang memiliki tingkat kepatuhan tinggi terhadap regulasi, berpotensi diberikan penghargaan. Sistem ini akan meningkatkan efisiensi dalam pengawasan dan mempercepat respons terhadap ancaman produk berbahaya.

Smart system pengawasan Obat dan Makanan juga harus didukung dengan kebijakan dan regulasi yang sejalan dan harmonis dengan regulasi dan standar global, memastikan produk Obat dan Makanan Indonesia mampu bersaing dengan produk global. Beberapa regulasi dan standar global yang harus dipertimbangkan untuk diharmonisasi, seperti WHO (*World Health Organization*) dalam standar keamanan dan mutu sediaan farmasi, *Codex Alimentarius* dalam standar keamanan pangan, ICH (*International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use*) dalam harmonisasi regulasi farmasi, ISO 22000 dalam sistem manajemen keamanan pangan, dan juga memperhatikan regulasi yang dikeluarkan oleh US FDA (*United States Food and Drug Administration*) dan EMA (*European Medicines Agency*) sebagai referensi dalam standar global pengawasan Obat dan Makanan. Harmonisasi regulasi global tersebut setidaknya membutuhkan kapasitas SDM pengawas yang baik dalam memahami dan menerapkan standar global,

serta perlu perkuatan kerja sama internasional dan diplomasi regulasi agar produk Obat dan Makanan Indonesia dapat diakui di pasar global.

Yang terakhir adalah perkuatan infrastruktur pengawasan, termasuk modernisasi infrastruktur dan laboratorium pengujian Obat dan Makanan. Salah satu kendala dalam pengawasan Obat dan Makanan saat ini adalah belum meratanya laboratorium pengujian modern dengan tenaga ahli yang mencukupi di berbagai wilayah Indonesia. Untuk menghadapi tantangan tersebut, dibutuhkan peningkatan laboratorium pengujian berbasis digital dan teknologi canggih, seperti penggunaan metode pengujian berbasis genomik dan proteomik untuk mendeteksi bahan berbahaya dengan lebih cepat dan akurat, dan juga penerapan robotika dan otomatisasi dalam analisis laboratorium untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi *human error*. Selain itu, pembangunan laboratorium pengujian harus didukung dengan integrasi sistem pengujian berbasis digital dalam jejaring kerja laboratorium pengujian Obat dan Makanan. Implementasi teknologi digital dalam laboratorium pengujian produk menjadi kebutuhan utama yang memungkinkan pengiriman hasil uji secara *real-time* ke pusat data BPOM dari laboratorium dalam jejaring dan ekosistem pengujian Obat dan Makanan. Selain itu juga dapat dioptimalkan peran *artificial intelligence* untuk otomatisasi analisis hasil uji, sehingga mempercepat proses pengambilan keputusan. Laboratorium pengujian juga dibutuhkan di wilayah perbatasan dan daerah terpencil untuk memastikan kesetaraan dalam pengawasan. Alternatif lainnya adalah penguatan *mobile lab* dan pengujian cepat untuk daerah dengan akses terbatas.

Dengan *smart system* pengawasan Obat dan Makanan yang modern berbasis teknologi, setidaknya BPOM akan meningkat kemampuan dan kapasitasnya dalam:

1. Deteksi risiko keamanan Obat dan Makanan lebih cepat dan akurat, sehingga dapat mencegah penyebaran produk berbahaya dan tidak memenuhi syarat.
2. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengawasan Obat dan Makanan dengan pendekatan berbasis risiko dan data sains yang kuat.
3. Memastikan ketertelusuran produk Obat dan Makanan dari hulu ke hilir, sehingga menekan angka pemalsuan Obat dan Makanan yang beredar di masyarakat.
4. Mendukung peningkatan daya saing industri Obat dan Makanan nasional, melalui strategi diplomasi dan kepatuhan terhadap regulasi global.
5. Meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap produk Obat dan Makanan dalam negeri yang aman dan bermutu.

7.1.2. Urgensi Pengembangan SDM Pengawasan Obat dan Makanan yang Adaptif terhadap Perkembangan Teknologi dan Regulasi Internasional

Di era disrupsi teknologi, perubahan regulasi global, serta meningkatnya kompleksitas industri dan produk Obat dan Makanan, BPOM menghadapi tantangan besar dalam memastikan bahwa produk yang beredar aman, berkhasiat, dan bermutu. Untuk menjawab tantangan ini, diperlukan SDM pengawasan Obat dan Makanan yang tidak hanya memiliki kompetensi teknis yang tinggi, tetapi juga adaptif terhadap perkembangan teknologi dan regulasi internasional. SDM

pengawas harus mampu menganalisis tren industri Obat dan Makanan, memahami regulasi global, dan mengadopsi teknologi digital dalam proses pengawasan. Beberapa perubahan terjadi yang mengharuskan BPOM untuk mengembangkan SDM pengawas yang adaptif mencakup:

1. Perubahan lanskap industri Obat dan Makanan, antara lain dengan munculnya produk baru berbasis teknologi, bioteknologi, farmakogenomik, dan nanoteknologi, serta tren *lab-grown food*, pangan berbasis rekayasa genetika (*Genetically Modified Organisms/GMOs*), dan suplemen kesehatan berbasis *artificial intelligence* yang memerlukan metode pengawasan yang inovatif.
2. Peningkatan perdagangan global dan *e-commerce* yang berdampak pada produk Obat dan Makanan semakin banyak dijual melalui platform digital, sehingga pengawasan memerlukan sistem berbasis teknologi untuk mendeteksi produk ilegal yang beredar secara daring. Selain itu, regulasi *cross-border trade* semakin menuntut keselarasan dengan standar internasional, yang mengharuskan SDM pengawas memiliki pemahaman yang mendalam terhadap standar WHO, Codex Alimentarius, ISO, FDA, EMA, dan ASEAN.
3. Transformasi digital dalam sistem pengawasan membutuhkan pendekatan *smart system* pengawasan yang lebih canggih. Berbagai teknologi digital dapat dioptimalkan dan diintegrasikan dalam mendukung pengawasan Obat dan Makanan.
4. Kesiapan regulasi yang mampu mengakomodasi inovasi industri, dengan regulasi harus responsif dan berbasis data, serta memungkinkan SDM pengawas untuk menyesuaikan kebijakan dengan perkembangan ilmu

pengetahuan terbaru. Selain kebutuhan harmonisasi antar kebijakan dan regulasi di dalam negeri maupun dengan standar internasional membutuhkan SDM pengawas yang memiliki keterampilan dalam analisis kebijakan dan diplomasi regulasi yang baik.

Untuk menghadapi tantangan tersebut, BPOM harus menyiapkan SDM pengawas dengan kompetensi yang relevan dengan perkembangan industri, teknologi, dan regulasi global. Kompetensi tersebut mencakup kompetensi teknis (*hard skills*), kompetensi digital (*digital skills*), serta kompetensi manajerial (*soft skills*), termasuk kompetensi sebagai spesialis (*expertise*) dalam pengawasan Obat dan Makanan. Penguatan SDM pengawas dengan berbagai kompetensi tersebut memerlukan strategi dan pendekatan pengembangan dan pembelajaran pegawai yang adaptif, fleksibel dan berbasis teknologi, menciptakan SDM pengawas yang profesional dan kompeten. Implementasi *Corporate University Model* dalam pembelajaran yang dikombinasikan dengan pendekatan pembelajaran terintegrasi dengan pekerjaan melalui pendekatan *learning in the flow of work* menjadi kebutuhan untuk diterapkan. Pengembangan platform pembelajaran berbasis *e-learning*, simulasi digital, dan pelatihan berbasis artificial intelligence dapat dilakukan, selain mendorong pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*) terintegrasi di tempat kerja untuk meningkatkan kemampuan teknis dan *problem solving* SDM pengawas.

Pembelajaran yang dilakukan secara terintegrasi dengan pekerjaan, memastikan SDM pengawas dapat langsung menerapkan kemampuan baru dalam pekerjaan sehari-hari. Selain itu, dibutuhkan budaya pembelajaran (*learning culture*)

dan ekosistem pembelajaran (*learning ecosystem*) yang baik dalam mendukung pendekatan dan strategi pembelajaran tersebut. Selain itu, kolaborasi dalam pembelajaran dan pengembangan kompetensi SDM pengawas dengan akademisi, industri, maupun lembaga internasional dibutuhkan untuk untuk mempercepat transfer teknologi dan pengetahuan. Alternatif pendekatan lainnya adalah mendorong program magang dan pertukaran tenaga ahli dengan regulator dari negara maju. Terakhir, berbagai strategi dan pendekatan pembelajaran dan pengembangan kompetensi tersebut membutuhkan sistem monitoring dan evaluasi berkelanjutan yang dapat dilakukan dengan mengoptimalkan *data analytics* untuk mengevaluasi efektivitas program pengembangan SDM pengawas. Selain itu, menerapkan metode *assessment* berbasis kompetensi untuk mengukur kesiapan SDM pengawas dalam menghadapi tantangan global juga dapat dilakukan, memastikan semua strategi dan pendekatan dilakukan dengan baik dan berdampak positif terhadap kualitas pengawasan Obat dan Makanan yang dilakukan.

7.2 Rekomendasi Strategis Pengembangan SDM Pengawasan Obat dan Makanan

Dari bahasan yang telah dilakukan, berbagai tantangan dalam pengawasan Obat dan Makanan saat ini maupun di masa depan, dan juga kebutuhan SDM pengawasan Obat dan Makanan yang profesional dan juga kompeten, maka dapat dikembangkan rekomendasi strategis dalam menyiapkan BPOM tahun 2045. Rekomendasi strategis sekaligus meneguhkan komitmen BPOM dalam mendukung visi Indonesia Emas 2045.

7.2.1 Penguatan Sistem dan Kebijakan Pengawasan

Dalam menghadapi kompleksitas pengawasan Obat dan Makanan yang semakin meningkat, BPOM harus melakukan transformasi dalam sistem dan kebijakan pengawasan Obat dan Makanan. Saat ini, tantangan dalam pengawasan tidak hanya terbatas pada keamanan produk yang beredar secara fisik, tetapi juga mencakup produk yang beredar secara daring melalui platform *e-commerce*, perkembangan industri Obat dan Makanan berbasis teknologi dan bioteknologi, dan tuntutan harmonisasi regulasi global. Beberapa tantangan lainnya seperti meningkatnya jumlah dan variasi produk yang beredar, termasuk Obat dan Makanan berbasis bioteknologi, pangan fungsional, dan kosmetik berbahan alami, pergeseran pola konsumsi masyarakat, perdagangan lintas negara dan juga digitalisasi memerlukan metode pengawasan yang lebih kompleks, tetapi harus tetap adaptif dan fleksibel dengan basis data yang kuat. Untuk menjawab berbagai tantangan tersebut, BPOM harus mengembangkan *smart system* pengawasan yang lebih proaktif, berbasis data, dan berstandar global dengan mengintegrasikan teknologi digital dan kebijakan berbasis bukti dalam pengawasan Obat dan Makanan.

Penguatan kebijakan dan sistem pengawasan melalui penerapan *smart system* pengawasan berbasis teknologi canggih dan penyesuaian kebijakan dengan regulasi global membutuhkan strategi dan pendekatan khusus. Strategi dan pendekatan dalam pengawasan dapat meliputi:

1. Implementasi *smart system* pengawasan Obat dan Makanan berbasis teknologi dan data.

Dalam hal ini, BPOM harus beralih dari pengawasan konvensional ke sistem pengawasan berbasis teknologi digital. Beberapa elemen utama dalam *smart system* pengawasan yang perlu diterapkan meliputi:

- a. *Artificial intelligence* untuk analisis risiko dan prediksi tren, seperti *artificial intelligence* digunakan untuk menganalisis tren data pengawasan, mendeteksi pola anomali dalam rantai pasok, mengidentifikasi potensi risiko produk dengan lebih cepat, serta implementasi *artificial intelligence driven risk assessment system* untuk meningkatkan efektivitas program dan penetapan prioritas pemeriksaan, sampling, pengujian, dan penindakan.
- b. *Big data analytics* untuk deteksi dini produk berisiko melalui integrasi data dari berbagai sumber (*data pre-post market control*, industri, jejaring laboratorium pengujian, laporan masyarakat, dll) untuk mendeteksi pola distribusi produk ilegal atau berbahaya, serta pemantauan tren konsumen dalam memilih produk Obat dan Makanan untuk memahami potensi risiko berdasarkan preferensi pasar.
- c. Teknologi *blockchain* untuk ketertelusuran produk dalam rantai pasok. Dengan teknologi *blockchain* memungkinkan rekam jejak produk dari hulu ke hilir, memastikan bahwa setiap produk yang beredar dapat ditelusuri dengan transparan dan meminimalkan risiko pemalsuan dan peredaran produk ilegal.
- d. *Internet of things* untuk pemantauan *real-time*, khususnya dalam pemantauan suhu penyimpanan Obat dan Makanan dalam rantai distribusi guna

memastikan kepatuhan terhadap standar keamanan, atau juga pengembangan sistem sensor dan RFID yang memungkinkan identifikasi produk secara otomatis, membantu efisiensi pemeriksaan sarana produksi, distribusi, maupun pelayanan Obat dan Makanan.

2. Penguatan Regulasi Berbasis *Evidence-Based Policy*
Regulasi di bidang pengawasan Obat dan Makanan harus berbasis data ilmiah, transparan, dan adaptif terhadap perubahan industri Obat dan Makanan. Hal-hal utama dalam pengembangan regulasi berbasis *evidence based policy* yang direkomendasikan dalam pengawasan Obat dan Makanan:
 - e. Harmonisasi regulasi dengan standar global, yaitu melalui penyesuaian regulasi nasional dengan WHO, Codex Alimentarius, ISO, FDA, EMA, dan ASEAN agar produk Indonesia memenuhi standar internasional, serta memastikan bahwa aturan keamanan produk dapat diterima secara global, sehingga mendukung ekspor produk Obat dan Makanan nasional.
 - f. Penyederhanaan proses layanan berbasis digital, seperti implementasi e-licensing atau e-registration yang terintegrasi dan mendukung interoperabilitas antar sistem untuk mempercepat proses evaluasi produk dan meningkatkan transparansi regulasi, maupun automasi dalam evaluasi dossier produk dengan memanfaatkan *artificial intelligence* untuk menilai kelayakan produk dengan lebih cepat.
 - g. Penguatan regulasi pengawasan daring, baik dalam platform *e-commerce* maupun sosial media melalui menetapkan regulasi khusus terkait produk Obat dan

Makanan yang diperdagangkan secara daring, didukung sistem pengawasan digital, termasuk kerja sama dengan *platform marketplace* dan *fintech* untuk memblokir produk ilegal atau berisiko.

- h. Penguatan regulasi terkait produk Obat dan Makanan inovatif, dengan regulasi yang dapat disusun secara fleksibel dengan tetap berbasis bukti ilmiah tanpa mengorbankan aspek keamanan, khasiat, dan mutu produk.
3. Digitalisasi Sistem Pengawasan untuk Meningkatkan Efisiensi dan Transparansi

BPOM harus mengintegrasikan teknologi digital dalam setiap tahapan pengawasan, termasuk integrasi data pengawasan untuk meningkatkan efisiensi dan transparansi sistem. Sistem dalam hal ini meliputi sistem utama dalam pengawasan Obat dan Makanan, meliputi sistem pada fungsi standardisasi, penilaian, pemeriksaan, penindakan, pengujian, dan penyuluhan Obat dan Makanan, juga sistem pendukung pengawasan, misalnya *human capital intelligence system* untuk manajemen SDM, atau sistem dalam perencanaan dan penganggaran organisasi. Sistem yang dibangun juga harus mengakomodir implementasi pengawasan berbasis risiko dengan menggunakan pendekatan *risk-based surveillance*. Produk dengan riwayat buruk mendapatkan pengawasan lebih ketat, begitu juga sebaliknya. Sistem digital yang dibangun juga dapat mengoptimalkan *artificial intelligence* dan *big data analytics* untuk pemetaan wilayah dengan tingkat risiko tinggi maupun pemetaan produk dengan risiko tinggi, sehingga

pengawasan dapat difokuskan pada area atau produk yang paling membutuhkan berdasarkan tingkat risiko.

4. Penguatan Mekanisme Surveilans, Farmakovigilans, dan Sistem Deteksi Dini

Untuk mengantisipasi potensi bahaya dari Obat dan Makanan yang beredar, termasuk dampak jangka panjang konsumsi Obat dan Makanan oleh masyarakat, maka dalam rangka mendukung pengawasan Obat dan Makanan direkomendasikan untuk melakukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Mengembangkan sistem pemantauan, farmakovigilans, maupun surveilans berbasis *artificial intelligence*. Sistem ini memungkinkan deteksi efek samping Obat lebih cepat dan akurat, dengan menganalisis data laporan dari tenaga kesehatan dan masyarakat.
- b. Peningkatan mekanisme surveilans untuk deteksi produk berbahaya melalui implementasi *surveillance intelligence system* yang dapat mengidentifikasi tren hasil pemantauan konsumsi produk, peredaran produk ilegal, dan ancaman baru dari konsumsi Obat dan Makanan di tingkat global yang berpotensi berdampak pada konsumsi dalam negeri. Sistem yang dibangun dapat memfasilitasi pertukaran data risiko produk Obat dan Makanan antar lembaga pengawas maupun lembaga lain di dalam dan luar negeri.
- c. Mempercepat respons terhadap produk berisiko melalui pengembangan sistem peringatan dini berbasis *artificial intelligence* dan *big data* untuk mempercepat respons terhadap produk yang

teridentifikasi berbahaya sebelum meluas ke pasar dan dikonsumsi masyarakat.

7.2.2 Transformasi Digital untuk Smart System Pengawasan Obat dan Makanan

Perkembangan revolusi industri 4.0 dan *society* 5.0 telah mendorong perubahan besar dalam berbagai sektor, termasuk pengawasan Obat dan Makanan. Dengan meningkatnya perdagangan global, digitalisasi peredaran Obat dan Makanan, serta kemunculan produk berbasis teknologi, bioteknologi, maupun produk hasil rekayasa genetika, sistem pengawasan konvensional tidak lagi memadai. Diperlukan pendekatan baru yang mengintegrasikan teknologi digital dalam seluruh aspek pengawasan Obat dan Makanan dalam sebuah sistem pintar (*smart system*) pengawasan. Untuk mewujudkan pendekatan tersebut dalam pengawasan, perlu dilakukan transformasi digital dalam sistem pengawasan Obat dan Makanan yang harus mencakup seluruh rantai bisnis pengawasan, mulai dari standardisasi, penilaian, pemeriksaan, penindakan, pengujian, dan juga penyuluhan Obat dan Makanan. Selain itu, diperlukan sistem pengelolaan SDM pengawas berbasis data (*human capital intelligence system*) serta pemanfaatan teknologi analitik dan prediktif untuk mendeteksi risiko lebih awal.

1. Penerapan Teknologi Digital dalam Seluruh Rantai Bisnis Pengawasan Obat dan Makanan.

Untuk memastikan efektivitas pengawasan Obat dan Makanan, perlu menerapkan teknologi digital dalam semua tahapan bisnis pengawasan, yang meliputi:

- a. Digitalisasi registrasi produk untuk meningkatkan transparansi, efisiensi, dan kecepatan dalam

penerbitan izin edar produk. Transformasi dapat dilakukan melalui implementasi *e-licensing* atau *e-registration* dengan otomatisasi berbasis *artificial intelligence* dan *machine learning* untuk meningkatkan kualitas proses registrasi produk Obat dan Makanan melalui evaluasi produk berbasis data yang lebih cepat dan akurat. Selain itu juga perlu dilakukan integrasi *blockchain* dalam sistem perizinan untuk memastikan bahwa setiap tahapan registrasi terdokumentasi dengan transparan dan tidak dapat diubah.

- b. Penerapan *artificial intelligence* dan *internet of things* dalam inspeksi, sampling, dan pengawasan lapangan untuk memastikan kepatuhan industri terhadap standar keamanan produk. Dengan *artificial intelligence driven risk based inspection*, inspeksi tidak lagi dilakukan secara acak tetapi berdasarkan analisis risiko berbasis data. Di sisi lain, penggunaan *internet of things* dalam inspeksi sarana produksi memungkinkan pemantauan suhu, kelembaban, dan kondisi penyimpanan produk secara *real-time*. Selain itu, drone dan robot dapat digunakan untuk inspeksi untuk industri besar, membantu inspeksi otomatis di fasilitas yang memiliki area luas.

2. Pengujian Obat dan Makanan Digital Berbasis Teknologi Canggih

Laboratorium pengujian Obat dan Makanan harus dilengkapi dengan sistem pengujian digital berbasis teknologi canggih untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi hasil uji. Penggunaan robotik dan otomatisasi dalam analisis laboratorium berbasis *artificial intelligence*

dan *machine learning* sudah menjadi kebutuhan untuk mengurangi *human error* dan mempercepat proses uji sampel, selain juga membantu dalam analisis otomatis terhadap tren hasil uji untuk mendeteksi pola risiko lebih cepat. Selain itu, pemanfaatan spektrometri massa dan analisis genomik dapat dioptimalkan untuk deteksi kontaminan dalam Obat dan Makanan. Lebih detail, rekomendasi untuk meningkatkan kemampuan pengujian digital Obat dan Makanan di laboratorium dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Pemantauan berbasis *real-time* dengan *big data* dan *blockchain*. *Big data* dapat dioptimalkan untuk memantau pola distribusi produk dan mendeteksi anomali dalam rantai pasok berdasarkan sebaran hasil sampling dan hasil uji produk Obat dan Makanan, sedangkan teknologi *blockchain* dalam rantai distribusi bermanfaat untuk memastikan bahwa setiap produk dapat ditelusuri dari pabrik hingga ke tangan konsumen.
- b. Pemanfaatan teknologi *internet of things* dalam berbagai alat dan sarana pengujian Obat dan Makanan sehingga hasil pengujian dapat langsung tercatat dalam *database big data* pengawasan, memudahkan dalam proses bisnis selanjutnya pada rantai bisnis proses pengawasan Obat dan Makanan. Selain itu juga memudahkan dalam pemantauan kinerja alat dan sarana pengujian Obat dan Makanan di laboratorium.
- c. Penindakan terhadap produk berisiko berdasarkan hasil uji, dilakukan berbasis data digital forensik dan *cyber surveillance*, terutama dalam pengawasan

peredaran produk ilegal di *e-commerce* dan *dark web*. Kegiatan ini dapat dilakukan dengan mengoptimalkan *artificial intelligence* untuk memantau platform *e-commerce* dan *marketplace*, mengidentifikasi produk yang terbukti ilegal atau sub standar yang dijual secara daring, juga digital forensik untuk investigasi kasus pemalsuan produk.

3. Pengembangan *Human Capital Intelligence System* untuk Pengelolaan SDM Pengawasan Obat dan Makanan Berbasis Data

Transformasi digital dalam pengawasan juga harus mencakup pengelolaan SDM pengawasan Obat dan Makanan. Untuk itu, perlu dikembangkan *Human Capital Intelligence System* (HCIS) yang memungkinkan pengelolaan SDM pengawas berbasis data. Dengan HCIS, dapat mendukung bisnis proses dalam manajemen SDM pengawasan Obat dan Makanan, antara lain:

- a. Pemetaan kompetensi SDM pengawas secara *real-time* dengan data terbaru, dengan jaminan sistem ini dapat mengelola data terkait kinerja, kompetensi, dan kebutuhan pelatihan SDM pengawas sehingga pengembangan SDM pengawas menjadi lebih terarah. Kombinasi dengan *artificial intelligence* dan *machine learning* akan menghasilkan rekomendasi program pelatihan berdasarkan kebutuhan individu, memastikan bahwa SDM pengawas selalu memiliki kompetensi yang sesuai dengan perkembangan industri, ilmu pengetahuan, maupun teknologi terkini.
- b. Integrasi sistem pengembangan kompetensi berbasis *artificial intelligence* melalui pemanfaatan *platform* pembelajaran digital dengan teknologi *adaptive*

learning, yang memungkinkan setiap SDM pengawas belajar sesuai dengan kecepatan dan kebutuhan mereka, maupun pemanfaatan simulasi berbasis *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR) untuk pelatihan yang membutuhkan praktik, memungkinkan pengalaman pembelajaran yang lebih mendalam dan realistis. Integrasi dengan *artificial intelligence* dengan kombinasi *big data* memungkinkan untuk profiling data kompetensi dan pelatihan pegawai secara *real-time*, bermanfaat dalam menyusun perencanaan pengembangan kompetensi maupun pembinaan karier SDM pengawas.

- c. Evaluasi SDM pengawasan Obat dan Makanan berbasis data dan analitik, termasuk dalam mendukung perencanaan maupun pembinaan karier SDM pengawas. Sistem *assessment* berbasis *artificial intelligence* dapat dioptimalkan untuk mengevaluasi kompetensi SDM pengawas secara otomatis dan memberikan umpan balik secara *real-time*, didukung *dashboard* monitoring SDM pengawas yang memungkinkan untuk memantau efektivitas program pengembangan kompetensi dan pembinaan karier SDM pengawas, menyesuaikan strategi manajemen SDM berdasarkan hasil analitik data yang baik.
4. Pemanfaatan Teknologi Analitik dan Prediktif dalam Deteksi Risiko Peredaran Obat dan Makanan
Untuk meningkatkan efektivitas pengawasan Obat dan Makanan, penggunaan teknologi prediktif dan analitik guna mendeteksi potensi risiko sebelum terjadi kejadian luar biasa yang lebih besar merupakan kebutuhan,

mencegah potensi bencana kesehatan masyarakat. Rekomendasi dalam hal ini meliputi:

- a. Pengembangan teknologi *artificial intelligence based risk prediction system*, yaitu melalui pengembangan model *artificial intelligence* yang mampu menganalisis data pengawasan dan konsumsi produk dari berbagai sumber, seperti laporan laboratorium, data inspeksi, dan keluhan konsumen untuk memprediksi potensi risiko terhadap produk tertentu. Selain itu, model *machine learning* juga dapat digunakan untuk memetakan pola pelanggaran atau penyalahgunaan produk sehingga dapat mengantisipasi potensi risiko yang lebih besar dari produk Obat dan Makanan.
- b. Optimalisasi *big data* untuk pemantauan tren industri Obat dan Makanan, yaitu dengan mengumpulkan data dari berbagai sektor (pengawasan, industri, regulator global, dan masyarakat) untuk dimanfaatkan menganalisis pola tren industri dan mengidentifikasi produk yang berisiko tinggi. *Big data* juga dapat digunakan untuk memantau perubahan dalam formulasi produk, khususnya dalam layanan registrasi produk Obat dan Makanan.
- c. *Automated alert system* untuk deteksi dini produk berbahaya melalui implementasi *early warning system* berbasis *artificial intelligence* yang akan memberikan notifikasi otomatis dalam aplikasi apabila ditemukan produk yang tidak memenuhi standar berdasarkan data hasil pengujian Obat dan Makanan. Dengan teknologi ini dapat meningkatkan

kecepatan respons dalam menarik produk berisiko dari pasaran.

7.2.3 Penguatan Kompetensi SDM Pengawasan Obat dan Makanan

Dalam menghadapi tantangan global yang semakin kompleks, harus dipastikan bahwa SDM pengawasan Obat dan Makanan memiliki kompetensi yang tinggi sesuai dengan persyaratan, selain juga harus adaptif dan berbasis teknologi. SDM pengawas harus memiliki keahlian digital, pemahaman ilmiah yang mendalam, serta kecerdasan regulasi (*regulatory intelligence*) untuk memastikan efektivitas pengawasan Obat dan Makanan. Selain itu, penguatan SDM pengawas juga diarahkan pada penguasaan spesialisasi (*expertise*) dalam pengawasan Obat dan Makanan sesuai dengan fungsi pengawasan, sehingga setiap SDM pengawas memiliki keahlian yang spesifik dan mendalam sesuai dengan perannya. Model pembelajaran dan pengembangan kompetensi juga harus berubah, dari pendekatan konvensional ke sistem pembelajaran terintegrasi berbasis pengalaman (*experiential learning*) langsung pekerjaan dan *Corporate University Model* yang memungkinkan SDM pengawas untuk belajar langsung di tempat kerja, terintegrasi dengan pekerjaan. Lebih detail, penguatan SDM pengawasan Obat dan Makanan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Penguatan SDM Pengawasan Obat dan Makanan Berbasis *Digital Skills*, *Scientific Competencies*, dan *Regulatory Intelligence*

Dalam rangka membangun SDM pengawasan Obat dan Makanan yang siap menghadapi tantangan industri 4.0

dan era globalisasi, SDM pengawas perlu diperkuat dengan kompetensi:

- a. *Digital skills* dalam pengawasan melalui pemanfaatan *artificial intelligence* dalam analisis risiko dan pemantauan produk berisiko tinggi, serta *big data analytics* untuk analisa tren dan deteksi pola distribusi produk ilegal, meningkatkan efektivitas surveilan berbasis risiko. Selain itu juga penguasaan kompetensi terkait teknologi *blockchain* untuk penelusuran produk dalam rantai pasok dan distribusi, serta *internet of things* untuk pemantauan suhu dan kondisi penyimpanan Obat dan Makanan, terutama dalam rantai distribusi produk Obat dan Makanan yang sensitif.
- b. *Scientific competencies* dalam evaluasi dan pengujian produk, yaitu dengan penguasaan metode analisa pengujian mutakhir, termasuk berbasis genomik dan proteomik, terutama dalam mendeteksi bahan berbahaya atau kontaminasi dalam Obat dan Makanan. *Scientific competencies* juga dibutuhkan dalam farmakovigilans dan surveilan keamanan produk, memastikan bahwa efek samping produk dapat dipantau dan ditangani dengan cepat, selain juga pemahaman mendalam terhadap bioteknologi, nanoteknologi, produk rekayasa genetika, dan pangan fungsional, yang menjadi tren utama dalam inovasi industri Obat dan Makanan.
- c. *Regulatory intelligence* dan harmonisasi regulasi internasional dengan kemampuan utama dalam memahami dan menerapkan standar global, seperti WHO, Codex Alimentarius, ISO, FDA, dan EMA dalam

sistem regulasi nasional. Selain itu juga kemampuan dalam diplomasi regulasi, dan penerapan *evidence-based policy making*, dengan upaya penjaminan bahwa setiap kebijakan yang dibuat dilakukan berbasis data ilmiah dan kajian risiko.

2. Pengembangan Spesialisasi dan Sertifikasi SDM Pengawasan Obat dan Makanan

Untuk meningkatkan efektivitas pengawasan, SDM pengawasan Obat dan Makanan perlu memiliki spesialisasi dan mendapatkan sertifikasi kompetensi sesuai fungsi utama pengawasan, meliputi standardisasi, penilaian, pemeriksaan, penindakan, pengujian, dan penyuluhan Obat dan Makanan.

3. Pengembangan Budaya Pembelajaran Berkelanjutan Terintegrasi berbasis *Experiential Learning* dan *Corporate University*

Agar penguatan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan berjalan optimal, perlu mengadopsi model pembelajaran terintegrasi berbasis pengalaman pekerjaan (*experiential learning*) dan teknologi digital, meliputi:

- a. Pembelajaran dalam *Corporate University Model* melalui strategi pembelajaran 10:20:70 dengan pengembangan *platform e-learning* berbasis *artificial intelligence*, yang memungkinkan setiap pegawai mendapatkan pelatihan berbasis kebutuhan individu (*personalisasi*).
- b. Implementasi *experiential learning* dalam pengembangan kompetensi SDM melalui pembelajaran berbasis studi atau problem kasus nyata pekerjaan (*problem based learning*) maupun

pembelajaran dari proyek nyata atau praktik langsung dalam pekerjaan (*project based learning*) dalam pengawasan Obat dan Makanan. Selain itu juga pengembangan simulasi pembelajaran berbasis *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR) untuk pelatihan inspeksi dan uji laboratorium.

- c. Pemanfaatan *learning analytics* untuk evaluasi kompetensi, utamanya penggunaan *data analytics* untuk mengukur efektivitas program pelatihan, serta *artificial intelligence* untuk menganalisis progres dan hasil pembelajaran pegawai sebagai bahan evaluasi kompetensi sekaligus memberikan rekomendasi pelatihan yang lebih sesuai kepada SDM pengawas.
4. Implementasi Pembelajaran Terintegrasi dengan Pekerjaan melalui Strategi *Learning in the Flow of Work* untuk Meningkatkan Kapasitas SDM Pengawasan Obat dan Makanan.

Konsep *learning in the flow of work* memungkinkan SDM pengawas belajar sambil bekerja, memastikan bahwa kompetensi terus berkembang seiring dengan tugas dan tanggung jawab pekerjaan SDM pengawas. Pelaksanannya dapat dilakukan melalui *mentorship* dan rotasi tugas SDM untuk memperkaya pengalaman kerja lintas fungsi dengan pendampingan dari *mentor* atau *coach*. Selain itu juga dapat mengoptimalkan penggunaan *artificial intelligence* dalam pembelajaran di tempat kerja, yaitu melalui pemberian rekomendasi materi pelatihan secara otomatis berdasarkan tugas harian pegawai. *Learning in the flow of work* juga dapat dilaksanakan melalui program magang maupun *on the job training*, kolaborasi dengan industri dan akademisi,

maupun dengan regulator global untuk pertukaran tenaga ahli dalam rangka *benchmarking* pengawasan Obat dan Makanan.

7.2.4 Penguatan Kolaborasi Lintas Sektor

Dalam menghadapi tantangan pengawasan Obat dan Makanan yang semakin kompleks, tidak dapat dilakukan sendiri oleh lembaga pengawas Obat dan Makanan. Diperlukan kolaborasi yang kuat antara pemerintah, akademisi, industri, dan masyarakat untuk menciptakan sistem pengawasan yang efektif, efisien, dan adaptif terhadap perkembangan global. Kolaborasi lintas sektor memiliki peran penting dalam memastikan bahwa regulasi yang diterapkan didukung oleh riset dan data ilmiah, industri mampu memenuhi standar dan regulasi yang ditetapkan, serta masyarakat dapat berperan aktif dalam pengawasan dan pelaporan produk yang berisiko. Selain itu, kerja sama dengan lembaga internasional diperlukan untuk meningkatkan kapasitas SDM pengawasan Obat dan Makanan, sekaligus melakukan *benchmarking* sistem pengawasan dalam negeri agar selaras dengan standar global. Hal ini menjadi kunci dalam memastikan daya saing produk Obat dan Makanan Indonesia di pasar internasional.

1. Penguatan Kemitraan dengan Akademisi, Industri, dan Masyarakat

Kemitraan dengan akademisi, industri, dan masyarakat memiliki peran strategis dalam meningkatkan efektivitas pengawasan Obat dan Makanan. Kerja sama dengan akademisi dapat dioptimalkan dalam riset dan pengembangan pengawasan, misalnya riset dalam pengembangan metode analisa pengujian produk,

farmakovigilans, dan pemantauan risiko berbasis *artificial intelligence* dan *big data*. Kerja sama juga dapat dilakukan melalui penyelenggaraan seminar dan simposium regulasi bidang pengawasan Obat dan Makanan, memastikan bahwa perkembangan ilmu pengetahuan dapat langsung diterapkan dalam kebijakan pengawasan.

Kerja sama dengan industri juga dapat dilakukan melalui sinergi untuk meningkatkan kepatuhan terhadap regulasi, dilakukan melalui forum komunikasi regulasi antara regulator pengawasan dan industri farmasi serta pangan dalam memastikan bahwa regulasi yang diterapkan berbasis risiko dan tidak menghambat inovasi. Kerja sama juga dapat dilakukan untuk peningkatan kapasitas industri melalui peningkatan pengetahuan mengenai regulasi *Good Manufacturing Practices* (GMP), *Good Distribution Practices* (GDP), *Good Clinical Practices* (GCP) dan *Good Laboratory Practices* (GLP). Selain itu juga mendorong industri untuk memperkuat jaminan mutu internal melalui kegiatan *self-assessment compliance system*. Setiap industri didorong untuk melakukan audit internal kepatuhan terhadap standar dan regulasi sebelum dilakukan inspeksi oleh lembaga pengawas.

Masyarakat juga diharapkan dapat ditingkatkan kesadarannya terhadap keamanan Obat dan Makanan, dan berperan aktif dalam pengawasan, dilakukan melalui kampanye literasi dan edukasi tentang keamanan Obat dan Makanan. Kegiatan pemberdayaan komunitas lokal dan organisasi masyarakat untuk melakukan pengawasan di tingkat daerah juga dapat menjadi alternatif pilihan, bekerja sama dengan BPOM dalam

melaporkan produk yang mencurigakan. Yang terakhir juga penguatan sistem pengaduan masyarakat berbasis digital, memungkinkan konsumen melaporkan produk yang mencurigakan secara lebih cepat dan efektif.

2. Kerja Sama dengan Lembaga Internasional untuk Peningkatan Kapasitas SDM Pengawas dan *Benchmarking* Pengawasan Global

Agar sistem pengawasan Obat dan Makanan Indonesia setara dengan standar internasional, perlu dibangun kerja sama yang erat dengan lembaga global. Melalui kerja sama ini, dapat dioptimalkan untuk meningkatkan kapasitas SDM pengawasan Obat dan Makanan melalui program pelatihan internasional, misalnya melalui kolaborasi dengan WHO, FAO, dan Codex Alimentarius dalam pelatihan pengawasan Obat dan Makanan berbasis risiko. Selain itu, kolaborasi juga dapat dilakukan melalui program *fellowship* dan sertifikasi SDM pengawas di Eropa, Amerika, dan Asia, memastikan SDM pengawas Indonesia memiliki standar keahlian global. Selain itu juga dapat dilakukan program magang dan pertukaran SDM pengawas dengan regulator global seperti FDA (Amerika Serikat), EMA (Eropa), MHRA (Inggris), dan lembaga pengawas di negara lainnya.

Kerja sama dengan lembaga internasional juga dapat dioptimalkan melalui *benchmarking* sistem pengawasan dengan regulasi internasional. Kerja sama dapat dilakukan melalui berbagai program dan kegiatan, misalnya harmonisasi regulasi dengan standar global, memastikan bahwa kebijakan pengawasan Obat dan Makanan Indonesia sejalan dengan standar WHO, Codex Alimentarius, ISO 22000, dan ICH. Selain itu juga dapat

dioptimalkan dengan kerja sama penerapan sistem *mutual recognition agreement* (MRA) dengan regulator negara lain, memungkinkan produk Obat dan Makanan Indonesia lebih mudah diterima di pasar ekspor. Selanjutnya kolaborasi dalam sistem peringatan dini (*early warning system*) terkait produk berisiko, memanfaatkan database global untuk mendeteksi potensi ancaman risiko Obat dan Makanan yang lebih cepat.

3. Pemberdayaan Masyarakat melalui Literasi Obat dan Makanan serta Keterlibatan dalam Sistem Pelaporan Produk Berisiko.

Masyarakat sebagai pengguna akhir produk Obat dan Makanan memiliki peran strategis dalam mendukung efektivitas pengawasan Obat dan Makanan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penguatan literasi Obat dan Makanan agar masyarakat memiliki pemahaman yang lebih baik mengenai produk yang dikonsumsi serta peran aktif dalam sistem pengawasan. Untuk meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam pengawasan, perlu dilakukan kampanye literasi Obat dan Makanan melalui berbagai program edukasi publik terkait keamanan Obat dan Makanan, memastikan bahwa masyarakat dapat mengenali produk yang berisiko. Selain itu juga dapat dilakukan pelatihan bagi komunitas dan kader kesehatan masyarakat untuk menjadi duta keamanan Obat dan Makanan di lingkungan mereka. Terakhir adalah pemanfaatan media sosial dan aplikasi digital dalam kampanye literasi, menjangkau lebih banyak masyarakat dengan cara yang interaktif dan mudah dipahami.

Selain melalui peningkatan literasi Obat dan Makanan, kolaborasi dengan masyarakat dapat dilakukan untuk penguatan peran masyarakat dalam sistem pengawasan dengan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pelaporan produk berisiko melalui aplikasi berbasis mobile dan *platform online*. Selain itu juga dapat dilakukan pelibatan komunitas lokal dalam *sistem early warning* terhadap produk ilegal atau produk berisiko tinggi. Selanjutnya adalah pemberdayaan konsumen dalam memilih produk yang aman, dengan penyediaan informasi transparan melalui sistem barcode dan *QR code* yang dapat diakses masyarakat.

7.2.5 Optimalisasi Infrastruktur dan Pendanaan Pengawasan Obat dan Makanan

Sistem pengawasan Obat dan Makanan yang kuat membutuhkan infrastruktur yang modern dan pendanaan yang memadai. Infrastruktur yang mencakup laboratorium pengujian, sistem integrasi data, serta fasilitas pengawasan berbasis digital harus dikembangkan untuk menghadapi tantangan global dan memastikan bahwa BPOM memiliki kapabilitas yang setara dengan regulator internasional. Selain itu, pendanaan yang cukup diperlukan untuk mendukung modernisasi sistem pengawasan, peningkatan kapasitas SDM pengawas, serta pengadaan teknologi canggih yang dapat meningkatkan efektivitas pengawasan. Tanpa investasi yang cukup, pengawasan Obat dan Makanan berisiko tertinggal dari perkembangan industri dan standar global, dan tidak mampu memberikan jaminan atas keamanan, khasiat, dan mutu produk Obat dan Makanan yang beredar dengan dampak menurunnya kualitas kesehatan masyarakat Indonesia. Untuk

itu, strategi optimalisasi infrastruktur dan pendanaan pengawasan Obat dan Makanan mutlak diperlukan untuk mendukung modernisasi laboratorium pengujian Obat dan Makanan, pengembangan infrastruktur *smart system* pengawasan dan integrasi data lintas sektor, penguatan SDM pengawas yang profesional dan kompeten, serta pengalokasian anggaran yang memadai guna mendukung efektivitas sistem pengawasan nasional.

1. Modernisasi Laboratorium Pengujian di Seluruh Wilayah Indonesia dengan Teknologi Terkini

Dalam rangka mendukung sistem pengawasan Obat dan Makanan yang modern, perlu dilakukan modernisasi laboratorium pengujian dengan teknologi terkini guna meningkatkan akurasi, efisiensi, dan kapasitas pengujian dalam memastikan keamanan, khasiat, dan mutu produk Obat dan Makanan yang beredar. Upaya tersebut termasuk penambahan laboratorium di wilayah perbatasan dan daerah terpencil untuk meningkatkan jangkauan pengawasan terhadap produk impor dan distribusi regional, serta sertifikasi laboratorium pengujian agar setara dengan laboratorium regulator internasional seperti FDA dan EMA sebagai bentuk peningkatan kapasitas laboratorium pengujian berstandar internasional.

Modernisasi laboratorium pengujian juga perlu dilakukan melalui penerapan teknologi canggih dan teknologi digital dalam pengujian, seperti spektrometri massa dan kromatografi canggih untuk mendeteksi bahan aktif, kontaminan, dan residu berbahaya dalam produk Obat dan Makanan, pengembangan metode analisa pengujian berbasis genomik dan proteomik, serta otomatisasi

laboratorium dengan robotika dan *artificial intelligence*, meningkatkan efisiensi dalam analisis sampel dan mengurangi *human error*. Selain itu, perlu dikembangkan integrasi sistem digital dalam laboratorium melalui pengembangan *e-laboratory system* untuk mendigitalisasi hasil uji dan memungkinkan akses data *real-time*, pemanfaatan *artificial intelligence* dalam analisis hasil pengujian, serta optimalisasi *blockchain* untuk pencatatan hasil uji yang transparan dan tidak dapat dimanipulasi, meningkatkan kepercayaan publik dan pemangku kepentingan terhadap sistem pengawasan Obat dan Makanan.

2. Pengembangan Sistem Integrasi Data Lintas Sektor untuk Memperkuat *Smart System* Pengawasan Obat dan Makanan.

Dalam rangka meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengawasan, perlu membangun sistem integrasi data lintas sektor yang memungkinkan sinkronisasi informasi antara berbagai pemangku kepentingan, mendukung implementasi *smart system* pengawasan secara konsisten. Pertama harus dikembangkan adalah sistem satu data pengawasan Obat dan Makanan yang akuntabel, tidak terbatas pada data pengawasan yang dihasilkan oleh BPOM, tetapi juga integrasi data antara BPOM, Kementerian Kesehatan, Kementerian Perdagangan, dan Bea Cukai untuk mempercepat deteksi produk ilegal dan meningkatkan efektivitas pengawasan perbatasan. Selain itu juga perlu dikembangkan *national food and drug surveillance platform* yang memungkinkan akses berbagi data secara *real-time* antar pemangku kepentingan untuk mempercepat respons terhadap

potensi ancaman keamanan produk, dengan sistem dilengkapi kemampuan *intelligence* untuk analisis data pengawasan, mengidentifikasi pola distribusi produk ilegal dan mengoptimalkan strategi inspeksi berbasis risiko.

Selanjutnya pengembangan satu data pengawasan menjadi *big data* pengawasan berbasis *artificial intelligence* dan *machine learning*, mendukung sistem prediksi risiko keamanan Obat dan Makanan. Pengembangan *artificial intelligence risk assessment* memungkinkan lembaga pengawas mengidentifikasi potensi ancaman berdasarkan analisis data dari laboratorium, inspeksi, dan laporan masyarakat. Sistem dalam *big data analytics* membantu dalam memantau tren peredaran produk, mendeteksi pola konsumsi yang mencurigakan, serta mengantisipasi potensi pelanggaran regulasi dengan didukung *automated alert system* yang memberikan peringatan dini terhadap anomali dalam peredaran Obat dan Makanan berbasis data *real-time*.

Terakhir adalah penguatan *track and trace system* berbasis teknologi *blockchain* untuk pemantauan rantai distribusi produk Obat dan Makanan, mencegah pemalsuan dan peredaran produk ilegal. Selain itu juga dengan sistem ketertelusuran produk yang baik, memungkinkan setiap transaksi dan pergerakan produk tercatat secara permanen dan transparan, mendukung peningkatan efektivitas dan efisiensi pengawasan dan mempercepat proses pengambilan keputusan berbasis data.

3. Penguatan SDM pengawasan Obat dan Makanan yang profesional dan kompeten

SDM pengawas yang profesional dan kompeten merupakan kebutuhan utama selain teknologi dalam mendukung *smart system* pengawasan Obat dan Makanan. Penguatan SDM pengawas perlu dilakukan melalui berbagai program dan pendekatan, termasuk pengembangan infrastruktur pelatihan dan pembelajaran melalui pembangunan pusat pembelajaran terpadu berbasis teknologi, dilengkapi dengan laboratorium simulasi dan fasilitas digital untuk mendukung pembelajaran yang adaptif, interaktif, dan berbasis kompetensi. Infrastruktur pembelajaran perlu didukung program pelatihan dan pengembangan kompetensi berkelanjutan, antara lain melalui pelatihan kompetensi digital bagi pengawas Obat dan Makanan yang mencakup penggunaan teknologi seperti *artificial intelligence, big data, blockchain, machine learning, dan internet of things*. Selain itu juga diperlukan program sertifikasi kompetensi nasional dan internasional secara periodik untuk memastikan kualitas dan kapabilitas SDM pengawas dalam melaksanakan pengawasan berbasis standar global, selain juga penguatan kemampuan analisis risiko berbasis data untuk mendukung kemampuan SDM pengawas dalam mengambil keputusan yang tepat, cepat, dan akurat dalam menghadapi isu keamanan produk.

Program pengembangan SDM pengawas yang profesional dan kompeten membutuhkan skema pendanaan berkelanjutan untuk penguatan SDM pengawasan Obat dan Makanan. Berbagai program dibutuhkan untuk menjamin pengawasan didukung SDM pengawas yang profesional dan kompeten, meliputi

beasiswa dan program pelatihan internasional bagi SDM pengawas, dukungan anggaran untuk sertifikasi dan spesialisasi SDM pengawas, serta investasi dalam implementasi strategi *Corporate University* dalam pembelajaran, menciptakan ekosistem pembelajaran internal yang berkelanjutan dan berbasis teknologi.

4. Penyediaan Anggaran yang Memadai untuk Penguatan Sistem, Infrastruktur, dan Teknologi Pengawasan.

Modernisasi sistem pengawasan Obat dan Makanan memerlukan dukungan anggaran yang memadai, sehingga dapat meningkatkan kapasitas dan kualitas sistem pengawasan, infrastruktur pengawasan dan laboratorium pengujian, serta adopsi teknologi digital dalam pengawasan. Hal tersebut penting mengingat berbagai tantangan pengawasan ke depan yang semakin kompleks sehingga diperlukan strategi dan pendekatan yang berbeda untuk memberikan jaminan keamanan, khasiat, dan mutu produk Obat dan Makanan yang beredar. Selain itu, perlu dikembangkan diversifikasi sumber pendanaan melalui skema kemitraan, misalnya melalui skema *Public Private Partnership* (PPP) untuk mendukung pembangunan laboratorium dan pusat riset pengawasan berbasis teknologi tinggi. Pendekatan lainnya melalui kolaborasi dengan lembaga donor internasional seperti WHO, FAO, dan Codex Alimentarius, serta pemanfaatan dana hibah internasional untuk riset dan pengembangan pengawasan Obat dan Makanan, mempercepat adopsi teknologi canggih dalam *smart system* pengawasan Obat dan Makanan.

7.3 Peta Jalan Pengembangan SDM Pengawasan Obat dan Makanan Menuju 2045

Pembangunan SDM pengawasan Obat dan Makanan harus dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan agar mampu menjawab tantangan global dan perkembangan teknologi sampai dengan tahun 2045. Dengan pesatnya perkembangan teknologi digital, perubahan regulasi internasional, serta diversifikasi produk sediaan farmasi dan pangan olahan, dikembangkan peta jalan (*roadmap*) yang jelas untuk memastikan bahwa SDM pengawasan Obat dan Makanan siap menghadapi tantangan masa depan. Peta jalan pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan menuju 2045 dibagi menjadi empat fase utama. Fase pertama (2025–2030) berfokus pada konsolidasi dan digitalisasi sistem pengawasan serta peningkatan kapasitas SDM berbasis teknologi. Fase kedua (2031–2035) berfokus pada implementasi *smart system* pengawasan Obat dan Makanan. Fase ketiga (2036–2040) berfokus pada pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan berstandar global. Fase terakhir (2041–2045) berfokus pada pembangunan sistem pengawasan Obat dan Makanan berkelanjutan.

7.3.1. Fase I: Konsolidasi dan Digitalisasi (2025–2030)

Fase pertama dalam peta jalan ini bertujuan untuk mengkonsolidasikan regulasi, memperkuat sistem digital, serta meningkatkan keterampilan awal SDM pengawasan Obat dan Makanan dalam teknologi modern. Fase ini menjadi fondasi utama dalam transformasi pengawasan Obat dan Makanan menuju *smart system* yang lebih modern dan berbasis bukti. Periode ini akan menjadi titik awal transformasi menuju *smart system* pengawasan, dengan penerapan

sistem berbasis *artificial intelligence*, *big data*, dan *blockchain* untuk meningkatkan efektivitas pengawasan Obat dan Makanan oleh BPOM.

1. Penguatan Regulasi Pengawasan Berbasis Risiko dan Data Sains Menuju *Smart System* Pengawasan Obat dan Makanan.

Penguatan regulasi pengawasan dilakukan melalui implementasi *risk-based surveillance* dalam regulasi pengawasan, dengan kebutuhan regulasi harus berbasis analisis risiko dan data sains. *Artificial intelligence* dan *machine learning* dioptimalkan dalam analisis regulasi, membantu BPOM dalam memprioritaskan produk dan industri yang membutuhkan pengawasan lebih ketat, dikombinasikan dengan penerapan *Early Warning System* berbasis *artificial intelligence* yang mampu mendeteksi potensi risiko dari data registrasi, inspeksi, pengujian, penindakan, laporan masyarakat, dan big data global pengawasan Obat dan Makanan.

Penguatan regulasi juga dilakukan melalui harmonisasi regulasi dengan standar internasional dengan penyelarasan regulasi pengawasan Nasional dengan WHO, Codex Alimentarius, ISO, dan ASEAN *Regulatory Framework*. Penguatan regulasi juga dilakukan dalam meningkatkan pengawasan Obat dan Makanan secara online berbasis *e-commerce* maupun melalui media sosial, mengantisipasi risiko peredaran produk ilegal di platform digital, serta peningkatan standar dalam farmakovigilans dan surveilan keamanan Obat dan Makanan dengan memperkuat regulasi pelaporan efek samping penggunaan produk.

Yang terakhir, penguatan regulasi dilakukan untuk transformasi digital melalui digitalisasi sistem registrasi dan pengawasan produk berbasis *artificial intelligence* dan *big data*. Pengembangan sistem *e-registration* berbasis *artificial intelligence* akan mempercepat proses evaluasi dan perizinan produk berbasis teknologi. Penerapan teknologi *blockchain* dalam sistem perizinan akan memastikan transparansi dalam proses registrasi produk Obat dan Makanan. Terakhir, otomatisasi evaluasi *dossier* produk menggunakan *artificial intelligence* akan mengurangi waktu dan meningkatkan akurasi dalam proses persetujuan izin edar produk Obat dan Makanan.

2. Pembangunan *Human Capital Intelligence System* untuk Manajemen SDM Pengawasan Obat dan Makanan

Pada fase ini juga menandai pengembangan sistem manajemen SDM pengawasan Obat dan Makanan menuju sistem cerdas *Human Capital Intelligence System* (HCIS) sebagai platform utama dalam manajemen SDM pengawasan Obat dan Makanan, termasuk pemetaan, pengembangan, dan pengelolaan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan. Dengan HCIS, pemetaan kompetensi SDM pengawas dilakukan secara digital dengan data kompetensi dikelola melalui teknologi *big data analytics*, didukung teknologi *artificial intelligence* atau *machine learning*. Sistem ini akan mengintegrasikan data kompetensi dan spesialisasi, pengalaman, dan pelatihan untuk memastikan bahwa setiap SDM pengawas ditempatkan dan ditugaskan sesuai dengan kompetensi dan spesialisasinya. HCIS dikembangkan dengan menggunakan *artificial intelligence* untuk menganalisis kebutuhan

pengembangan kompetensi, serta monitoring dan evaluasi SDM pengawas secara *real-time*, memungkinkan pengelolaan SDM pengawas yang lebih efektif dan efisien. Pemanfaatan *artificial intelligence* dan *big data* untuk proses *people analytics* menjadi ciri utama dalam HCIS. *Artificial intelligence* digunakan untuk menyusun *roadmap* pengembangan kompetensi individu SDM pengawas, memberikan rekomendasi pelatihan yang spesifik sesuai dengan kebutuhan SDM pengawas. Sistem juga secara otomatisasi akan melakukan evaluasi kinerja, mengukur efektivitas pelatihan dan dampaknya terhadap peningkatan kemampuan SDM pengawas. Sistem dilengkapi dengan *dashboard* interaktif untuk analisis kesenjangan kompetensi, memastikan bahwa setiap SDM pengawas mendapatkan pelatihan yang sesuai dengan standar global.

3. Pengembangan Kompetensi Awal dalam Kompetensi Digital dan Kebutuhan Skills Spesifik untuk SDM Pengawasan Obat dan Makanan

Fase pertama dalam *roadmap* ini juga akan difokuskan pada pengembangan kompetensi awal bagi SDM pengawas dalam teknologi digital dan analitik data, memastikan bahwa SDM pengawas memiliki kompetensi yang siap mengadopsi *smart system* pengawasan. Sebagai tahap awal, perlu dilakukan mapping untuk menetapkan SDM pengawas yang akan difokuskan sebagai talenta digital dan diberikan program peningkatan kompetensi untuk mengembangkan konsep *smart system* pengawasan Obat dan Makanan. Di sisi lain, semua SDM pengawas wajib meningkatkan kemampuan dalam literasi digital, termasuk literasi dalam *artificial*

intelligence dan data, memastikan bahwa konsep *smart system* yang dikembangkan dapat diimplementasikan dengan baik. Pengembangan kompetensi dilakukan melalui pendidikan lanjutan dengan program studi terkait dengan kemampuan digital, dan juga pelatihan.

Program pelatihan dimulai dari pelatihan terkait *artificial intelligence* untuk analisis risiko dan prediksi tren, mengoptimalkan peran *artificial intelligence* dalam pengawasan, khususnya dalam analisis tren industri Obat dan Makanan, mendukung identifikasi risiko keamanan Obat dan Makanan yang lebih cepat. Pelatihan juga bertujuan untuk meningkatkan kemampuan dan mengembangkan sistem dalam *artificial intelligence driven risk based evaluation and inspection*, yaitu bagaimana memanfaatkan kecerdasan buatan dalam menentukan prioritas inspeksi dan evaluasi produk Obat dan Makanan.

Pelatihan selanjutnya adalah terkait dengan pengenalan *blockchain* untuk ketertelusuran produk dalam rantai distribusi Obat dan Makanan yang harus dikuasai oleh SDM pengawas. Penggunaan *blockchain* dioptimalkan untuk memastikan keamanan data dan mencegah pemalsuan produk. Selain itu, penguatan kompetensi terkait analitik data dan *big data* dalam pengawasan juga penting bagi SDM pengawas, dapat dioptimalkan untuk mendeteksi pola distribusi produk ilegal dan pelanggaran regulasi. Selain itu, kemampuan SDM pengawas dalam mengelola data juga dapat mendukung kegiatan pengolahan data surveilan keamanan produk dalam rangka antisipasi tren peredaran produk tidak aman berdasarkan pola historis.

Yang terakhir adalah penguatan *soft skills* untuk adaptasi terhadap transformasi digital bagi SDM pengawasan Obat dan Makanan. Penguatan *soft skills* dalam hal ini termasuk kemampuan kepemimpinan digital, memastikan bahwa SDM pengawas mampu memimpin transformasi teknologi dalam pengawasan Obat dan Makanan. Penguatan *soft skills* juga dapat dilakukan melalui program *mentoring* dan *coaching* berbasis *artificial intelligence*, mendukung peningkatan kemampuan SDM pengawas dalam penggunaan teknologi digital.

7.3.2. Fase II, Implementasi Smart System Pengawasan Obat dan Makanan (2031–2035)

Pada fase ini, mulai diimplementasikan penuh *smart system* pengawasan Obat dan Makanan yang telah dikembangkan pada fase sebelumnya. Setelah konsolidasi regulasi dan peningkatan kompetensi awal SDM pengawas dalam teknologi digital pada periode 2025–2030, fokus utama dalam 2031–2035 adalah integrasi teknologi digital dalam seluruh aspek pengawasan Obat dan Makanan, peningkatan kapasitas laboratorium pengujian berbasis teknologi canggih, serta sertifikasi spesialisasi SDM pengawasan Obat dan Makanan. Transformasi pengawasan ini bertujuan untuk mengotomatisasi proses pengawasan berbasis risiko, meningkatkan akurasi deteksi produk berisiko, serta memperkuat peran SDM pengawas dalam mengelola sistem berbasis *artificial intelligence*, *blockchain*, dan *big data analytics*.

1. Integrasi Teknologi Digital dalam Seluruh Proses Pengawasan (Penilaian, Inspeksi, Penindakan, Pengujian, dan Farmakovigilans)

Pada fase ini, diterapkan digitalisasi total dalam seluruh siklus pengawasan, mulai dari registrasi, inspeksi sarana produksi, distribusi, dan pelayanan, sampling, penindakan, pengujian laboratorium, hingga pemantauan efek samping produk (farmakovigilans) dan juga surveilan untuk deteksi dini risiko keamanan Obat dan Makanan. Proses registrasi produk dilakukan dengan didukung *artificial intelligence* dan *big data analytics*, termasuk didalamnya adalah evaluasi pre/uji klinik untuk sediaan farmasi. Selanjutnya adalah proses pemeriksaan melalui kegiatan inspeksi dan sampling produk berbasis *artificial intelligence* dan *internet of things*, yaitu melalui penerapan *risk based monitoring* yang memungkinkan pengawasan difokuskan pada entitas atau produk dengan tingkat risiko tinggi berdasarkan data historis dan analisis prediktif. Selain itu, inspeksi juga dioptimalkan dengan penggunaan drone dan robotika untuk fasilitas produksi besar, mempercepat proses audit dan meningkatkan akurasi inspeksi. Terakhir adalah pemanfaatan *internet of things* untuk pemantauan *real-time* pada sarana produksi maupun distribusi Obat dan Makanan, memastikan standar produksi dan distribusi dipatuhi sepanjang waktu dan seluruh rantai pasok industri sampai produk diterima dan dikonsumsi masyarakat.

Selanjutnya modernisasi laboratorium dengan pengujian digital dan *artificial intelligence*. Pengembangan dan pemanfaatan teknologi dalam *artificial intelligence driven laboratory analytics* memungkinkan analisis sampel Obat dan Makanan lebih cepat dan akurat dengan otomatisasi dalam interpretasi hasil uji.

Pengelolaan data pengujian produk dilakukan melalui pendekatan *data science* dengan mengoptimalkan *big data* pengujian dan terintegrasi dengan *big data* pengawasan Obat dan Makanan. *Blockchain* juga dapat dioptimalkan untuk pencatatan hasil pengujian, menjamin transparansi dan keamanan data laboratorium. Terakhir adalah penggunaan *cloud-based laboratory system* memungkinkan laboratorium di berbagai daerah terhubung secara *real-time* dengan pusat data nasional.

Selain itu, penting juga untuk pengembangan farmakovigilans digital untuk pemantauan efek samping produk, termasuk surveilan untuk deteksi dini risiko keamanan Obat dan Makanan. Penggunaan *artificial intelligence* dalam analisis farmakovigilans dapat mempercepat deteksi pola efek samping Obat dan Makanan melalui analisis *big data*. Pengembangan sistem pelaporan digital berbasis mobile app dan *chatbots* juga perlu dilakukan, memudahkan tenaga kesehatan dan masyarakat dalam melaporkan efek samping secara *real-time*. Terakhir adalah integrasi dengan sistem global WHO Global Surveillance, memungkinkan sistem pengawasan mengakses data keamanan produk secara internasional, mendukung deteksi dini risiko keamanan produk Obat dan Makanan di Indonesia.

2. Peningkatan Kapasitas Laboratorium dengan Metode Analisis Pengujian Berbasis Genomik dan Proteomik
Pada fase ini, laboratorium pengujian Obat dan Makanan tidak hanya ditingkatkan dari sisi kapasitas, tetapi juga dari sisi teknologi dan kemampuan uji, khususnya pada

metode analisa pengujian berbasis genomik dan proteomik. Pengujian berbasis genomik dilakukan untuk mendeteksi keberadaan DNA asing dalam bahan baku Obat dan sediaan Farmasi, mencegah risiko kontaminasi silang. Sementara itu, pemanfaatan bioinformatika dalam analisis data genomik akan mempercepat proses identifikasi bahan aktif dalam Obat baru. Selanjutnya, kemampuan uji berbasis genomik didukung dengan deteksi mutasi dalam bahan Obat menggunakan *next-generation sequencing* (NGS) yang memastikan efektivitas dan keamanan Obat dan Makanan berbasis rekayasa genetika.

Sedangkan metode proteomik dalam pengujian dioptimalkan dalam pengawasan pangan dan kosmetik. Metode proteomik digunakan dalam mendeteksi kontaminasi protein dalam produk pangan untuk memastikan keamanan bagi individu dengan alergi. Sedangkan analisis protein dalam kosmetik digunakan untuk memastikan keamanannya, terutama dalam produk berbasis bioteknologi seperti *stem cell* dan enzim rekombinan. Selain itu, juga dapat dioptimalkan teknologi spektrometri massa untuk analisis mendalam terhadap komponen aktif dalam obat dan suplemen kesehatan.

Terakhir adalah penerapan robotika dan *artificial intelligence* dalam laboratorium untuk mendukung sistem otomatisasi dalam laboratorium pengujian, mengurangi *human error* dalam proses pengujian. Sistem laboratorium digital berbasis *artificial intelligence* akan mendukung bisnis proses pengolahan sampel maupun hasil uji, mempercepat analisis data dan deteksi pola anomali dalam sampel produk. Sedangkan untuk

laboratorium pengujian di daerah, peningkatan kapasitas laboratorium dilakukan dengan teknologi *portable testing devices* dan data terintegrasi dengan *big data* pengujian, memungkinkan pengujian cepat di lapangan.

3. Implementasi Sertifikasi dan Spesialisasi SDM Pengawasan Obat dan Makanan.

Pada fase ini, program sertifikasi kompetensi atas spesialisasi SDM pengawasan Obat dan Makanan konsisten dilaksanakan, memastikan bahwa setiap pekerjaan pengawasan dilakukan oleh SDM pengawas yang memiliki kompetensi spesifik dan *expert* pada pekerjaannya dalam fungsi pengawasan yang sesuai. Sertifikasi SDM pengawas meliputi pekerjaan pada seluruh fungsi pengawasan Obat dan Makanan, dan spesifik pada pekerjaan tertentu pada setiap fungsi pengawasan.

Dalam mendukung program pengembangan spesialisasi SDM pengawas, juga dilakukan peningkatan kualitas dan strategi pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan. Menjadi bagian dalam program ini adalah pelaksanaan magang dan pertukaran *expertise* pengawas di tingkat global, misalnya melalui program pertukaran SDM pengawas dengan regulator global seperti FDA, EMA, dan WHO. Program tersebut bertujuan untuk memastikan SDM pengawasan Obat dan Makanan Indonesia memiliki pengalaman di tingkat global. Di dalam negeri, pengembangan spesialisasi SDM pengawas dilakukan melalui kolaborasi dengan Perguruan Tinggi untuk pelatihan berbasis riset dan data ilmiah, serta pengembangan regulasi. Pengembangan kompetensi SDM pengawas juga dilakukan melalui magang di industri Obat dan Makanan untuk

meningkatkan pemahaman lebih baik mengenai proses produksi dan distribusi produk Obat dan Makanan.

Pengembangan spesialisasi SDM pengawas dengan sertifikasi kompetensi dilakukan dengan integrasi sertifikasi dengan *Human Capital Intelligence System* (HCIS). Setiap SDM pengawas akan memiliki rekam jejak digital terkait sertifikasi kompetensi dan spesialisasi yang dimiliki, memudahkan dalam pemetaan maupun pembinaan karier SDM pengawas. Sistem juga diintegrasikan dengan sistem kinerja SDM pengawas untuk menjaga kompetensi dan spesialisasi SDM pengawas, dikelola dengan *big data* dan *artificial intelligence* untuk memastikan kebutuhan pengawasan dan pemenuhan kebutuhan serta pembinaan karier dapat dilakukan sejalan dan terintegrasi, meningkatkan *engagement* dan retensi SDM pengawasan Obat dan Makanan.

4. Peningkatan Peran dan Kontribusi SDM Pengawasan Obat dan Makanan dalam *Smart System* Pengawasan Obat dan Makanan

Pada fase ini, SDM pengawasan Obat dan Makanan akan berperan sebagai pengelola utama dalam implementasi *smart system* pengawasan Obat dan Makanan, dan terus ditingkatkan. Peran yang pertama adalah sebagai *data scientist* dalam *smart system* pengawasan, khususnya dalam menghasilkan data dengan jaminan kualitas dan integritas data, serta analisis data untuk pengambilan keputusan pengawasan. Analisis data dalam hal ini termasuk analisa tren pengawasan maupun tren pola konsumsi Obat dan Makanan oleh masyarakat, termasuk pola produksi dan distribusi Obat dan Makanan di

Indonesia. Analisis data yang dilakukan akan menghasilkan keluaran laporan analisis preskriptif yang didukung dengan *artificial intelligence* dan *machine learning*.

Peran selanjutnya adalah kontribusi SDM pengawasan Obat dan Makanan dalam pengawasan Internasional, dengan BPOM diharapkan menjadi pusat keunggulan di ASEAN dalam bidang *regulatory science* dengan peran aktif SDM pengawas dalam forum regulasi ASEAN maupun global. Kontribusi SDM pengawas dalam hal ini termasuk dalam kolaborasi terkait dengan sistem global farmakovigilans dan surveilan Obat dan Makanan, mendukung peningkatan kualitas pengawasan lintas negara. Yang terakhir adalah peran SDM pengawas dalam komunikasi, edukasi, dan penyuluhan kepada masyarakat dan pelaku usaha, dilakukan secara luring maupun dengan optimalisasi teknologi digital. Peran dan kontribusi SDM pengawas ini penting untuk meningkatkan literasi masyarakat terkait keamanan Obat dan Makanan melalui *platform* edukasi berbasis *artificial intelligence* dengan metode penyuluhan yang lebih interaktif dan berbasis data. Selain itu, SDM pengawas juga mengembangkan kolaborasi dengan komunitas digital untuk mendeteksi produk ilegal secara *crowdsourcing*, serta membangun ekosistem digital yang mendukung keamanan Obat dan Makanan di ruang siber.

7.3.3. Fase III: SDM Pengawasan Obat dan Makanan Berstandar Global (2036-2040)

Pada fase ini, sistem yang telah terbangun akan menghasilkan SDM pengawasan Obat dan Makanan yang tidak hanya kompeten di tingkat nasional, tetapi juga memiliki

standar global. Setelah fase sebelumnya (2031-2035) berhasil mengintegrasikan teknologi digital dalam seluruh aspek pengawasan, periode 2036-2040 akan difokuskan pada peningkatan kapasitas SDM pengawas sebagai spesialis (*expertise*) dan *global expert* di bidang pengawasan Obat dan Makanan. SDM pengawas dengan standar global penting untuk memantapkan peran Indonesia sebagai pemimpin dalam sistem pengawasan global, memastikan bahwa regulasi, teknologi, dan kompetensi SDM pengawas sejalan dengan regulator internasional seperti FDA (Amerika Serikat), EMA (Eropa), WHO, Codex Alimentarius, dan ASEAN Regulatory Framework. Sejalan dengan itu, pemanfaatan teknologi canggih dalam pengawasan akan semakin dioptimalkan, termasuk *artificial intelligence* berbasis *deep learning*, *internet of things*, *blockchain* tingkat lanjut, serta pengawasan berbasis *quantum computing* untuk mendeteksi risiko lebih cepat dan akurat.

Untuk mendukung peran SDM pengawas dalam era ini, sistem pembelajaran akan berbasis *personalized learning* dengan *artificial intelligence*, memastikan bahwa setiap SDM pengawas mendapatkan pelatihan yang sesuai dengan spesialisasi dan kebutuhan pekerjaan pengawasan.

1. Penguatan Kapasitas SDM pengawasan Obat dan Makanan sebagai Spesialis (*Expertise*) dan *Global Expert* dalam Pengawasan Obat dan Makanan.

SDM pengawasan Obat dan Makanan bertransformasi menjadi tenaga ahli dengan kompetensi global, memungkinkan mereka untuk berkontribusi dalam forum internasional, menyusun kebijakan global, dan melakukan harmonisasi regulasi dengan standar dunia. Dalam pengembangan *global expert*, SDM pengawas di setiap

fungsi setidaknya memiliki *expertise* dan *skills* spesifik yang mendukung pekerjaan pengawasan diluar jabatan spesialisasi sebagai seorang Pengawas Farmasi dan Makanan (PFM), termasuk dalam hal ini *expertise* dan *skills* terkait dengan:

- a. *Regulatory science* dan harmonisasi regulasi global untuk SDM pengawas pada fungsi standardisasi
- b. Farmakovigilans, uji klinik, dan *risk-based assessment* berbasis *artificial intelligence* untuk SDM pengawas pada fungsi penilaian
- c. *Skills* inspeksi berbasis *internet of things, blockchain, robotika, dan drone monitoring*, serta kemampuan vigilans dan surveilan untuk SDM pengawas pada fungsi pemeriksaan.
- d. Pakar dalam *cyber forensics, data analytics* dan investigasi farmasi digital untuk SDM pengawas pada fungsi penindakan.
- e. Pakar nanoteknologi dan pengujian berbasis *quantum computing* untuk SDM pengawas pada fungsi pengujian.
- f. Ahli dalam komunikasi risiko berbasis *behavioral science* dan *artificial intelligence driven public engagement* untuk SDM pengawas pada fungsi penyuluhan

SDM pengawasan Obat dan Makanan dituntut untuk memiliki sertifikasi kompetensi global sebagai *expert* di bidang pengawasan Obat dan Makanan. Sertifikat kompetensi ini dapat diterbitkan oleh lembaga internasional, sekaligus sebagai rekognisi kemampuan pengawasan Obat dan Makanan Indonesia, meningkatkan reputasi Indonesia dalam *regulatory*

science. Selain itu, penguatan kapasitas SDM pengawas sebagai *global expert* juga dilakukan melalui kolaborasi dengan universitas global untuk program doktoral dan *post-doctoral* bagi SDM pengawas. SDM pengawas juga harus mampu mewakili Indonesia dalam *Global Regulatory Harmonization Initiative*, memastikan bahwa kebijakan nasional pengawasan Obat dan Makanan telah selaras dengan tren dan kebijakan global.

2. Pemanfaatan Teknologi Canggih dalam Pengawasan Obat dan Makanan.

Fase ini juga menandai penggunaan teknologi pengawasan berbasis *artificial intelligence* tingkat lanjut dan *quantum computing*, memungkinkan sistem pengawasan Obat dan Makanan mampu mendeteksi risiko dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dan memprediksi tren industri dengan lebih presisi. Pengembangan *artificial intelligence* berbasis *deep learning* dilakukan untuk mendukung analisis prediktif dan preskriptif untuk pengambilan keputusan maupun kebijakan pengawasan. Selain itu juga digunakan untuk deteksi anomali dalam produksi Obat dan Makanan, meningkatkan efektivitas inspeksi dan analisis laboratorium. Teknologi tersebut dikombinasikan dengan *artificial intelligence driven predictive and prescriptive analytics*, memungkinkan sistem pengawasan mengidentifikasi tren konsumsi yang dapat menjadi ancaman kesehatan sebelum terjadi kasus nyata.

Teknologi *quantum computing* digunakan untuk analisis data keamanan produk Obat dan Makanan, memastikan bahwa setiap zat yang digunakan telah dianalisis pada tingkat molekuler sebelum masuk ke pasar. Selain itu,

simulasi berbasis *quantum artificial intelligence* akan dapat memprediksi interaksi bahan aktif dalam obat, mengurangi risiko efek samping yang tidak terdeteksi dalam uji klinis awal. Teknologi canggih lainnya yang terus dikembangkan pada fase ini adalah *internet of things* dan *blockchain 2.0* untuk pemantauan *real-time*. Sebagai contoh, dilakukan pengembangan pengawasan untuk produk *smart packaging* Obat dan Makanan, dengan konsumen dapat berperan lebih dalam pengawasan melalui verifikasi keamanan produk dengan pemindaian *QR code* berbasis *blockchain*. *Blockchain 2.0* juga digunakan untuk transparansi penuh dalam rantai pasok produk Obat dan Makanan, mencegah pemalsuan produk dari tahap produksi hingga distribusi akhir dan dikonsumsi masyarakat.

3. Implementasi Sistem Pembelajaran Berbasis *Personalized Learning* dengan *Artificial Intelligence* untuk SDM Pengawasan Obat dan Makanan, Terintegrasi dengan Pekerjaan.

Pada fase ini, pengembangan kompetensi SDM pengawasan Obat dan Makanan dilakukan dengan model pembelajaran berbasis *artificial intelligence* yang disesuaikan dengan kebutuhan individu (*personalized learning*), memastikan setiap SDM pengawas mendapatkan pelatihan yang relevan dengan pekerjaannya. Sistem *adaptive learning* berbasis *artificial intelligence* dikembangkan dengan kemampuan merekomendasikan pelatihan berdasarkan data pekerjaan SDM pengawas, memastikan bahwa setiap pegawai mendapatkan materi yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Sistem juga dikembangkan dengan

kemampuan analitik data sehingga mendukung pengembangan kurikulum pelatihan yang relevan dengan perkembangan regulasi dan teknologi terkini. Sistem pembelajaran terintegrasi dengan pekerjaan dilakukan melalui implementasi *learning in the flow of work* untuk peningkatan kompetensi berkelanjutan dengan modul pembelajaran langsung terintegrasi dengan tugas harian SDM pengawas, memungkinkan mereka belajar sambil bekerja tanpa harus meninggalkan pekerjaannya. Pembelajaran terintegrasi dilengkapi dengan *artificial intelligence driven mentor system* yang mampu memberikan rekomendasi *real-time* bagi SDM pengawas saat melakukan pekerjaan pengawasan Obat dan Makanan. Selain itu juga dikembangkan program *micro-credentialing* dan sertifikasi berbasis *blockchain*. Program *micro-credentialing* untuk pengembangan spesialisasi berbasis teknologi baru, memastikan SDM pengawas menguasai skills terkini dan terbaru, sedangkan sertifikasi berbasis *blockchain* memungkinkan setiap SDM pengawas memiliki kredensial digital yang diakui global.

7.3.4. Fase IV: Sistem Pengawasan Obat dan Makanan Berkelanjutan (2041-2045)

Fase ini merupakan puncak dari transformasi sistem pengawasan Obat dan Makanan di Indonesia melalui implementasi *smart system* pengawasan dengan sistem pengawasan yang sepenuhnya berbasis digital, bersifat *real-time*, dan selaras dengan regulasi global. Setelah membangun SDM pengawasan Obat dan Makanan yang berstandar global pada Fase III (2036-2040), fokus pada periode ini adalah

memastikan keberlanjutan pengawasan dengan pendekatan *real-time digital monitoring system*, *smart surveillance*, dan *lifelong learning* bagi SDM pengawasan Obat dan Makanan. BPOM sebagai lembaga pengawas Obat dan Makanan pada tahap ini menjadi pusat keunggulan pengawasan Obat dan Makanan di tingkat global, dengan sistem yang tidak hanya mampu mengawasi produk di dalam negeri tetapi juga berkontribusi dalam mitigasi risiko produk yang beredar di pasar internasional.

1. Pengawasan Obat dan Makanan Berbasis *Real-Time Digital Monitoring System*.

Di era 2041-2045, sistem pengawasan Obat dan Makanan akan beralih sepenuhnya ke *real-time digital monitoring system*. Semua data pengawasan akan tersedia secara instan, terintegrasi, dan berbasis *artificial intelligence*. Teknologi *artificial intelligence* dan *big data* sepenuhnya dioptimalkan dalam pengawasan, dengan *artificial intelligence driven monitoring system* secara otomatis akan mendeteksi penyimpangan atau pelanggaran regulasi dalam distribusi dan produksi Obat dan Makanan. *Big data analytics* juga digunakan untuk monitoring tren dan pola konsumsi masyarakat, mendeteksi tren produk Obat dan Makanan berisiko sebelum terjadi insiden kesehatan.

Internet of things dan *blockchain* digunakan dalam pemantauan *real-time* rantai pasok produk Obat dan Makanan. *Internet of things* digunakan dalam pemantauan suhu dan kondisi penyimpanan Obat dan Makanan di sepanjang rantai pasok produk. *Blockchain* 3.0 diterapkan dalam sistem ketertelusuran produk, memungkinkan setiap produk memiliki rekam jejak digital

yang tidak dapat dimanipulasi. Selain itu juga digunakan *automated risk alert system* untuk respons cepat kejadian luar biasa Obat dan Makanan. Sistem peringatan dini berbasis *artificial intelligence* dikembangkan yang akan mengeluarkan notifikasi otomatis saat terdeteksi anomali pada produk atau rantai pasok. Pengambilan keputusan pengawasan juga didukung automasi berbasis *smart system*, mengurangi waktu respons terhadap peredaran produk berisiko atau penanganan dengan lebih cepat atas risiko keamanan Obat dan Makanan.

2. Optimalisasi *Smart Surveillance* untuk Mitigasi Risiko Produk yang Beredar di Pasar Global.

Pada fase ini, pengawasan Obat dan Makanan yang dilakukan tidak hanya berperan dalam pengawasan domestik tetapi juga memimpin dalam sistem surveilan global, bekerja sama dengan regulator internasional untuk memantau peredaran produk Obat dan Makanan secara lintas negara. Kolaborasi global dilakukan dalam implementasi *smart surveillance system*, termasuk integrasi dengan WHO *Global Surveillance Network* untuk berbagi data keamanan Obat dan Makanan secara *real-time*. Selain itu dikembangkan ASEAN *Food and Drug Monitoring Hub*, memastikan adanya sistem mitigasi risiko regional yang selaras dengan regulasi internasional.

Smart Surveillance juga dilakukan melalui analisis prediktif dan preskriptif berbasis *artificial intelligence* untuk mengidentifikasi pola peredaran produk berisiko di pasar global. Dalam peredaran produk Obat dan Makanan dalam ruang siber, diimplementasikan *real-time scanning* terhadap *e-commerce* dan perdagangan digital untuk

mencegah masuknya produk ilegal ke Indonesia dari pasar global.

Terakhir adalah implementasi *smart enforcement system* berbasis *artificial intelligence* untuk penindakan otomatis. Teknologi *artificial intelligence* dan digital forensik digunakan dalam investigasi produk ilegal, bekerja sama dengan *platform* digital dan *marketplace* untuk pemblokiran otomatis produk yang tidak memenuhi regulasi. Selain itu juga dikembangkan teknologi berbasis otomatisasi dalam koordinasi dengan lembaga hukum internasional, mempercepat proses penindakan terhadap pihak-pihak yang memperdagangkan produk berbahaya yang tidak memenuhi syarat kesehatan.

3. Ekosistem SDM Pengawasan Obat dan Makanan yang Terus Berkembang melalui Pendekatan *Lifelong Learning* dan Inovasi Regulasi.

Agar sistem pengawasan terus berkembang, pendekatan *lifelong learning* menjadi budaya utama dalam pembinaan SDM pengawasan Obat dan Makanan. Ini memastikan bahwa SDM pengawas selalu siap menghadapi perubahan regulasi, teknologi, dan tren industri Obat dan Makanan dengan kompetensi dan *expertise* yang relevan. *Personalized artificial intelligence learning system* digunakan dalam pengembangan kompetensi SDM pengawas, mendukung pembelajaran adaptif berbasis *artificial intelligence* yang menyesuaikan kurikulum pelatihan dengan perkembangan teknologi terbaru dan kebutuhan pekerjaan SDM pengawas. Selain itu juga diimplementasikan *automated career path planning* untuk SDM pengawas, memastikan setiap SDM

pengawas mendapatkan jalur karier yang sesuai dengan kompetensi dan spesialisasinya.

Ekosistem SDM pengawas juga didukung dengan inovasi regulasi yang responsif terhadap tren industri, antara lain melalui kebijakan *regulatory sandbox* untuk produk inovatif yang memungkinkan uji coba regulasi bagi produk baru berbasis teknologi. Regulasi selalui diperbarui sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan teknologi baru, termasuk regulasi terkait *biopharmaceuticals*, *foodtech*, dan *precision medicine*. Selain itu, dikembangkan program pengembangan talenta global bagi SDM pengawas dengan BPOM sebagai *center of excellence* bagi SDM pengawas di Asia Pasifik.

4. BPOM sebagai Pusat Keunggulan Pengawasan Obat dan Makanan di Tingkat Global dengan *Smart System* Pengawasan

Sebagai hasil dari transformasi yang dilakukan sejak 2025, BPOM akan menjadi regulator kelas dunia dalam pengawasan Obat dan Makanan, dengan sistem berbasis teknologi yang mampu bersaing dengan regulator terbaik dunia. BPOM sebagai *global reference authority* dalam regulasi Obat dan Makanan dengan pengakuan oleh WHO dan regulator global sebagai pusat keunggulan dalam sistem pengawasan berbasis *artificial intelligence* dan *blockchain*. BPOM juga berperan sebagai Pusat Pengembangan inovasi regulasi global, khususnya dalam pengawasan Obat dan Makanan. *Smart system* pengawasan Obat dan Makanan berkembang menjadi standar bagi negara-negara berkembang, dan diadopsi oleh negara lain. Terakhir adalah partisipasi BPOM dalam *Global Risk Management Task Force*, memberikan

kontribusi dalam mitigasi risiko global terkait keamanan produk Obat dan Makanan.

7.4 Kesimpulan

Penguatan SDM pengawasan Obat dan Makanan merupakan kunci dalam menjamin keamanan, khasiat, dan mutu Obat dan Makanan di Indonesia. Keberhasilan sistem pengawasan Obat dan Makanan di Indonesia sangat bergantung pada kapasitas dan kompetensi SDM pengawas. Dalam menghadapi tantangan global, seperti pesatnya perkembangan teknologi, perubahan regulasi internasional, serta diversifikasi produk Obat dan Makanan, SDM pengawas harus memiliki kemampuan dan kompetensi berbasis teknologi, pemahaman ilmiah yang kuat, serta kecerdasan regulasi (*regulatory intelligence*). Penguatan SDM pengawasan Obat dan Makanan harus dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan, sesuai dengan peta jalan pengembangan SDM menuju 2045, yang mencakup:

1. Konsolidasi dan digitalisasi sistem pengawasan (2025-2030) untuk membangun dasar pengawasan berbasis teknologi;
2. Implementasi *smart system* pengawasan (2031-2035) yang mengintegrasikan *artificial intelligence*, *big data*, dan *blockchain* dalam seluruh proses pengawasan;
3. Pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan berstandar global (2036-2040) untuk memastikan pengawasan dilakukan oleh tenaga ahli dengan kualifikasi dan kompetensi global; dan
4. Mewujudkan sistem pengawasan berkelanjutan (2041-2045) yang berbasis *real-time monitoring* dan *smart surveillance*.

Dengan strategi ini, sistem pengawasan Obat dan Makanan dapat memastikan bahwa setiap produk yang beredar memenuhi standar keamanan, khasiat, dan mutu yang ditetapkan, serta mendukung kesehatan masyarakat dan daya saing industri nasional di pasar global.

Keberhasilan peta jalan pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan menuju 2045 membutuhkan dukungan dari berbagai pemangku kepentingan, termasuk komitmen pemerintah dalam penguatan regulasi dan infrastruktur, kolaborasi dengan industri dan akademisi dalam pengembangan SDM pengawas, serta pemberdayaan masyarakat dalam sistem pengawasan. Dengan dukungan kebijakan yang kuat dan komitmen lintas sektor, BPOM dapat memastikan bahwa program pengembangan SDM pengawasan Obat dan Makanan terus berjalan secara berkelanjutan, mendukung visi Indonesia Emas 2045 sebagai negara dengan sistem pengawasan terbaik di dunia.

PUSTAKA

- Ahsan, M. J. (2024). Cultivating a culture of learning: the role of leadership in fostering lifelong development. *The Learning Organization*.
- Alanazi, F. (2023). Development of smart mobility infrastructure in Saudi Arabia: a benchmarking approach. *Sustainability*, 15(4), 3158. <https://doi.org/doi.org/10.3390/su15043158>
- Allen, M. (2002). What Is a Corporate University, and Why Should an Organization Have One? In M. Allen (Ed.), *The corporate university handbook: Designing, managing, and growing a successful program* (pp. 8–24). Amacom Books.
- Álvarez-Arregui, E., Rodríguez-Martín, A., Prado, S. A., & Arreguit, X. (2017). Inclusive Ecosystem Model for the Management of Knowledge, Training and Innovation: Progress, Difficulties and Challenges. *Aula Abierta*, 46, 97. <https://doi.org/10.17811/rifie.46.2017.97-104>
- Arias López, M. del P., Ong, B. A., Borrat Frigola, X., Fernández, A. L., Hicklent, R. S., Obeles, A. J. T., Rocimo, A. M., & Celi, L. A. (2023). Digital Literacy as a New Determinant of Health: A Scoping Review. *Plos Digital Health*, 2(10), e0000279. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000279>
- Ashruf, S., Plaats, D. van der, Al-Ers, H., Malinowska, A., & Peng, X. (2021). *Professional Practice: A Case Study of Collaborations Between Education and Industry*. <https://doi.org/10.7176/jep/12-6-10>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2020). *Grand Design Human Capital Management Badan Pengawas Obat dan Makanan 2020-2045 (unpublished document)*.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2023a). *Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 197 Tahun 2023 tentang Arsitektur Sistem Pemerintah Berbasis Elektronik di Lingkungan Badan Pengawas Obat dan Makanan*.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2023b). *Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 434 Tahun 2023 tentang Perencanaan Jangka Panjang Pengawasan Obat dan Makanan dalam rangka Mendukung Transformasi Nasional menuju Indonesia Emas 2045*.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2024). *Indonesia Emas 2045, Negara Kesatuan Republik Indonesia yang Bersatu, Berdaulat, Maju, dan Berkelanjutan (Ringkasan Eksekutif)*. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional / Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.

- Baker, D. P. (2005). Medical teamwork and patient safety: the evidence-based relation. *AHRQ Publication*.
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *Bringing Problem-Based Higher Education: Theory and Practice: New Directions for Teaching and Learning*, 8(5-6).
- Bath, V. (2002). Experiential Learning: A Handout for Teacher Educators Mysue: Institute of Education. *Journal of Experiential Learning*.
- Becker, G. S. (1964). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*. University of Chicago Press.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43.
- Bersin, J. (2018a). *A New Paradigm For Corporate Training: Learning In The Flow of Work*. Joshbersin.Com. <https://joshbersin.com/2018/06/a-new-paradigm-for-corporate-training-learning-in-the-flow-of-work/>
- Bersin, J. (2018b). *Learning In The Flow of Work, a new world of learning os finally here*. Deloitte Consulting LLP.
- Bersin, J. (2022). *Learning Technologies and Platforms 2022 and Beyond*.
- Bersin, J., Enderes, K., Ioannidou, S., Mertens, J., & Nangia, N. (2023). *HR Prediction for 2023*. The Josh Bersin Company.
- Betz, U. A. K., Betz, F., Kim, R., Monks, B., & Phillips, F. (2019). Surveying the future of science, technology and business—A 35 year perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 137-147.
- Blindenbacher, R., & Nashat, B. (2010). *The Black Box of Governmental Learning, the Learning Spiral, a concept to organize learning in Governments*. The International Bank of Reconstruction and Development/The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8453-4>
- Botelho, C. (2020). The Influence of Organizational Culture and HRM on Building Innovative Capability. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(7), 1373-1393. <https://doi.org/10.1108/ijppm-05-2019-0228>
- Boudreau, J. W., & Ramstad, P. M. (2005). Talentship and the evolution of human resource management: From professional practices to strategic talent decision science. *Human Resource Planning Journal*, 28(2), 17-26.
- Bruny, K. W. (2007). Corporate universities in government. *The next Generation of Corporate Universities: Innovative Approaches for Developing People and Expanding Organizational Capabilities*, 235-262.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & company.
- Cabinet Office Government of Japan. (2019). *Society 5.0*.

- https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html
- Cahyani, I. (2009). Peran experiential learning dalam meningkatkan motivasi pembelajar BIPA. *Bandung: UPI*.
- Chauhan, S. S., Govindh, P., Singh, R., & Parthasarathi, R. (2023). Data-Centric Framework and Databases for Fortifying Food Safety Risk Assessment. *Acs Food Science & Technology*, 3(6), 999–1005. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.3c00118>
- Chew, Y. W., Rajakrishnan, S., Low, C. A., Jayapalan, P. K., & Sreeramareddy, C. T. (2011). Medical Students’s Choice of Specialty and Factors Determining Their Choice: A Cross-Sectional Questionnaire Survey in Melaka-Manipal Medical College, Malaysia. *Bioscience Trends*, 5(2), 69–76. <https://doi.org/10.5582/bst.2011.v5.2.69>
- Chresomales, P. (2021). *Learning In The Flow Of Work*. Forbes. <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2021/05/28/learning-in-the-flow-of-work/>
- Christensen, C. M., Raynor, M. E., & McDonald, R. (2015). What is disruptive innovation? *Harvard Business Review*. *Harvard Business Review*, 5(5), 2017.
- Chung, T., Tam, I. Y. S., Lam, N. Y. Y., Yang, Y., Liu, B., He, B., Li, W., Xu, J., Yang, Z., & Zhang, L. (2022). Non-targeted detection of food adulteration using an ensemble machine-learning model. *Scientific Reports*, 12(1), 20956.
- Cox, N. (2025). *Valamis | Top Learning and Development Trends for 2025*. <https://www.valamis.com/blog/top-ld-trends-2025-targeted-strategies>
- Crossan, M. M. (1996). *The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*. JSTOR.
- Deloitte. (2019). Learning in The Flow of Work. In *Capital H: Season 1, Episode 3*. Deloitte Development LLC.
- Dewey, J. (1986). Experience and education. *The Educational Forum*, 50(3), 241–252.
- Dilan Boztas, G., Berigel, M., Altinay, Z., Altinay, F., Shadiey, R., & Dagli, G. (2023). Readiness for Inclusion: Analysis of Information Society Indicator With Educational Attainment of People With Disabilities in European Union Countries. *Journal of Chinese Human Resource Management*, 14(3), 47–58. <https://doi.org/10.47297/wspchrmwsp2040-800504.20231403>
- Do, B.-R., Yeh, P.-W., & Madsen, J. (2016). Exploring the Relationship Among Human Resource Flexibility, Organizational Innovation and Adaptability Culture. *Chinese Management Studies*, 10(4), 657–674. <https://doi.org/10.1108/cms-01-2016-0022>

- Dunlop, C. A. (2018). Building organizational political capacity through policy learning: Communicating with citizens on health and safety in the UK. *Policy Capacity and Governance: Assessing Governmental Competences and Capabilities in Theory and Practice*, 265–287. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54675-9_12
- Engelsberger, A., Halvorsen, B., Cavanagh, J., & Bartram, T. (2021). Human Resources Management and Open Innovation: The Role of Open Innovation Mindset. *Asia Pacific Journal of Human Resources*, 60(1), 194–215. <https://doi.org/10.1111/1744-7941.12281>
- Fardiah, D., Darmawan, F., Rinawati, R., Wira Cholifah, Y., & Ibrahim Abdullah, S. (2023). The Impact of Hoax Educational Content on Instagram in Improving People's Digital Literacy Skills. *Kne Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v8i18.14332>
- Fauziah, N. M., & Prasetyo, A. W. (2019). ASN Corporate University: A Concept Training and Education in Disruptive Era. *Civil Service Journal*, 13(2), 51–62.
- Fernando, E., Meyliana, M., Warnars, H. L. H. S., Abdurachman, E., & Surjandy, S. (2021). Blockchain Technology-Based Good Distribution Practice Model of Pharmacy Industry in Indonesia. *Advances in Science Technology and Engineering Systems Journal*. <https://doi.org/10.25046/aj060230>
- Firdaus, A. (2017). The Implementation of Corporate University in Public Sector: Case Study Ministry of Finance of Indonesia. *Institute of Social Studies. The Hague, The Netherland, December*, 54.
- Firmansyah, F. (2023). Implementasi Penyetaraan Jabatan Terhadap Pola Karier Pejabat Fungsional Di Pemerintah Kabupaten Bima. *Journal of Governance and Local Politics (Jglp)*, 5(2), 217–226. <https://doi.org/10.47650/jglp.v5i2.1009>
- Fukuyama, M. (2018). Society 5.0: Aiming for a new human-centered society. *Japan Spotlight*, 27(5), 47–50.
- Fung, F., Wang, H. S., & Menon, S. (2018). Food Safety in the 21st Century. *Biomedical Journal*, 41(2), 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2018.03.003>
- Gang, L., Yin, G., Hui, L., Yanchi, Z., & Yuan, Y. (2022). Research on drug traceability system based on blockchain technology. *China Pharmaceutical Economics*, 2022, 17 (01): 9, 13.
- Garvin, D. A., Edmondson, A. C., & Gino, F. (2008). Is yours a learning organization? *Harvard Business Review*, 86(3), 109.
- Giannakos, M. N., Krogstie, J., & Aalberg, T. (2016). Video-Based Learning Ecosystem to Support Active Learning: Application to an Introductory Computer Science Course. *Smart Learning Environments*, 3(1).

<https://doi.org/10.1186/s40561-016-0036-0>

- Grishin, O. E., Nesterchuk, O. A., Popov, S. I., Tolochko, A. V., & Levashova, O. V. (2021). Smart city technologies in the context of ensuring environmental safety and political stability. *E3S Web of Conferences*, 311, 7004. <https://doi.org/doi.org/10.1051/e3sconf/202131107004>
- Guimarães, P., & Mikulec, B. (2020). Paradox of Utilitarian Recognition of Prior Learning. *European Journal for Research on the Education and Learning of Adults*, 12(1), 109–122. <https://doi.org/10.3384/rela.2000-7426.ojs1479>
- Gupta, R., Srivastava, D., Sahu, M., Tiwari, S., Ambasta, R. K., & Kumar, P. (2021). Artificial Intelligence to deep learning: Machine Intelligence approach for Drug Discovery. *Molecular Diversity*, 25, 1315–1360. <https://doi.org/10.1007/s11030-021-10217-3>
- Hamer, J. (2012). An Ontology of RPL: Improving Non-Traditional Learners' Access to the Recognition of Prior Learning Through a Philosophy of Recognition. *Studies in Continuing Education*, 34(2), 113–127. <https://doi.org/10.1080/0158037x.2011.613376>
- Harun, C. S. C., Hassan, W. Z. W., Yaacob, M., Zahrin, S. N. A., Othman, M. Y., Samian, A. L., & Hasim, N. A. (2024). Industrial Revolution 4.0 Issues: Changes in Community Values and Challenges. *International Journal of Religion*, 5(6), 1043–1051. <https://doi.org/10.61707/adj3fc98>
- Hersista, S. M. (2024). *Artificial Intelligence: Implementation in the Pharmaceutical Industry*.
- Hirschi, A., & Koen, J. (2021). Contemporary career orientations and career self-management: A review and integration. *Journal of Vocational Behavior*, 126, 103505.
- Hmelo-Silver, C. E., & Eberbach, C. (2011). Learning theories and problem-based learning. In *Problem-based learning in clinical education: The next generation* (pp. 3–17). Springer.
- Huang, Xi, Wang, B., & Wu, C. (2022). Realizing smart safety management in the era of safety 4.0: A new method towards sustainable safety. *Sustainability*, 14(21), 13915. <https://doi.org/doi.org/10.3390/su142113915>
- Huang, Xiaoquan, Fan, X., Ying, J., & Chen, S. (2019). Emerging trends and research foci in gastrointestinal microbiome. *Journal of Translational Medicine*, 17, 1–11.
- Hübner, S. (1995). Building a learning organization. *Harvard Business Review*, 75(5), 148.
- Islami, K., & Sopiah, D. (2022). Artificial Intelligence in Human Resources in the Era of Society 5.0. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 06(11), 675–681. <https://doi.org/10.47772/ijriss.2022.61131>

- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1987). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning*. Prentice-Hall, Inc.
- Joshi, R., & Khullar, L. (2024). *Alleviating Quite Quitting Through Employee Value Proposition and the Moderating Role of Internal Communication*. 2(03), 198–205. <https://doi.org/10.47392/irjaem.2024.0031>
- Kang, Z., Zhao, Y., Chen, L., Guo, Y., Mu, Q., & Wang, S. (2022). Advances in machine learning and hyperspectral imaging in the food supply chain. *Food Engineering Reviews*, 14(4), 596–616.
- Khrykov, Y. M., Ptakhina, O. M., Sych, T. V., Dzvinchuk, D. I., & Kormer, M. V. (2022). Trends in the Development of e-Learning for Civil Servants. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*, 2, 126–140.
- Knowles, M. S. (1980). *The Modern Practice of Adult Education: Andragogy Versus Pedagogy*. Cambridge Books.
- Koh, L., Orzes, G., & Jia, F. (2019). The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): Technologies Disruption on Operations and Supply Chain Management. *International Journal of Operations & Production Management*, 39(6/7/8), 817–828. <https://doi.org/10.1108/ijopm-08-2019-788>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277.
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2009). Experiential learning theory: A dynamic, holistic approach to management learning, education and development. *The SAGE Handbook of Management Learning, Education and Development*, 7(2), 42–68.
- Kolluri, S., Lin, J., Liu, R., Zhang, Y., & Zhang, W. (2022). Machine learning and artificial intelligence in pharmaceutical research and development: a review. *The AAPS Journal*, 24, 1–10. <https://doi.org/10.1208/s12248-021-00644-3>
- Krajcik, J., & Blumenfeld, P. (2006). Project-Based Learning. In *In The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 317–333). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833.020>
- Krammer, S. (2022). Human Resource Policies and Firm Innovation: The Moderating Effects of Economic and Institutional Context. *Technovation*, 110, 102366. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102366>
- Kusumaningrum, D. A. D., Fadilla, D., & Zagladi, A. N. (2023). *The Human Resources Work Concept in Indonesia: A Bibliographic Study of Its Challenges in the Society Era 5.0*. 1(5), 118–131. <https://doi.org/10.61292/birev.v1i5.52>
- Lembaga Administrasi Negara. (2018). *Grand Design Jabatan Fungsional* (T. W. W. Utomo (ed.)). Pusat Inovasi Kelembagaan dan Sumber Daya

- Aparatur, Deputi Bidang Inovasi Administrasi Negara, Lembaga Administrasi Negara.
- Lembaga Administrasi Negara. (2023). *Peraturan Lembaga Administrasi Negara Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2023 tentang Sistem Pembelajaran Pengembangan Kompetensi secara Terintegrasi (Corporate University)*.
- Lent, R. W., & Brown, S. D. (2013). Social cognitive model of career self-management: toward a unifying view of adaptive career behavior across the life span. *Journal of Counseling Psychology, 60*(4), 557.
- Liu, Q., & Zhu, H. (2021). *The Importance of Effective Regulatory Control in the Pharmaceutical Industry in China*.
<https://doi.org/10.2991/assehr.k.211209.076>
- Liu, Y., & Xu, X. (2016). Industry 4.0 and Cloud Manufacturing: A Comparative Analysis. *Journal of Manufacturing Science and Engineering, 139*(3).
<https://doi.org/10.1115/1.4034667>
- Lo, Y.-C., Rensi, S. E., Torng, W., & Altman, R. B. (2018). Machine learning in chemoinformatics and drug discovery. *Drug Discovery Today, 23*(8), 1538–1546.
- Lombardozzi, C. (2016). Challenges of learning in the flow of work: Scaffolding self-direction. *International Journal of HRD Practice, Policy, and Research, 1*(2), 27–39. <https://doi.org/10.22324/ijhrdppr.1114>
- Lubis, A. S., & Lubis, A. R. (2024). Proposed Human Resource Competency for Society 5.0. *Mimbar Ilmu, 29*(1), 46–55.
<https://doi.org/10.23887/mi.v29i1.71535>
- Mak, K.-K., & Pichika, M. R. (2019). Artificial intelligence in drug development: present status and future prospects. *Drug Discovery Today, 24*(3), 773–780. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2018.11.014>
- Marr, B. (2025). (18) 7 Critical Education Trends That Will Define Learning In 2025 | LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/7-critical-education-trends-define-learning-2025-bernard-marr-gnuze/>
- Martin, A. D., Sandy, M., Riupassa, D. M. L., Kartolo, E., & Madu, A. (2021). *Trend Training & Development in Indonesia 2021*. HR Excellency & MWS Indonesia.
- Martin, N. M., Poirier, L., Rosenblum, A. J., Reznar, M. M., Gittelsohn, J., & Barnett, D. J. (2022). Enhancing artificial intelligence for twitter-based public discourse on food security during the COVID-19 pandemic. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness, 1–25*.
- Martin, N. M., Sundermeir, S. M., Barnett, D. J., Van Dongen, E. J. I., Rosman, L., Rosenblum, A. J., & Gittelsohn, J. (2023). Digital strategies to improve food

- assistance in disasters: a scoping review. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 17, e40.
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt.
- McKinsey. (2016). *The Future of Work: Reskilling and Upskilling in the Age of Automation*.
- Merriam, S. B., & Bierema, L. L. (2013). *Adult learning: Linking theory and practice*. John Wiley & Sons.
- Milkovich, G., Newman, J., & Gerhart, B. (2011). *Compensation* (Eleventh E). McGraw Hill-Irwin.
- Moon, J. A. (2013). *A handbook of reflective and experiential learning: Theory and practice*. Routledge.
- Moss, L., & Brown, A. (2014). Transformative Learning. *International Journal of Adult Vocational Education and Technology*, 5(1), 57–66. <https://doi.org/10.4018/ijavet.2014010106>
- Mukhtaromin. (2020). Faktor Kunci Sukses Model Pembelajaran 70/20/10 pada Pusklat Anggaran dan Perbendaharaan. *E-Prosiding Seminar Nasional 'Peran Corporate University Dalam Pengembangan Kompetensi SDM Berdaya Saing Global' 14-15 Oktober 2020*, 153–158.
- Nadarajah, A., Shankar, P. R., Jayaraman, S., & Sreeramareddy, C. T. (2022). House Officers' Specialist Career Choices and Motivators for Their Choice—A Sequential Mixed-Methods Study From Malaysia. *BMC Medical Education*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03845-2>
- Naqshbandi, M. M., & Wilkinson, A. (2022). On the Soft Side of Open Innovation: The Role of Human Resource Practices, Organizational Learning Culture and Knowledge Sharing. *R and D Management*, 53(2), 279–297. <https://doi.org/10.1111/radm.12566>
- Noe, R. A. (2017). *Employee Training and Development*. McGraw-Hill Education.
- Noor, J., Suherli, A., & Sutisna, A. J. (2020). The Influence of Employee Competency and Career Management on Career Commitment: Regional Government in Indonesia. *Journal of Asian Finance Economics and Business*, 7(12), 1045–1052. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2020.vol7.no12.1045>
- Nurhayati. (2022). Pembelajaran Terintegrasi di Tempat Kerja – Kesiapan Penerapan Action Learning di BMKG. *Jurnal Widyaiswa Indonesia*, 3(3), 141–150. <https://doi.org/10.56259/jwi.v3i3.148>
- Odulaja, N. B. A., Obiageli Chinwe Nnabugwu, N., Adekunle Abiola Abdul, N., Chioma Ann Udeh, N., & Chibuike Daraojimba, N. (2023). Hr's Role in Organizational Change Within Nigeria's Renewable Energy Sector: A

- Review. *Engineering Science & Technology Journal*, 4(5), 259–284.
<https://doi.org/10.51594/estj.v4i5.615>
- Olaniyan, O. P.-, James, O. O., Udeh, C. A., Daraojimba, R. E., & Ogedengbe, D. E. (2023). Review of Advancing U.S. Innovation Through Collaborative Hr Ecosystems: A Sector-Wide Perspective. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, 4(12), 623–640.
<https://doi.org/10.51594/ijmer.v4i12.675>
- Pambudy, R. (2024). *Keynote Speech, Indonesia Emas 2045: Kolaborasi Menggapai Cita (Presentasi)*.
- Pluut, H., Büttgen, M., & Ullrich, J. (2018). Spousal Influence on Employees' Career Paths in Dual Ladder Systems: A Dyadic Model. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 1–16.
<https://doi.org/10.1080/1359432x.2018.1531849>
- Priadi, A. A., Cahyadi, T., Purba, D., Harini, N., & Zuhri, Z. (2019). *Recognition of Prior Learning for Master Marine With Indonesian Qualifications Framework*.
<https://doi.org/10.2991/icei-19.2019.62>
- Pusat Data dan Informasi. (2024). *Evaluasi Akhir Periode Renstra Pusat Data dan Informasi Obat dan Makanan Tahun 2020–2024*.
- Putri, N. A., & Pratiwi, N. M. I. (2024). Peranan Pengembangan Karier Dalam Meningkatkan Kinerja Karyawan Di PT PLN Nusantara Power Service. *Jurnal Manuhara: Pusat Penelitian Ilmu Manajemen Dan Bisnis*, 2(3), 171–180. <https://doi.org/doi.org/10.61132/manuhara.v2i3.988>
- Putri, S. A. (2022). Administrative Enforcement of Food Safety Regulation in Indonesia: Loopholes and Recommendations. *Law Reform*, 18(2), 282–297. <https://doi.org/10.14710/lr.v18i2.47415>
- Qasrawi, R., Hoteit, M., Tayyem, R., Bookari, K., Al Sabbah, H., Kamel, I., Dashti, S., Allehdan, S., Bawadi, H., & Waly, M. (2023). Machine learning techniques for the identification of risk factors associated with food insecurity among adults in Arab countries during the COVID-19 pandemic. *BMC Public Health*, 23(1), 1805.
- Rademakers, M. F. (2014). *Corporate University, Drivers of the Learning Organization*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203073988>
- Raikar, A. S., Kumar, P., Raikar, G. (Vedant) S., & Somnache, S. N. (2023). Advances and challenges in IoT-based smart drug delivery systems: a comprehensive review. *Applied System Innovation*, 6(4), 62. <https://doi.org/doi.org/10.3390/asi6040062>
- Rangarajan, R., & Rubasree, J. (2024). Up-skilling and Re-skilling: A Strategic Response to Changing Skill Demands. *European Economic Letters (EEL)*, 14(1), 765–774.

- Ransom, E. M., Bhatnagar, A., Patel, J. B., Machado, M.-J., Boyd, S., Reese, N., Lutgring, J. D., Lonsway, D., Anderson, K., Brown, A. C., Elkins, C. A., Rasheed, J. K., & Karlsson, M. (2020). Validation of Aztreonam-Avibactam Susceptibility Testing Using Digitally Dispensed Custom Panels. *Journal of Clinical Microbiology*, *58*(4). <https://doi.org/10.1128/jcm.01944-19>
- Rasid, F. Te. riyudian, Pramono, S. H., & Rizal, M. N. (2022). Peranan Manajemen Pengetahuan Dalam Evaluasi Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik. *Jiko (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, *5*(3), 209–214. <https://doi.org/10.33387/jiko.v5i3.5284>
- Rath, M., & Pattanayak, B. (2019). Technological improvement in modern health care applications using Internet of Things (IoT) and proposal of novel health care approach. *International Journal of Human Rights in Healthcare*, *12*(2), 148–162. <https://doi.org/doi.org/10.1108/ijhrh-01-2018-0007>
- Redecker, C., & Punie, Y. (2013). The future of learning 2025: developing a vision for change. *Future Learning*, *1*(1), 3–17.
- Rizal, F., Verawardina, U., Nadawina, N., Sutadji, E., Kuntadi, I., & Mohd Nawi, M. N. (2023). Optimization of CIPP Evaluation Model as an Escalation of Educational-Industrial Collaboration Program. *39*(6(b)), 106–115. [https://doi.org/10.59953/paperasia.v39i6\(b\).44](https://doi.org/10.59953/paperasia.v39i6(b).44)
- Rouviere, E., & Royer, A. (2017). Public Private Partnerships in Food Industries: A Road to Success? *Food Policy*, *69*, 135–144. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.04.003>
- Roy, R., & Marsafawy, H. El. (2021). Bridging Recognition of Prior Learning (RPL) and Corporate Social Responsibility (CSR): Circular Flow of Interaction Among the University, Industry, and People. *Sustainability*, *13*(8), 4532. <https://doi.org/10.3390/su13084532>
- Sá, M. J., & Serpa, S. (2020). COVID-19 and the Promotion of Digital Competences in Education. *Universal Journal of Educational Research*, *8*(10), 4520–4528. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081020>
- Saidu, Y., Angelis, D. De, Aiolli, S., Gonnelli, S., & Georges, A. M. (2013). A Review of Regulatory Mechanisms Used by the WHO, EU, and US to Facilitate Access to Quality Medicinal Products in Developing Countries With Constrained Regulatory Capacities. *Therapeutic Innovation & Regulatory Science*, *47*(2), 268–276. <https://doi.org/10.1177/2168479012474281>
- Sak, J., & Suchodolska, M. (2021). Artificial intelligence in nutrients science research: a review. *Nutrients*, *13*(2), 322.
- Savin-Baden, M. (2000). *Problem-based learning in higher education: Untold stories: Untold stories*. McGraw-Hill Education (UK).

- Scullion, H., & Collings, D. G. (2019). *Global talent management*. Routledge.
- Senge, P. M. (2014). *The fifth discipline fieldbook: Strategies and tools for building a learning organization*. Crown Currency.
- Shava, H., & Chinyamurindi, W. T. (2021). *The Influence of Career Adaptability on Career Calling and Health of Teachers*.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.93563>
- Skoglof, J. (2022). *A Learning Organisation for the Future (presentation)*.
- Stangrecka, H. B., & Bagieńska, A. (2019). HR Practices for Supporting Interpersonal Trust and Its Consequences for Team Collaboration and Innovation. *Sustainability*, 11(16), 4423. <https://doi.org/10.3390/su11164423>
- Stephens, S. (2022). Recognition of Prior Learning: Implications for Quality Assurance in Higher Education. *Quality Assurance in Education*, 30(4), 495–506. <https://doi.org/10.1108/qae-03-2022-0054>
- Sudewo, P. A. (2022). The Strategies Analysis of Corporate University in the Government Agencies in Indonesia. *Jurnal Wacana Kinerja: Kajian Praktis-Akademis Kinerja Dan Administrasi Pelayanan Publik*, 25(1), 69–94.
- Sudewo, P. A. (2023). Analisis Keadilan dan Kepastian Karier Pejabat Fungsional Melalui Kebijakan Demosi Jabatan. *Jurnal Kebijakan Dan Manajemen PNS*, 17(1), 93–113.
- Sudjana. (2005). *Teknik-teknik Pembelajaran Partisipatif*. Falah.
- Sulistiyani, A. T. (2007). Pengembangan jabatan fungsional di lingkungan pemerintah daerah. *Civil Service Journal*, 1(2 November).
- Suparno, N., Sri Pudjiarti, E., & Joyo Supeno, B. (2023). *Collaborative Synergy: Leveraging Competitive Advantage in University-Industry Innovation*.
<https://doi.org/10.59671/bfsog>
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World*. Penguin Random House.
- Tauber, T., & Wang-Audia, W. (2014). Meet the Modern Learner: Engaging the Overwhelmed, Distracted, and Impatient Employee. *Research Bulletin, The Latest in Enterprise Learning & Talent Management*, November 26, Bersin by Deloitte.
- Thomas, J. (2000). *A Review of Research on Project Based Learning | MyPBLWorks*.
https://my.pblworks.org/resource/document/a_review_of_research_on_n_project_based_learning
- Trivedi, K. K., & Srivastava, K. B. L. (2020). A Framework for Integrating Strategic HR and Knowledge Management for Innovation Performance. *Strategic*

- Hr Review*, 20(1), 11–16. <https://doi.org/10.1108/shr-08-2020-0076>
- Tuomainen, S. (2018). Examination as the Method in the Recognition of Prior Language Learning. *International Journal of Lifelong Education*, 37(6), 676–688. <https://doi.org/10.1080/02601370.2018.1518346>
- Tupper, H., & Ellis, S. (2023). How to Help Your Team Learn in the Flow of Work. *Harvard Business Review*, Februari 15.
- U.S. Food and Drug Administration. (2023). *Using Artificial Intelligence & Machine Learning in the Development of Drug & Biological Products*.
- Uddin, M., Salah, K., Jayaraman, R., Pesic, S., & Ellahham, S. (2021). Blockchain for drug traceability: Architectures and open challenges. *Health Informatics Journal*, 27(2), 14604582211011228.
- Udemy Business. (2025). *2025 Global Skills Insights. 2025 Global Learning & Skills Trends Report: Building the Skills to Keep Pace With Change*. https://business.udemy.com/2025-global-learning-skills-trends-report/thanks/?utm_source=organic-search&utm_medium=google
- Veldsman, D., & Merwe, M. Van Der. (2022). *Promises in Action: The Role of Employer Brand, Employee Value Proposition and Employee Experience in Delivering on Psychological Contract Expectations*. 16(1). <https://doi.org/10.21825/ewopinpractice.87160>
- Vu, H. T. T., Le, N. H., Phan, L. T., & Nguyen, S. T. U. (2023). Effectiveness of Building a Culture of Learning Among Vietnamese Pedagogical University Students. *International Journal of Education and Practice*, 11(3), 439–449. <https://doi.org/10.18488/61.v11i3.3397>
- Wang, K.-Y., Guo, X., & Yang, D. (2022). Research on the Effectiveness of Cyber Security Awareness in ICS Risk Assessment Frameworks. *Electronics*, 11(10), 1659. <https://doi.org/10.3390/electronics11101659>
- Weiss, J. M. (2020). Control System Cyber Security. *Journal of Critical Infrastructure Policy*, 1(2), 111–135. <https://doi.org/10.18278/jcip.1.2.7>
- Wickramaratne, W. P. R. (2021a). Role of Career Oriented Perceived Organizational Support in Determining Subjective Career Success of Supervisory Level Managers in Manufacturing Firms. *Emaj Emerging Markets Journal*, 11(1), 21–28. <https://doi.org/10.5195/emaj.2021.214>
- Wickramaratne, W. P. R. (2021b). Sustainability in Career Development: The Impact of Career Development Culture and Career Support of Senior Management on Career Satisfaction. *Emaj Emerging Markets Journal*, 10(2), 1–9. <https://doi.org/10.5195/emaj.2020.194>
- Widiawati, W., Sarifah, I., & Nurjannah, N. (2023). Perbedaan Pembelajaran Berbasis Proyek Dan Pembelajaran Berbasis Masalah Dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Ditinjau Dari Motivasi

- Berprestasi. *Jurnal Educatio Fkip Unma*, 9(1), 223–230. <https://doi.org/10.31949/educatio.v9i1.4426>
- Wilson, M., & Hiipakka, J. (2019). Learning in the Flow of Work Solutions: Market Primer. *Deloitte Development LLC*.
- Xu, R., Nikouei, S. Y., Nagothu, D., Fitwi, A., & Chen, Y. (2020). Blendsps: A blockchain-enabled decentralized smart public safety system. *Smart Cities*, 3(3), 928–951. <https://doi.org/doi.org/10.3390/smartcities3030047>
- Yan, L., Yin-He, S., Qian, Y., Zhi-Yu, S., Chun-Zi, W., & Zi-Yun, L. (2021). Method of reaching consensus on probability of food safety based on the integration of finite credible data on block chain. *IEEE Access*, 9, 123764–123776.
- Zhou, L., Zhang, C., Liu, F., Qiu, Z., & He, Y. (2019). Application of deep learning in food: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(6), 1793–1811.
- Zhu, C., Chen, R., & Zhu, Y. (2023). Research on Drug Traceability System Based on Blockchain Technology. *Applied and Computational Engineering*, 8, 302–310. <https://doi.org/doi.org/10.54254/2755-2721/8/20230174>

TENTANG PENULIS



Perdhana Ari Sudewo, lahir di Sukoharjo. Pendidikan tingkat dasar hingga menengah dan atas ditempuh di Sukoharjo. Melanjutkan pendidikan program Sarjana (S1) Psikologi di Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang, sedangkan pendidikan program Magister (S2) diselesaikan di Institut Teknologi Bandung (ITB) pada program Magister Administrasi Bisnis. Dari awal kuliah sudah menyukai membaca, dilanjutkan dengan menulis artikel dan juga jurnal ilmiah terkait dengan manajemen Sumber Daya Manusia (SDM), dengan karier pekerjaan saat ini sebagai Pegawai Aparatur Sipil Negara di Badan Pengawas Obat dan Makanan sejak tahun 2009.

SDM PENGAWASAN OBAT DAN MAKANAN 2045

Menyiapkan Talenta Pengawasan Unggul, Digital, dan Global menuju Indonesia Emas

Bagaimana kita bisa memastikan setiap Obat dan Makanan yang beredar aman, bermutu, dan bermanfaat di tengah gelombang inovasi dan disruptsi teknologi?

Buku ini adalah panduan strategis dan reflektif bagi siapa saja yang peduli terhadap masa depan pengawasan Obat dan Makanan di Indonesia. Ditulis dengan pendekatan yang ilmiah sekaligus visioner, SDM Pengawasan Obat dan Makanan 2045 menawarkan kerangka berpikir baru untuk membangun SDM pengawas yang bukan hanya kompeten, tetapi juga digital-native, kolaboratif, terspesialisasi, dan berstandar global.

Dengan menguraikan tantangan pengawasan di era teknologi canggih dan digital, buku ini menunjukkan bahwa investasi terbesar bukan pada teknologi, melainkan pada manusia yang mengelola dan memimpinya. Melalui pendekatan function-based, career-based, dan learning-based, dengan 34 jalur spesialisasi pengawas, strategi pembelajaran berbasis integrasi dengan pekerjaan (*learning in the flow of work*), dan peta jalan pengembangan SDM hingga 2045, buku ini menawarkan pendekatan bagaimana SDM pengawas harus dikelola. Buku ini juga menempatkan SDM sebagai inovator, kolaborator, dan duta regulasi yang mampu menjembatani kebijakan, teknologi, dan kepercayaan publik.

Jika Anda percaya bahwa masa depan kesehatan bangsa tidak bisa ditunggu tapi harus dirancang, buku ini adalah titik awalnya.

ISBN 978-602-4115-178-2 (PDF)



9

786024

151782

BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN
2025

