



PEDOMAN PERSYARATAN KEAMANAN DAN MUTU AIR BAKU DAN AIR MINUM YANG BERASAL DARI AIR HUJAN



**BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN
2025**

**PEDOMAN
PERSYARATAN KEAMANAN DAN
MUTU AIR BAKU DAN AIR MINUM
YANG BERASAL DARI AIR HUJAN**

**BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN
TAHUN 2025**

PEDOMAN PERSYARATAN KEAMANAN DAN MUTU AIR BAKU DAN AIR MINUM YANG BERASAL DARI AIR HUJAN

PENGARAH

dr Taruna Ikrar, M.Pharm., MD., Ph.D

PENANGGUNG JAWAB

Dra. Elin Herlina, Apt, MP.

KOORDINATOR PELAKSANA TEKNIS

Dra. Dwiana Andayani, Apt.

PENYUSUN

Yeni Restiani, S.Si, Apt., MP.

Dyah Setyowati, SF, Apt., MP

Erlina Yuniarti, S.Farm.Apt., M.Si.

Latifah, S.Si, Apt., MKes

Ida Farida, STP, M.K.M.

Utami Hudi Astuti, STP, M.Sc

Annisa Amalia, S.Si.

Tatiana Samantha Putri, S.Si.

Luh Putu Rosalina Purnamasari, S.T.P

Habibah Ring Yang, S.T.Pn

Najib Kamal Badri, S.T.Pn

Priska Prina Febyanti, S.T.P.

Zsahra Raisa Aqila, S.T.P.

Alfan Ramadhan, S.Pd

TIM AHLI

Prof. Dr. Ir. Sugiyono, M.App.Sc

Prof. Dr.-Ing. Ir. Agus Maryono

Prof. Ratih Dewanti Hariyadi, Ph.D

KONTRIBUTOR

Prof. Dr. Nandang Mufti, M.T.

Yonik Meilawati Yustiani

Eka Suharguniyawan

Aloysia Widyastuti, SKM, MSi

Asiah

ISBN

978-602-415-193-5 (Cetak)

978-602-415-194-2 (PDF)

DESKRIPSI BUKU

Edisi/cetakan pertama Tahun 2025

129 hlm : 15,5 cm x 23 cm

PENERBIT

Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia

Jalan Percetakan Negara No. 23
Jakarta Pusat 10560

DIKELUARKAN OLEH

Direktorat Standardisasi Pangan
Olahan

Gedung Rempah, Lt.3

Telepon : (62-21) 42875584

Faksimile : (62-21) 42875780

E-mail : standarpangan@pom.go.id

Copyright © Badan POM RI

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku dalam bentuk elektronik, mekanik, fotokopi, rekaman, atau cara apapun tanpa izin tertulis sebelumnya dari Badan POM RI.

SAMBUTAN



Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya Pedoman Persyaratan Keamanan dan Mutu Air Baku dan Air Minum yang berasal dari Air Hujan. Pedoman ini memberikan acuan teknis dan praktis dalam pengelolaan air hujan yang aman dan bermutu untuk digunakan sebagai air baku dan air minum.

Sebagaimana diketahui air merupakan sumber daya yang penting bagi kehidupan, kesehatan, dan pembangunan berkelanjutan. Namun, tantangan ketersediaan air bersih di Indonesia semakin kompleks. Penurunan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air tanah terjadi akibat eksploitasi berlebihan, pencemaran lingkungan, serta dampak nyata dari perubahan iklim. Hal ini diperparah oleh meningkatnya kebutuhan air bersih seiring pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan aktivitas ekonomi yang pesat.

Indonesia memiliki potensi curah hujan yang tinggi dan merata di berbagai daerah sepanjang tahun, namun potensi ini belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber air alternatif. Air hujan merupakan sumber daya yang dapat diperbarui dan memiliki kualitas awal yang

relatif baik. Pemanfaatan air hujan melalui sistem pemanenan (*rainwater harvesting*) dapat menjadi solusi strategis dalam mengatasi kelangkaan air bersih, khususnya di daerah rawan air atau terpencil.

Pedoman ini diharapkan menjadi acuan teknis yang terstandar dan aplikatif bagi seluruh pemangku kepentingan, guna mendorong pemanfaatan air hujan secara aman, bermutu, dan berkelanjutan.

Saya menyambut baik terbitnya pedoman dan menyampaikan penghargaan serta ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan aktif dalam penyusunan pedoman ini.

Jakarta, Oktober 2025

Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan

A handwritten signature in blue ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized, abstract shape.

TARUNA IKRAR

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Tuhan yang Maha Kuasa yang telah memberikan anugerah sehingga Pedoman Persyaratan Keamanan dan Mutu Air Baku dan Air Minum yang berasal dari Air Hujan dapat diselesaikan. Pedoman ini disusun dengan mengacu pada pedoman internasional seperti WHO dan juga regulasi yang terkait persyaratan keamanan dan mutu air minum yang telah ditetapkan pemerintah.

Selain dalam rangka memberikan acuan teknis dan praktis dalam pengelolaan air hujan yang aman dan bermutu, penyusunan pedoman ini bertujuan juga untuk semakin mendorong pemanfaatan air hujan sebagai salah satu alternatif sumber air baku dan air minum, mendukung peran pemerintah pusat dan daerah dalam pengawasan dan pembinaan sistem pemanenan air hujan, menjamin perlindungan terhadap kesehatan masyarakat serta memfasilitasi peran serta masyarakat, dunia usaha, dan institusi lainnya dalam pengelolaan sumber daya air secara mandiri, efisien, dan berkelanjutan.

Pentingnya pengelolaan air hujan sebagai bagian dari strategi ketahanan air dan kesehatan masyarakat juga

telah ditegaskan dalam berbagai peraturan perundang-undangan. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan menyatakan bahwa setiap orang berhak atas pangan yang aman, bermutu, dan bergizi, termasuk air minum.

Selain sebagai acuan pengolahan air hujan baik dalam skala rumah tangga, skala komunal dan skala industri, Pedoman ini diharapkan juga dapat dimanfaatkan oleh pengawas pangan, penyuluh/fasilitator keamanan pangan dalam melakukan pengawasan, maupun pembinaan pelaku usaha pangan olahan. Kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan pedoman ini serta kepada pihak yang telah memberikan saran dan masukan terhadap pedoman ini.

Jakarta, Oktober 2025

Deputi Bidang Pengawasan Pangan Olahan

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and strokes, positioned above the name ELIN HERLINA.

ELIN HERLINA

GLOSARIUM

Air Baku

Air yang berasal dari sumber air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum.

Air Hujan

Bagian dari air di alam yang berasal dari partikel air di angkasa dan jatuh ke bumi.

Air Minum

Air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Desinfeksi

Proses membunuh kuman atau mikroorganisme berbahaya dalam air agar aman dikonsumsi.

Filtrasi

Proses penyaringan untuk menghilangkan kotoran dari air.

Keamanan Pangan

Kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah Pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan

membahayakan kesehatan manusia serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat sehingga aman untuk dikonsumsi.

Mutu Pangan Nilai yang ditentukan atas dasar kriteria keamanan dan kandungan Gizi Pangan.

Pemanenan Air Hujan (Rainwater Harvesting) Teknik pengumpulan dan penyimpanan air hujan di permukaan atau dalam akuifer bawah tanah sebelum air tersebut hilang sebagai limpasan permukaan.

Titik Kendali Kritis (Titik Kritis) Suatu tahapan dalam proses dimana satu atau beberapa tindakan pengendalian yang penting untuk pengendalian bahaya yang signifikan, diterapkan dalam sistem HACCP.

EXECUTIVE SUMMARY

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan, sehingga setiap orang berhak atas pasokan air yang cukup, aman, dan terjangkau. Akses terhadap air minum yang aman dapat memberikan manfaat bagi kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, perlu upaya untuk menjamin agar air minum tidak menimbulkan risiko kesehatan. Menurut *Guidelines for Drinking-Water Quality* yang diterbitkan WHO pada tahun 2022, air minum yang aman adalah air yang tidak menimbulkan risiko kesehatan yang berarti sepanjang hidup, termasuk bagi kelompok rentan seperti bayi, anak-anak, lansia, serta individu dengan kondisi kesehatan khusus. WHO menyebutkan bahwa air hujan dapat berfungsi sebagai sumber air minum pada kondisi tertentu.

Pentingnya pengelolaan air hujan sebagai bagian dari strategi ketahanan air dan kesehatan masyarakat juga telah ditegaskan dalam berbagai peraturan perundang-undangan. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan menyatakan bahwa setiap orang berhak atas pangan yang aman, bermutu, dan bergizi, termasuk air minum. Hal ini diperkuat dalam Peraturan Pemerintah Nomor 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan, yang menekankan pentingnya pengawasan terhadap air yang digunakan dalam rantai pangan, termasuk air untuk konsumsi langsung.

Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, telah menetapkan parameter keamanan dan mutu air minum yang harus dipenuhi agar aman dikonsumsi. Pada Peraturan Menteri Kesehatan tersebut juga disebutkan bahwa air hujan dapat digunakan sebagai air baku.

Untuk memberikan acuan yang jelas bagi pelaku usaha, pengawas, dan pemangku kepentingan lainnya terhadap penggunaan air baku dan air minum yang berasal dari air hujan, Badan POM melakukan penyusunan Pedoman Persyaratan Keamanan dan Mutu Air Baku dan Air Minum Yang Berasal dari Air Hujan.

RUANG LINGKUP

Pedoman ini memuat pemanfaatan air hujan sebagai air baku dan air minum ditinjau dari aspek sosial, budaya, ekonomi, dan ekologi; kajian regulasi dan penelitian; cara pengolahan air hujan menjadi air baku dan air minum; dan persyaratan keamanan dan mutu air baku dan air minum yang berasal dari air hujan.

PROSES

Pedoman ini telah disusun melalui serangkaian kegiatan diawali dengan pelaksanaan *Focus Group Discussion* (FGD) dilanjutkan pembahasan draf pedoman yang melibatkan tim ahli yaitu Prof. Dr. Sugiyono, M.App.Sc

(IPB), Prof. Dr.-Ing. Ir. Agus Maryono (UGM), dan Prof. Ratih Dewanti Hariyadi, Ph.D (IPB) serta perwakilan dari Kementerian Kesehatan, Kementerian Lingkungan Hidup, Kementerian Perindustrian, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Komunitas Pemanenan Air Hujan (Komunitas Banyu Bening), Perguruan Tinggi (Universitas Negeri Malang dan Universitas Pasundan), asosiasi pelaku usaha, serta unit kerja di Badan POM.

Workshop Rancangan Pedoman Persyaratan Keamanan dan Mutu Air Baku dan Air Minum Yang Berasal dari Air Hujan telah dilaksanakan pada tanggal 7 Oktober 2025 di Badan POM – Jakarta.

PEMANFAATAN PEDOMAN

Pedoman diharapkan bermanfaat untuk:

1. Memberikan acuan teknis dan praktis bagi pelaku usaha dan pemangku kepentingan dalam pengelolaan air hujan yang aman dan bermutu untuk digunakan sebagai air baku dan air minum.
2. Memberikan acuan bagi pelaku usaha dan pemangku kepentingan dalam rangka memenuhi persyaratan keamanan dan mutu air baku dan air minum yang berasal dari air hujan.
3. Memberikan acuan bagi pemangku kepentingan dalam rangka memberikan perlindungan terhadap kesehatan masyarakat melalui penyediaan air baku dan air minum yang berasal dari air hujan yang memenuhi persyaratan.

4. Memberikan panduan dalam memfasilitasi peran serta masyarakat, pelaku usaha, dan pemangku kepentingan lainnya dalam rangka pengelolaan sumber daya air hujan secara mandiri, efisien, dan berkelanjutan.

DAFTAR ISI

SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
GLOSARIUM	vii
EXECUTIVE SUMMARY	ix
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan	4
1.3 Ruang Lingkup	5
BAB II PEMANFAATAN AIR HUJAN SEBAGAI AIR BAKU DAN AIR MINUM DITINJAU DARI ASPEK SOSIAL, BUDAYA, EKONOMI, DAN EKOLOGI	6
2.1 Aspek Sosial	6
2.2 Aspek Budaya	10
2.2.1 Histori Pemanfaatan Air Hujan sebagai Air Baku dan Air Minum di Indonesia.....	11
2.2.2 Histori Pemanfaatan Air Hujan sebagai Air Baku dan Air Minum di Negara Lain	14
2.3 Aspek Ekonomi.....	16
2.4 Aspek Ekologi.....	18

BAB III KAJIAN REGULASI DAN HASIL PENELITIAN	20
3.1 Standar Internasional	20
3.2 Regulasi di Indonesia	26
3.3 Regulasi Berbagai Negara.....	28
3.4 Hasil Penelitian	43
BAB IV CARA PENGOLAHAN AIR HUJAN MENJADI AIR BAKU DAN AIR MINUM.....	47
4.1 Profil Hujan di Indonesia	47
4.2 Cara Pengolahan Air Hujan Menjadi Air Baku.....	50
4.2.1 Area tangkapan (<i>Catchment area</i>)	52
4.2.2 Talang/Saluran air hujan (<i>Guttering channels</i>)	57
4.2.3 Kotak saringan (<i>Filter box</i>).....	57
4.2.4 Sistem pembilas awal (<i>First flush system</i>).....	62
4.2.5 Tangki penyimpanan air (<i>Water storage tank</i>)	62
4.2.6 Keran (<i>Tap</i>)	69
4.2.7 Pipa luapan (<i>Overflow pipe</i>).....	69
4.2.8 Bak pembuangan (<i>Drain sump</i>)	69
4.2.9 Pagar atau penghalang (<i>Fence or barrier</i>)	69
4.2.10 Drainase (<i>Drainage soakaway</i>)	70
4.3 Cara Pengolahan Air Baku menjadi Air Minum....	79
4.3.2 Cara dan Persyaratan Produksi Air Mineral ..	84
4.4 Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik.....	93
4.4.1 Kebersihan Personel.....	94

4.4.2 Perilaku Personel.....	95
4.4.3 Kesehatan Personel	95
4.5 Hal-hal yang Harus Diperhatikan Pada Proses Pengolahan Air Hujan	97
BAB V PERSYARATAN KEAMANAN DAN MUTU AIR BAKU DAN AIR MINUM YANG BERASAL DARI AIR HUJAN	99
5.1 Persyaratan Air Baku yang Berasal dari Air Hujan	101
5.2 Persyaratan Air Minum yang Berasal dari Air Hujan.....	103
BAB VI PENUTUP	114
DAFTAR PUSTAKA.....	117
.....	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diagram alir pengolahan air hujan menjadi air baku dan air minum _____	50
Gambar 2 Sistem umum pemanenan air hujan untuk air minum mengacu rekomendasi WHO _____	52
Gambar 3 Metode pengumpulan air hujan _____	56
Gambar 4 Contoh tangki pengumpulan air hujan di atas permukaan tanah _____	66
Gambar 5 Contoh tangki pengumpulan air hujan di bawah permukaan tanah _____	68
Gambar 6 Contoh gambar sumur resapan dangkal berbentuk bulat dengan menggunakan talang bangunan _____	73
Gambar 7 Contoh gambar sumur resapan dangkal berbentuk bulat dengan menggunakan saluran terbuka _____	73
Gambar 8 Contoh gambar sumur resapan dalam _____	76
Gambar 9 Ilustrasi alat GAMA-RainFilter _____	78
Gambar 10 Diagram alir proses produksi air minum dari air baku yang berasal dari air hujan _____	80
Gambar 11 Diagram alir proses produksi air mineral dari air baku yang berasal dari air hujan _____	85
Gambar 12 Diagram alir proses pencucian kemasan dipakai ulang _____	90

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kompilasi regulasi berbagai negara yang mengizinkan penggunaan air hujan sebagai air minum	41
Tabel 2 Jenis filter dan fungsinya	58
Tabel 3 Perbandingan tangki di atas dan di bawah permukaan tanah	64
Tabel 4 Persyaratan keamanan air baku	102
Tabel 5 Persyaratan mutu air baku	103
Tabel 6 Persyaratan keamanan air minum	105
Tabel 7 Persyaratan mutu air minum	106
Tabel 8 Persyaratan keamanan dan mutu air mineral yang berasal dari air hujan	107
Tabel 9 Persyaratan Kriteria mikrobiologi air mineral yang berasal dari air hujan	109
Tabel 10. Persyaratan keamanan dan mutu air minum pH tinggi	111
Tabel 11 Persyaratan kriteria mikrobiologi untuk air minum pH tinggi yang berasal dari air hujan	113

BAB I

PENDAHULUAN

”Aspek yang diatur dalam pedoman ini mencakup pemanfaatan air hujan sebagai air baku dan air minum ditinjau dari aspek sosial, budaya, ekonomi, dan ekologi; kajian regulasi dan hasil penelitian; cara pengolahan air hujan menjadi air baku dan air minum; dan persyaratan keamanan dan mutu air baku dan air minum yang berasal dari air hujan.”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya yang penting bagi kehidupan, kesehatan, dan pembangunan berkelanjutan. Namun, permasalahan dan tantangan ketersediaan air di Indonesia semakin kompleks. Hal ini disebabkan antara lain degradasi daerah aliran sungai, eksploitasi air tanah yang tidak terkendali, konversi penggunaan lahan, ketersediaan sarana dan prasarana yang belum memadai, perubahan iklim, dan pencemaran lingkungan.

Di beberapa wilayah, penurunan kualitas lingkungan menyebabkan terjadinya kekeringan berkepanjangan, sehingga masyarakat mengalami kesulitan memperoleh air untuk keperluan sehari-hari. Kesulitan memperoleh air tersebut, tidak hanya mengganggu kebutuhan dasar masyarakat, namun juga membatasi ketersediaan air yang dibutuhkan untuk menjaga kualitas dan keamanan pangan di tingkat rumah tangga maupun industri.

Pada saat yang sama, angka kejadian penyakit yang ditularkan melalui air tercemar, seperti diare, kolera, dan infeksi kulit, terus meningkat. Penyakit-penyakit

tersebut dapat dengan mudah menyebar melalui pangan yang diolah dengan higiene dan sanitasi yang tidak layak, dimana salah satu faktor penyebabnya adalah keterbatasan ketersediaan air baku. Hal ini menjadi ancaman nyata terhadap kesehatan masyarakat dan ketahanan air nasional.

Indonesia memiliki potensi curah hujan yang tinggi dan merata di berbagai daerah sepanjang tahun, namun potensi ini belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber air alternatif. Air hujan merupakan sumber daya yang dapat diperbarui dan memiliki kualitas awal yang relatif baik. Pemanfaatan air hujan melalui sistem pemanenan (*rainwater harvesting*) dapat menjadi solusi strategis dalam mengatasi kelangkaan air, khususnya di daerah rawan air atau terpencil.

Berbagai studi dan pengalaman lapangan menunjukkan bahwa air hujan dapat dimanfaatkan sebagai air baku maupun air minum setelah melalui proses pengolahan yang sesuai standar. Di beberapa daerah, praktik pemanenan air hujan telah dilakukan secara tradisional dan terbukti efektif dalam memenuhi kebutuhan air rumah tangga dan komunal. Namun, hingga saat ini belum tersedia acuan nasional yang komprehensif dan terstandarisasi terkait pengelolaan air hujan untuk keperluan konsumsi, termasuk acuan persyaratan keamanan dan mutu air baku dan air minum yang berasal dari air hujan.

Pentingnya pengelolaan air hujan sebagai bagian dari strategi ketahanan air dan kesehatan masyarakat juga telah ditegaskan dalam berbagai peraturan perundang-undangan. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan menyatakan bahwa setiap orang berhak atas pangan yang aman, bermutu, dan bergizi, termasuk air minum. Hal ini diperkuat dalam Peraturan Pemerintah Nomor 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan, yang menekankan pentingnya pengawasan terhadap air yang digunakan dalam rantai pangan, termasuk air untuk konsumsi langsung.

Sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, telah menetapkan parameter keamanan dan mutu air minum yang harus dipenuhi agar aman dikonsumsi. Selain itu, dalam Peraturan Menteri Kesehatan tersebut juga menyebutkan bahwa air hujan dapat digunakan sebagai air baku. Dari perspektif lingkungan, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan menguraikan tata cara pemanfaatan air hujan yang ramah lingkungan dan efisien. Dalam mendukung infrastruktur pengelolaan air hujan, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum mengatur bahwa penyediaan air minum dapat memanfaatkan berbagai sumber,

termasuk air hujan, sepanjang memenuhi persyaratan teknis dan kualitas. Selain itu, Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mengatur persyaratan sumber air baku yang berasal dari air danau dan air sungai, namun persyaratan tersebut belum mencakup sumber air yang berasal dari air hujan.

Berdasarkan berbagai tantangan, potensi, serta kerangka hukum yang telah tersedia, maka perlu disusun Pedoman Persyaratan Air Baku dan Air Minum yang Berasal dari Air Hujan. Pedoman ini diharapkan menjadi acuan teknis yang terstandar dan aplikatif bagi seluruh pemangku kepentingan, guna mendorong pemanfaatan air hujan secara aman, bermutu, dan berkelanjutan.

1.2 Tujuan

1. Memberikan acuan teknis dan praktis bagi pelaku usaha dan pemangku kepentingan dalam pengelolaan air hujan yang aman dan bermutu untuk digunakan sebagai air baku dan air minum;
2. Memberikan acuan bagi pelaku usaha dan pemangku kepentingan dalam rangka memenuhi persyaratan keamanan dan mutu air baku dan air minum yang berasal dari air hujan;
3. Memberikan acuan bagi pemangku kepentingan dalam rangka memberikan perlindungan terhadap kesehatan masyarakat melalui penyediaan air baku

dan air minum yang berasal dari air hujan yang memenuhi persyaratan;

4. Memberikan panduan dalam memfasilitasi peran serta masyarakat, pelaku usaha, dan pemangku kepentingan lainnya dalam rangka pengelolaan sumber daya air hujan secara mandiri, efisien, dan berkelanjutan.

1.3 Ruang Lingkup

Aspek yang diatur dalam pedoman ini mencakup pemanfaatan air hujan sebagai air baku dan air minum ditinjau dari aspek sosial, budaya, ekonomi, dan ekologi; kajian regulasi dan hasil penelitian; cara pengolahan air hujan menjadi air baku dan air minum; dan persyaratan keamanan dan mutu air baku dan air minum yang berasal dari air hujan. Pedoman ini juga mendorong pendekatan berbasis risiko, efisiensi sumber daya, dan keberlanjutan lingkungan.

Pedoman ini dapat diterapkan pada skala individu, rumah tangga, masyarakat komunal, domestik, maupun industri. Secara khusus, pada skala industri, khususnya pelaku usaha pangan olahan, pemanfaatan air hujan memiliki manfaat strategis tidak hanya untuk mendukung keberlanjutan sumber daya air, tetapi juga sangat penting untuk mendukung efisiensi operasional dan pemenuhan standar mutu produksi

BAB II

PEMANFAATAN AIR HUJAN SEBAGAI AIR BAKU DAN AIR MINUM DITINJAU DARI ASPEK SOSIAL, BUDAYA, EKONOMI, DAN EKOLOGI

“Pemanfaatan air hujan sebagai sumber air alternatif tidak hanya membawa manfaat secara lingkungan, tetapi juga memiliki dampak yang signifikan terhadap aspek sosial dan budaya masyarakat. Ketersediaan air baku yang aman melalui pemanenan air hujan dapat meningkatkan kemandirian masyarakat dalam memenuhi kebutuhan air bersih dan mengurangi konflik perebutan air tanah terutama pada saat musim kemarau.”

BAB II

PEMANFAATAN AIR HUJAN SEBAGAI AIR BAKU DAN AIR MINUM DITINJAU DARI ASPEK SOSIAL, BUDAYA, EKONOMI, DAN EKOLOGI

Praktik pemanenan air hujan untuk dimanfaatkan menjadi air baku dan air minum, baik di Indonesia maupun di negara lain, telah terbukti mampu mengatasi keterbatasan air bersih, terutama di daerah dengan curah hujan tinggi. Namun demikian dalam penerapannya tetap memerlukan kajian kelayakan dari aspek teknis, sosial, budaya, ekonomi, dan ekologi agar dapat berlangsung secara berkelanjutan. Berdasarkan hal tersebut, pembahasan dalam bab ini difokuskan pada pemanfaatan air hujan baik sebagai air baku maupun air minum dari keempat aspek tersebut untuk mendorong penerimaan serta penerapannya secara lebih luas di masyarakat.

2.1 Aspek Sosial

Pemanfaatan air hujan sebagai air minum menghadapi berbagai tantangan sosial. Salah satu tantangan utama adalah persepsi masyarakat terhadap keamanan dan mutu air baku dan air minum yang berasal dari air hujan. Banyak masyarakat yang masih meragukan apakah air hujan layak dikonsumsi, meskipun dengan penyaringan

dan pengolahan yang tepat, air hujan dapat memenuhi standar kualitas air minum. Sistem pemanenan air hujan ini berpotensi meningkatkan pemerataan akses air bersih, terutama di wilayah terpencil atau yang sulit dijangkau layanan air perpipaan.

Selain itu, masih rendahnya literasi masyarakat mengenai teknologi penampungan dan pengolahan air hujan juga menjadi hambatan. Edukasi dan penyuluhan dari pemerintah, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), maupun institusi pendidikan sangat diperlukan untuk meningkatkan kesadaran dan penerimaan masyarakat. Dukungan dari tokoh masyarakat, lembaga pendidikan, dan pemerintah daerah sangat penting untuk membangun kepercayaan publik terhadap pemanfaatan air hujan sebagai air baku dan air minum. Partisipasi komunitas juga penting dalam pengelolaan sistem penampungan air hujan secara kolektif, seperti di sekolah, tempat ibadah, atau fasilitas umum lainnya. Semakin banyak komunitas yang mengadopsi sistem ini, maka semakin kuat pula daya dorong sosial untuk menjadikannya sebagai norma baru dalam pemenuhan air minum.

Pemanfaatan air hujan sebagai sumber air alternatif tidak hanya membawa manfaat secara lingkungan, tetapi juga memiliki dampak yang signifikan terhadap aspek sosial dan budaya masyarakat. Ketersediaan air baku yang aman melalui pemanenan air hujan dapat meningkatkan kemandirian masyarakat dalam

memenuhi kebutuhan air bersih dan mengurangi konflik perebutan air tanah terutama pada saat musim kemarau. Secara sosial, praktik ini mendorong kerja sama antarwarga dalam pengelolaan dan distribusi air, memperkuat komunikasi sosial, dan membentuk budaya saling peduli. Selain itu, adanya pendidikan dan penyebaran ilmu mengenai teknik pengelolaan air hujan membuka peluang peningkatan pengetahuan masyarakat, khususnya dalam menjaga keberlanjutan sumber daya air lokal. Dengan demikian, pemanenan air hujan menjadi praktik yang menyatukan nilai-nilai sosial, budaya, dan keberlanjutan lingkungan.

Memanen air hujan memiliki dampak positif pada aspek sosial, terutama dalam meningkatkan kesadaran akan pentingnya konservasi air dan mengurangi potensi konflik sosial terkait air. Gerakan memanen air hujan yang telah banyak dilakukan di wilayah Indonesia dapat memperkuat solidaritas masyarakat melalui kegiatan gotong royong dalam membangun dan memelihara sistem pemanenan air hujan.

Berikut adalah beberapa aspek sosial dari memanen air hujan:

1. Peningkatan kesadaran lingkungan

Memanen air hujan menumbuhkan kesadaran akan pentingnya menjaga ketersediaan air dan mengurangi ketergantungan pada sumber air tanah. Masyarakat lebih memahami hubungan antara tindakan mereka

dengan kondisi lingkungan, seperti dampak kekeringan dan banjir.

2. Penguatan solidaritas sosial

Kegiatan pemanenan air hujan seringkali melibatkan kerja sama antarwarga, baik dalam pembangunan sistem maupun pemeliharannya. Hal ini dapat mempererat hubungan sosial dan memupuk rasa kebersamaan dalam mengatasi masalah.

3. Pengurangan potensi konflik

Di daerah yang rentan kekeringan, perebutan sumber air dapat memicu konflik antarwarga. Dengan memanen air hujan, kebutuhan air dapat terpenuhi secara lebih merata, sehingga mengurangi potensi konflik. Sistem pemanenan air hujan yang dikelola bersama juga dapat menjadi sarana untuk membangun kepercayaan dan kerja sama antar kelompok masyarakat.

4. Pemberdayaan masyarakat

Memanen air hujan dapat menjadi kegiatan pemberdayaan masyarakat, terutama di daerah yang sulit mendapatkan akses air. Masyarakat dapat belajar keterampilan baru dalam membangun dan memelihara sistem pemanenan air hujan, serta mengelola sumber daya air secara mandiri.

5. Perubahan perilaku

Gerakan pemanenan air hujan dapat mendorong perubahan perilaku masyarakat dalam penggunaan air, yaitu lebih hemat dan bijaksana. Kesadaran akan pentingnya konservasi air akan terbawa dalam

aktivitas sehari-hari, tidak hanya saat memanen air hujan.

Dengan demikian, memanen air hujan memiliki potensi besar untuk memberikan dampak positif pada aspek sosial masyarakat, terutama dalam hal peningkatan kesadaran lingkungan, penguatan solidaritas sosial, pengurangan potensi konflik, pemberdayaan masyarakat, dan perubahan perilaku.

2.2 Aspek Budaya

Di beberapa daerah di Indonesia, menampung air hujan sudah menjadi bagian dari kebiasaan turun-temurun, terutama untuk keperluan rumah tangga. Namun, di wilayah lain, penggunaan air hujan sering dianggap kurang higienis karena minimnya pemahaman mengenai proses pengolahan air. Integrasi teknologi modern dengan kearifan lokal dapat membantu mengubah persepsi tersebut. Pendekatan budaya yang tepat juga dapat mendorong perubahan perilaku masyarakat agar lebih terbuka terhadap pemanfaatan air hujan sebagai sumber air baku dan air minum.

Dari aspek budaya, sebagian masyarakat memiliki pandangan dan kebiasaan yang berbeda terkait pengelolaan air hujan. Dalam beberapa budaya lokal, air hujan mungkin dianggap suci dan hanya digunakan untuk keperluan spiritual, bukan untuk konsumsi. Sebaliknya, ada juga yang menganggap air hujan tidak

layak diminum karena langsung berasal dari langit tanpa melalui tanah atau sumber mata air. Berikut ini histori pemanfaatan air hujan sebagai air baku dan air minum, baik di Indonesia maupun di negara lain.

2.2.1 Histori Pemanfaatan Air Hujan sebagai Air Baku dan Air Minum di Indonesia

Budaya konsumsi air dalam masyarakat Indonesia umumnya masih sangat bergantung pada air tanah, sumur, atau air kemasan. Perubahan pola konsumsi ini tidak mudah dilakukan tanpa pendekatan yang memperhatikan nilai-nilai budaya yang ada. Oleh karena itu, pendekatan sosialisasi pemanfaatan air hujan sebaiknya mengintegrasikan nilai-nilai lokal, kearifan tradisional, serta melibatkan tokoh adat atau agama.

Selain itu, integrasi sistem penampungan air hujan ke dalam desain arsitektur rumah tradisional bisa menjadi bentuk pelestarian budaya sekaligus inovasi. Di beberapa daerah seperti Bali dan Yogyakarta, penggunaan genteng dan talang air tradisional bisa disesuaikan dengan sistem penampungan modern, sehingga tidak menghilangkan nilai estetika budaya.

Program pemanfaatan air hujan telah dijalankan secara lokal di berbagai daerah di Indonesia diantaranya di Jawa Barat (Bogor, Bandung, Majalengka), Jawa Timur (Malang), Yogyakarta (Kabupaten Gunung Kidul dan Sleman), Kalimantan (Banjarmasin), Sumatera (Muara

Tungkal), Maluku (Ternate), Bali, Nusa Tenggara Timur, Papua (Fakfak) dan lain-lain.

Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta

Sejak tahun 1980-an, Pemerintah Indonesia sudah banyak membangun Penampungan Air Hujan sederhana di daerah Gunung Kidul, kurang lebih jumlahnya 11.000 tangki Penampungan Air Hujan, untuk mengatasi kekurangan air bersih. Hasilnya cukup positif, baik dari sisi penerimaan masyarakat, penghematan biaya air, hingga peningkatan ketahanan air di musim kemarau.

Kabupaten Sleman, Yogyakarta

Di Kabupaten Sleman, Yogyakarta, terdapat sebuah komunitas bernama Banyu Bening yang bergerak di bidang pemanfaatan air hujan. Komunitas ini telah mengembangkan Sistem Pemanfaatan Air Hujan. Air hujan yang dikumpulkan dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai cadangan air minum, terutama pada musim kemarau, meskipun air sumur juga masih sering digunakan.

Komunitas Banyu Bening memiliki Sekolah Air Hujan Banyu Bening yang mengajarkan cara pemanfaatan air hujan menggunakan alat GAMA-RainFilter. Selain itu, Komunitas Banyu Bening memiliki kegiatan rutin yaitu “Kenduri Air Hujan” yang merupakan kegiatan sosialisasi pemanfaatan air hujan dikemas seni tari yang dilaksanakan setiap tanggal 9 September dan dihadiri oleh peserta dari seluruh Indonesia. Secara berkala,

kegiatan pembelajaran pemanfaatan air hujan tersebut telah diikuti oleh beberapa perguruan tinggi.

Malang, Jawa Timur

Di Malang, Universitas Negeri Malang (UM) sudah memanfaatkan dan mengolah air hujan menjadi air minum. Air dihasilkan dari sistem pengolahan air bersih dengan menampung air hujan, kemudian menyaringnya menggunakan teknologi filtrasi berlapis agar aman untuk dikonsumsi. Air minum masih terbatas dikonsumsi di lingkungan kampus.

Bandung, Jawa Barat

Pemerintah Kota Bandung aktif mengembangkan program instalasi drum pori yang digunakan untuk memanen air hujan. Teknologi sederhana ini membantu menekan banjir dan menjaga cadangan air tanah. Upaya ini tidak hanya dilakukan Pemerintah, tetapi juga melibatkan partisipasi warga agar manfaatnya semakin luas.

Dalam Peraturan Wali Kota Bandung Nomor 1023 Tahun 2016 tentang Bangunan Gedung Hijau diatur persyaratan bangunan gedung hijau. Salah satu persyaratan bangunan gedung hijau adalah perencanaan sumber air yaitu penggunaan air hujan (*rainwater harvesting*) untuk mengurangi limpasan air hujan yang menuju sistem drainase kota. Salah satu gedung yang sudah menerapkan pemanenan air hujan ini adalah Gedung Perpustakaan Digital Kota Bandung. Namun, air hujan

yang dipanen tersebut masih digunakan untuk konsumsi air sekunder (*urinoir*, kloset).

Majalengka, Jawa Barat

Di beberapa desa, terutama yang rawan kekeringan, warga membuat bak atau tandon untuk menampung air hujan yang kemudian digunakan untuk kebutuhan rumah tangga. Ada program kolaborasi antara kelompok tani dan pemerintah setempat untuk memanfaatkan air hujan untuk irigasi lahan di musim kemarau.

2.2.2 Histori Pemanfaatan Air Hujan sebagai Air Baku dan Air Minum di Negara Lain

Beberapa negara telah memanfaatkan air hujan sebagai air baku dan air minum, baik secara terbatas maupun lebih luas. Berikut disampaikan praktik pemanfaatan air hujan tersebut di beberapa negara.

Singapura

Singapura merupakan salah satu negara yang mengintegrasikan pemanfaatan berbagai sumber daya air untuk keperluan penyediaan air secara nasional, termasuk diantaranya pemanfaatan air hujan, melalui proyek NEWater Plant. NEWater telah memenuhi *the World Health Organization (WHO) Guidelines for Drinking-water Quality* dan *United States Environmental Protection Agency (USEPA) drinking water standards*. Campuran air termasuk air hujan kemudian diolah lebih lanjut di

instalasi pengolahan air sebelum didistribusikan ke rumah tangga sebagai *tap water*.

Jepang

Penggunaan air hujan juga ditemukan di Tokyo. Pada tingkat masyarakat, fasilitas pemanfaatan air hujan sederhana dan unik, "Rojison", telah didirikan oleh penduduk di distrik Mukojima, Tokyo untuk memanfaatkan air hujan yang dikumpulkan dari atap rumah-rumah pribadi untuk penyiraman kebun, pemadam kebakaran dan air minum dalam keadaan darurat (Haryoto Indriatmoko dan Nugro Raharjo, 2015).

Thailand

Thailand terletak di sabuk tropis dunia yang memiliki curah hujan melimpah, dengan musim hujan yang berkisar dari bulan Mei hingga Oktober. Rakyat pedesaan di Thailand menggunakan tangki guci untuk menampung air hujan sejak tahun 1980-an. Pembangunan guci *ferrocement* dengan kapasitas beragam untuk penyimpanan air hujan di Thailand telah menunjukkan potensinya untuk memenuhi pasokan air bersih pedesaan. Wadah tersebut mampu menyimpan air hujan cukup untuk sebuah rumah tangga selama musim kering yang berlangsung hingga enam bulan (Haryoto Indriatmoko dan Nugro Raharjo, 2015).

China

Wilayah Provinsi Gansu (China Tengah) memiliki hujan tahunan antara bulan Juli dan September, dengan rata-

rata curah hujan sekitar 300 milimeter per tahun. Secara tradisional, masyarakat Provinsi Gansu tergantung pada air hujan sebagai sumber utama pasokan air. Setiap keluarga diberikan unit atap dari bahan tanah liat sebagai area tangkapan, tangki air dan terpal plastik untuk pengumpulan limpasan air hujan pada satu area. Air hujan yang tertampung dapat digunakan untuk menyiram sayuran di lahan pertanian. Cara ini sederhana, efektif, dan murah, sehingga telah membantu ribuan keluarga memperoleh air dalam jumlah cukup dan hasil tanaman yang baik (Haryoto Indriatmoko dan Nugro Raharjo, 2015).

2.3 Aspek Ekonomi

Dari segi ekonomi, pemanfaatan air hujan menawarkan berbagai solusi atas permasalahan, diantaranya menjadi alternatif atas keterbatasan sumber daya air, menghemat pengeluaran rumah tangga, serta diperhitungkan kelayakannya untuk digunakan sebagai air baku dan air minum.

Penggunaan air hujan sebagai sumber air domestik bisa menjadi alternatif yang layak untuk mengatasi keterbatasan sumber daya air. Hal ini dibuktikan dengan studi yang dilakukan di Desa Plosobuden, Kecamatan Deket, Kabupaten Lamongan. Daerah ini mengandalkan sumber air hujan sebagai penyedia utama air bersih. Pada musim kemarau, Masyarakat sering menghadapi kelangkaan air bersih yang salah satunya diakibatkan

oleh turunnya pasokan air tanah, sedangkan pada musim penghujan, air hujan yang tinggi melimpas di permukaan tanpa pemanfaatan yang optimal. Berdasarkan analisis curah hujan tahunan, kapasitas tangkapan air hujan di wilayah ini cukup besar, dengan potensi hingga 85 m³ per rumah tangga per tahun. Implementasi teknologi pengumpulan air hujan, seperti penggunaan tangki penampungan dan sistem filtrasi, dinilai dapat meningkatkan akses air bersih secara signifikan dan berkelanjutan. Pengembangan program pemanenan air hujan perlu melibatkan edukasi masyarakat, perencanaan infrastruktur yang memadai, dan dukungan kebijakan lokal untuk memastikan keberlanjutan penerapannya, sehingga dapat meningkatkan ketahanan air bersih dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya air tanah yang terbatas. (Eko Sutrisno dan Jazilah, 2024).

Pemanenan air hujan juga telah mendapat perhatian publik yang meningkat dalam beberapa tahun terakhir sebagai strategi penghematan air alternatif. Pemanenan air hujan secara signifikan mengurangi penggunaan air minum. Penghematan di tingkat rumah tangga mengubah permintaan air jangka panjang dan menyediakan pasokan air rumah tangga lebih terjangkau serta menghemat dana masyarakat dalam mengelola air yang berkelanjutan. Hasil perhitungan nilai ekonomi pemanfaatan air hujan oleh rumah tangga pada wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Wae Batu Merah di Kecamatan Sirimau Kota Ambon menunjukkan

penghematan biaya pembayaran air di rumah tangga secara signifikan (Fahri Khaw, 2023).

2.4 Aspek Ekologi

Pemanfaatan air hujan sebagai air baku dan air minum juga berdampak positif dari aspek ekologi. diantaranya adalah:

a. Mengurangi limpasan permukaan yang sering mengakibatkan banjir, erosi tanah, dan pencemaran perairan.

Air hujan yang ditampung akan mengurangi volume limpasan permukaan yang sering mengakibatkan banjir, erosi tanah, dan pencemaran perairan, Sistem seperti rawa hujan, danau buatan, sumur resapan akan memperlambat aliran air, membantu menjaga kualitas air dan mengurangi tekanan pada sistem drainase.

b. Mendukung pengisian kembali (*recharge*) air tanah

Dengan menampung air hujan dan memungkinkan peresapan, sistem ini membantu mengisi kembali akuifer yang tertekan oleh ekstraksi air berlebih. Di Semarang, sistem semacam ini memungkinkan penggunaan air hujan yang mengurangi pemompaan sumur dangkal, sekaligus mencegah fenomena penurunan tanah (*subsidence*).

c. Mengurangi ketergantungan pada air tanah dan sumber air lain

Dengan menyediakan alternatif untuk kebutuhan domestik atau irigasi, pemanenan air hujan dapat

mengurangi tekanan terhadap penggunaan air tanah atau air permukaan, sehingga membantu menjaga keberlanjutan pasokan air alam.

d. Menurunkan konsumsi energi dan emisi karbon

Menggunakan air hujan berarti mengurangi kebutuhan energi untuk proses pengolahan dan distribusi air oleh sistem umum, serta mengurangi emisi dari transportasi air.

e. Mendukung kesehatan tanah dan pertumbuhan tanaman

Air hujan bebas klorin dan berbagai bahan kimia dari air ledeng, sehingga lebih optimal dalam menjaga pH tanah, kesehatan mikrobioma tanah, dan kondisi akar tanaman. Pendekatan ini sangat relevan dalam pertanian organik, dimana air murni diperlukan untuk menjaga kualitas hasil panen dan kesuburan tanah.

f. Meningkatkan keanekaragaman hayati

Habitat lembab yang tercipta dari sistem pemanenan air hujan dapat menarik beragam organisme seperti burung, serangga, dan mamalia kecil—mendukung keanekaragaman ekosistem lokal.

g. Adaptasi terhadap perubahan iklim

Dengan iklim yang semakin tak menentu, pemanenan air hujan menyediakan sumber air alternatif ketika musim kering tiba, sekaligus memperlancar dispersal air saat hujan deras.

BAB III

KAJIAN REGULASI DAN HASIL PENELITIAN

“Di Indonesia, pemanfaatan air hujan sebagai air baku untuk air minum sudah banyak diterapkan, selama air baku dan air minumnya memenuhi standar keamanan dan mutu sesuai peraturan perundang-undangan.”

BAB III

KAJIAN REGULASI DAN HASIL PENELITIAN

3.1 Standar Internasional

1. *Guidelines for Drinking-Water Quality* WHO

Air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan, sehingga setiap orang berhak atas pasokan yang cukup, aman, dan terjangkau. Akses terhadap air minum yang aman dapat memberikan manfaat bagi kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, perlu upaya untuk menjamin agar air minum tidak menimbulkan risiko kesehatan. Menurut *Guidelines for Drinking-Water Quality* yang diterbitkan WHO pada tahun 2022, air minum yang aman adalah air yang tidak menimbulkan risiko kesehatan yang berarti sepanjang hidup, termasuk bagi kelompok rentan seperti bayi, anak-anak, lansia, serta individu dengan kondisi kesehatan khusus.

Menurut WHO, penyediaan air minum yang aman harus menggunakan pendekatan berbasis risiko dengan pengendalian yang dilakukan mulai dari area tangkapan air (*catchment*) hingga ke konsumen. Pendekatan berbasis risiko menekankan bahwa potensi bahaya dapat muncul di setiap tahap penyediaan air minum, mulai dari sumber hingga siap konsumsi. Oleh karena itu, upaya pengendalian harus dilakukan secara berlapis dan

bersifat preventif, bukan hanya mengandalkan pemeriksaan kualitas di akhir proses. Dengan demikian, risiko terhadap kesehatan masyarakat dapat diminimalkan sedini mungkin.

Perubahan iklim seperti kekeringan dan banjir, serta pertumbuhan penduduk, merupakan faktor yang dapat memengaruhi kualitas maupun kuantitas air minum. Kondisi ini menimbulkan tantangan dalam pemenuhan kebutuhan air yang aman dan berkelanjutan. Sebagai salah satu upaya mengatasi tantangan tersebut, mulai dipertimbangkan pemanfaatan air hujan sebagai sumber ketersediaan air minum.

Dalam pedoman ini, WHO menyebutkan bahwa air hujan dapat berfungsi sebagai sumber air minum pada kondisi tertentu, serta dimanfaatkan untuk pencampuran (*blending*) dengan sumber air lain guna menurunkan kadar parameter kimia tertentu yang dapat menyebabkan masalah kesehatan, seperti arsen dan fluorida. Pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*) telah lama dipraktikkan pada level rumah tangga dan saat ini mulai dikembangkan pada skala komunitas. Namun demikian, menjaga keamanan air hujan di tingkat rumah tangga sering menjadi tantangan karena keterbatasan fasilitas dan kebiasaan pengelolaan air hujan yang kurang memperhatikan aspek keamanan. Air hujan yang ditampung tanpa prosedur yang benar berpotensi terkontaminasi sejak dari atap hingga ke

tempat penyimpanan. Kontaminasi dapat terjadi melalui kotoran yang terbawa angin, daun, kotoran hewan, serangga, polusi udara, maupun bahan atap dan tangki yang tidak sesuai standar.

Untuk menjawab tantangan tersebut, WHO memperkenalkan *Water Safety Plan* (WSP) sebagai rencana pengelolaan guna menjamin keamanan air minum secara menyeluruh. WSP mengadopsi prinsip *multiple-barrier* dan *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP) dengan tujuan mengidentifikasi dan memprioritaskan bahaya, memantau efektivitas pengendalian, serta menyiapkan prosedur darurat apabila terjadi kegagalan sistem atau kondisi tak terduga seperti kekeringan, hujan lebat, maupun banjir. Prinsip WSP bahkan dapat disesuaikan pada skala rumah tangga agar kualitas air hujan tetap terjaga.

Selain itu, pedoman WHO menekankan bahwa kualitas air minum harus dilihat secara komprehensif, mencakup aspek mikrobiologi, kimia, radiologi, dan penerimaan konsumen. Dari sisi mikrobiologi, air tidak boleh mengandung organisme penyebab penyakit karena risiko kesehatan umumnya muncul dari kontaminasi bakteri, virus, protozoa, atau organisme lain. Dari sisi kimia, kekhawatiran kesehatan lebih banyak terkait paparan jangka panjang. Hanya sedikit bahan kimia yang menimbulkan dampak akut dari satu kali paparan, biasanya disertai perubahan rasa, bau, atau warna yang

membuat air tidak layak diminum. Oleh karena itu, penanganan terbaik dapat dilakukan dengan mengendalikan sumber pencemaran.

WHO menetapkan nilai pedoman (*guideline values*) untuk berbagai parameter kimia, seperti arsen, fluorida, nitrat, maupun logam berat, dengan tujuan memastikan konsentrasi zat tersebut tidak menimbulkan risiko kesehatan sepanjang hidup. Dari sisi radiologi, risiko dari radionuklida alami dalam air minum biasanya kecil, sehingga WHO menggunakan pendekatan skrining melalui pengukuran aktivitas alfa dan beta total. Jika nilai skrining terlampaui, perlu dilakukan investigasi lebih lanjut untuk menentukan radionuklida penyebab dan risiko yang mungkin timbul. Sementara itu, dari sisi penerimaan konsumen, air sebaiknya bebas dari rasa, bau, dan penampakan yang tidak enak. Meski faktor ini tidak selalu berhubungan langsung dengan kesehatan, perubahan pada rasa, bau, atau kejernihan dapat menjadi indikator adanya masalah pada sumber atau proses pengolahan, sekaligus memengaruhi penerimaan masyarakat terhadap air minum.

Lebih lanjut, WHO memberikan rekomendasi untuk meminimalkan risiko kontaminasi air hujan yang dapat diterapkan pada skala rumah tangga sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi potensi bahaya, misal kotoran, daun, serangga, atau bahan tangki yang tidak aman;

- b. Melakukan pembersihan rutin permukaan atap dan talang;
- c. Memasang saringan kawat atau filter pada saluran masuk (*downpipe*) dan dibersihkan secara berkala;
- d. Menggunakan bahan atap dan tangki yang aman untuk kontak air minum dan tidak melarutkan zat berbahaya;
- e. Menghindari penggunaan atap dengan lapisan bitumen, cat berbasis timbal, atau material yang berpotensi melepaskan logam berat; dan
- f. Memberikan edukasi kepada anggota keluarga terkait cara menjaga keamanan air hujan, seperti mendidihkan air sebelum diminum.

2. Guidelines for The Safe Use and Reuse of Water in Food Production and Processing (CXG 100-2023)

Air memegang peran penting dalam seluruh rantai produksi pangan, mulai dari pertanian hingga pengolahan di dapur atau pabrik. Air hujan (*rainwater*) bisa menjadi sumber air alternatif yang ramah lingkungan, namun juga berpotensi membawa mikroba atau partikel asing jika tidak dikumpulkan dan disimpan dengan benar. Oleh karena itu, penting memastikan air hujan yang digunakan *fit-for-purpose*, yaitu aman dan sesuai dengan tujuan penggunaannya.

Dalam pedoman ini, air dinilai dari sisi risiko kontaminasinya, sehingga langkah pengendalian yang tepat dapat diterapkan untuk menjaga keamanan

produk. Air dari sumur dalam yang terlindungi jauh lebih aman dibandingkan air sungai atau air hujan yang belum diolah. Beberapa pendekatan berbasis risiko untuk memastikan keamanan pemanfaatan air hujan:

- 1) Potensi bahaya mikrobiologis seperti bakteri, virus, atau parasit;
- 2) Asal air dan bagaimana air disalurkan atau disimpan, misalnya dari atap yang bersih atau talang yang terkontaminasi;
- 3) Bagian tanaman yang bersentuhan dengan air hujan, apakah daun, buah, atau akar;
- 4) Metode pengolahan atau perlakuan air hujan, seperti filtrasi sederhana atau disinfeksi ringan; serta
- 5) Cara konsumen mengkonsumsi produk, apakah mentah atau dimasak.

Tingkat risiko penggunaan air hujan pada produk segar bervariasi, tergantung pada kontakannya dengan bagian tanaman yang dapat dikonsumsi serta cara produk tersebut dikonsumsi. Air hujan yang dikumpulkan secara higienis dikategorikan sebagai sumber air dengan tingkat risiko menengah (*medium risk*). Demikian juga, apabila air hujan bersentuhan langsung dengan bagian tanaman yang dapat dimakan, terutama pada bagian yang dikonsumsi mentah tanpa melalui pemanasan, dikategorikan juga sebagai tingkat risiko menengah. Apabila produk dimasak sebelum dikonsumsi, produk termasuk risiko rendah (*low risk*) karena proses

pemanasan dapat membunuh mikroorganisme yang terdapat pada air hujan.

3.2 Regulasi di Indonesia

Di Indonesia, pemanfaatan air hujan sebagai air baku untuk air minum sudah banyak diterapkan, selama air baku dan air minumnya memenuhi standar keamanan dan mutu sesuai peraturan perundang-undangan. Berikut regulasi yang menjadi rujukan:

1. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum mengatur bahwa penyediaan air minum dapat memanfaatkan berbagai sumber, termasuk air hujan, sepanjang memenuhi persyaratan teknis dan kualitas. Peraturan ini membahas air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku. Pengertian air baku adalah air yang berasal dari sumber air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum. Air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
2. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang

Kesehatan Lingkungan, menguraikan persyaratan air minum dan persyaratan air untuk keperluan higiene dan sanitasi. Air hujan dapat digunakan sebagai sumber air minum selama memenuhi standar baku mutu air minum. Air minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Pada peraturan ini juga diatur persyaratan air untuk keperluan higiene dan sanitasi serta air minum. Parameter yang diuji diantaranya parameter mikrobiologi, fisik, dan kimia. Untuk parameter mikrobiologi meliputi *Escherichia coli* dan total koliform. Parameter fisik meliputi suhu, *total dissolved solid*, kekeruhan, warna dan bau. Parameter kimia meliputi pH, nitrat, nitrit, kromium valensi 6, besi, dan mangan terlarut. Untuk air minum terdapat tambahan parameter kimia terlarut meliputi sisa klor, arsen, kadmium, timbal, fluoride, dan aluminium.

3. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan. Peraturan ini merupakan bagian dari upaya konservasi air dan lingkungan yang mengatur tentang pemanfaatan air hujan sebagai salah satu sumber air alternatif yang efektif, efisien, dan ramah lingkungan serta tata cara pemanfaatan air hujan. Sistem pengumpulan air hujan dilakukan melalui sistem penampungan seperti atap, saluran

pengumpul, bak atau sumur resapan, serta instalasi pengolahan.

3.3 Regulasi Berbagai Negara

1. Amerika Serikat

Banyak negara bagian di Amerika Serikat, seperti Colorado, Virginia, Arkansas, Washington, Nevada, Utah, dan Oregon, telah mengatur pemanfaatan air hujan (*rainwater harvesting*) untuk berbagai keperluan *non-potable*, misalnya keperluan irigasi atau *flushing* toilet. Namun, berdasarkan data dari U.S. Environmental Protection Agency (EPA) REUSE Explorer, hingga saat ini hanya Texas dan California yang telah secara resmi mengizinkan penggunaan air hujan yang telah diolah untuk keperluan *potable*, atau layak konsumsi.

California mengatur pemanfaatan air hujan *potable* melalui *California Plumbing Code*, sedangkan Texas mengaturnya melalui panduan dan peraturan *Texas Commission on Environmental Quality* (TCEQ). Kedua negara bagian ini mensyaratkan bahwa air hujan yang digunakan untuk konsumsi manusia harus memenuhi standar kualitas air minum yang berlaku, termasuk ketentuan dalam *Safe Drinking Water Act* (SDWA).

Selain pemerintah negara bagian, terdapat pula organisasi profesional seperti *American Rainwater*

Catchment Systems Association (ARCSA) yang sejak 1994 mendorong praktik pemanenan air hujan berkelanjutan, baik untuk kebutuhan *potable* maupun *non-potable*. ARCSA berperan dalam advokasi regulasi, penyusunan standar teknis, pelatihan, dan sertifikasi profesional di bidang rainwater harvesting.

Di sisi lain, *National Sanitation Foundation* (NSF) menetapkan standar keamanan komponen sistem penampungan air hujan. Melalui program *Rainwater Catchment System Components* (NSF P151 Protocol), NSF menetapkan standar pengujian untuk material seperti atap, cat, pelapis, talang air, hingga komponen wadah penampung agar tidak melepaskan kontaminan melebihi batas yang ditetapkan U.S. EPA.

1) **Safe Drinking Water Act (SDWA) U.S. Environmental Protection Agency (EPA)**

Air minum di Amerika Serikat dilindungi oleh *Safe Drinking Water Act* (SDWA), yaitu undang-undang federal yang berlaku sejak 1974. Aturan ini mencakup sumber air permukaan maupun air tanah yang digunakan, atau berpotensi digunakan, sebagai air minum (42 U.S.C. § 300f et seq.). Melalui peraturan turunannya (40 C.F.R. § 141), SDWA mewajibkan seluruh sistem penyediaan air minum publik untuk memenuhi standar mutu yang ditetapkan.

Pelaksanaan SDWA berada di bawah kewenangan U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Lembaga ini menetapkan standar minimum, menetapkan metode pengujian, serta mengawasi kepatuhan penyedia air. Negara bagian dapat melaksanakan pengaturan secara mandiri apabila disetujui EPA, dengan syarat standar yang diterapkan tidak boleh lebih longgar dari ketentuan nasional. Dalam praktiknya, EPA bersama otoritas negara bagian dan otoritas dari suku asli (*tribal governments*) melakukan pemantauan rutin, inspeksi, hingga penegakan hukum apabila terjadi pelanggaran. EPA telah menetapkan batas maksimum untuk lebih dari 90 jenis kontaminan dalam air minum. Setiap nilai batas ditentukan pada tingkat yang aman bagi kesehatan sekaligus realistis untuk dicapai dengan teknologi pengolahan air yang tersedia.

SDWA menekankan bahwa air minum harus aman secara mikrobiologi, kimia, termasuk parameter radiologi, hingga parameter estetikanya. Dari sisi mikrobiologi, air tidak boleh mengandung *E. coli* ataupun organisme patogen lain. Dari sisi kimia, konsentrasi zat berbahaya seperti arsen, timbal, nitrat, pestisida, hingga senyawa organik maupun anorganik dibatasi agar tidak melebihi ambang batas kesehatan. Selain itu, kandungan radionuklida alami seperti radium dan uranium

harus dijaga serendah mungkin. Sementara dari sisi estetika, faktor kejernihan, rasa, dan bau tetap diperhatikan karena berpengaruh pada penerimaan masyarakat, meski tidak selalu terkait langsung dengan kesehatan.

2) California

California mengatur penggunaan air hujan untuk keperluan air minum (*potable water*) dan peruntukan lain melalui *California Plumbing Code*, (Cal. Code Regs. tit. 24, § 5). Peraturan ini menetapkan bahwa sistem penampungan air hujan untuk air minum harus memenuhi standar kualitas air minum, termasuk ketentuan *Safe Drinking Water Act* (SDWA), dan tidak boleh tersambung langsung ke sistem air minum publik atau privat. Hal ini untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang. Selain itu, Kualitas air hujan untuk keperluan air minum dievaluasi saat sistem pertama kali digunakan oleh *Authority Having Jurisdiction* (AHJ), yaitu pejabat berwenang di tingkat federal, negara bagian, dan lokal.

Aturan juga membatasi sumber air hujan yang boleh ditampung. Air hujan tidak boleh diambil dari permukaan parkir, aliran permukaan, genangan, atau area lain yang berpotensi tinggi membawa kontaminan. Sistem penampungan juga harus dirancang menggunakan permukaan

keras dan kedap air, terlindung dari serangga, burung, hewan pengerat, dan gangguan manusia. Selain itu, apabila menggunakan tangki yang memiliki diameter di atas 12 inci, maka wajib diberi penutup atau pengaman lainnya untuk mencegah masuknya hewan atau dibuka secara mudah. Lapisan atap, cat, dan pelapis harus memenuhi standar NSF Protocol P151. Kebersihan area penampungan turut menjadi perhatian, misalnya dengan memastikan dahan pohon dan vegetasi di atasnya selalu terjaga.

3) Texas

Di Texas, sistem penyediaan air minum umum (*Public Water Systems* atau PWS) diperbolehkan untuk mengumpulkan dan mengolah air hujan, kemudian mendistribusikannya sebagai air layak minum. Dasar hukumnya terdapat pada *Title 30 of the Texas Administrative Code, Chapter 290* (30 TAC 290). *Subchapter D* mengatur mengenai desain, operasi, dan pemeliharaan fasilitas PWS, sementara *Subchapter F* menetapkan standar kualitas air minum serta kewajiban pemantauan dan pelaporan bagi PWS.

Texas Commission on Environmental Quality (TCEQ) mengklasifikasikan air hujan sebagai sumber air permukaan. Dengan demikian, sistem publik yang menggunakan air hujan wajib

memenuhi persyaratan yang sama dengan sistem air minum umum berbasis air permukaan lainnya. Pemantauan yang dilakukan meliputi pengukuran harian terhadap turbiditas, pH, suhu, residual disinfektan, serta *log inactivation*. Uji coliform dilakukan setiap bulan, sedangkan parameter kimia anorganik, organik, logam berat, *volatile organic compounds* (VOC), dan *synthetic organic compounds* (SOC) dipantau sesuai jadwal pada *Subchapter F*. Semua hasil pemantauan wajib dilaporkan dalam *Surface Water Monthly Operating Report* (SWMOR).

Parameter mutu yang ditetapkan TCEQ mencakup aspek bakteriologis, fisik-kimia, hingga korosi. Dari sisi bakteriologis, air harus bebas total coliform. Dari sisi fisik-kimia, kualitas air dievaluasi berdasarkan turbiditas, pH, *total organic carbon* (TOC), potensi terbentuknya *disinfection by-products* (DBPs), serta kandungan logam berat seperti arsenik, timbal, dan merkuri. Selain itu, karena air hujan tergolong sangat lunak, sistem publik wajib menerapkan program pengendalian korosi (*corrosion control program*) untuk mencegah terlarutnya timbal dan tembaga.

Untuk pemakaian rumah tangga individu, TCEQ tidak memberlakukan persyaratan minimum pengolahan air hujan, tetapi menyediakan panduan teknis agar air tetap aman digunakan.

Air hujan yang telah diolah dapat digunakan untuk memasak dan minum, mencuci peralatan makan, mandi, maupun kegiatan lain yang berpotensi membuat air tertelan atau bersentuhan dengan kulit.

TCEQ memberikan panduan pengolahan air hujan untuk kebutuhan rumah tangga, yang meliputi:

Pre-treatment

Menggunakan *first-flush diverter*, *roof washer*, atau metode pra-filtrasi lain yang sesuai untuk membuang aliran awal yang berpotensi mengandung kotoran.

Treatment

- Metode 1: Filtrasi menggunakan filter berstandar ANSI/NSF Standard 53, dilanjutkan dengan desinfeksi menggunakan klorin berstandar ANSI/NSF Standard 60 atau unit UV Kelas A berstandar ANSI/NSF Standard 55.
- Metode 2: Filtrasi menggunakan filter sedimen 3–5 mikron berstandar ANSI/NSF Standard 61, dilanjutkan dengan desinfeksi menggunakan unit UV Kelas A berstandar ANSI/NSF Standard 55.

2. Australia

Australian Drinking Water Guidelines (ADWG) versi 4.0 tahun 2025, yang diterbitkan oleh National Health and Medical Research Council (NHMRC) Australia, adalah pedoman yang mengatur standar nasional kualitas air minum. Pedoman ini menetapkan nilai ambang batas terhadap berbagai jenis kontaminan, baik mikrobiologis, kimiawi, fisik, maupun radiologis untuk air yang bersumber dari suplai publik maupun sumber alternatif seperti air hujan. Air hujan yang ditampung dari atap biasanya berisiko rendah, tetapi tidak bebas dari patogen. Wabah bakteri *Salmonella spp.* dan *Campylobacter spp.* telah dilaporkan dari air hujan yang ditampung dari atap di Australia dan di beberapa tempat lain. Parameter fisik meliputi warna, kekeruhan, kesadahan, total padatan terlarut (TDS), pH, suhu, rasa dan bau, oksigen terlarut. Parameter kimia seperti bahan kimia anorganik dalam air minum meliputi logam dan metaloid, yang biasanya terdapat sebagai garam terlarut, terutama karbonat, klorida, dan sulfat, yang terikat pada material tersuspensi seperti koloid dan partikel lempung, atau sebagai kompleks dengan senyawa organik alami. Air hujan dapat dimanfaatkan sebagai air minum apabila dikelola secara tepat dan memenuhi persyaratan yang berlaku.

Pedoman teknis terkait pengelolaan air hujan dalam tangki rumah tangga dijelaskan lebih lanjut oleh

Komite Kesehatan Lingkungan (enHealth) Australia. Dokumen ini berisi panduan mengenai cara pengumpulan dan penggunaan air hujan dengan aman. Tangki air hujan secara historis telah digunakan sebagai sarana penting untuk memasok air minum di banyak wilayah pedesaan dan terpencil di Australia. Penggunaan tangki air hujan telah menjadi strategi utama untuk meningkatkan konservasi air, mengurangi beban pembatasan air, dan mengatasi dampak kekeringan dan perubahan iklim yang semakin drastis. Tangki air hujan kini menyediakan berbagai macam kegunaan, termasuk untuk air minum.

Sistem air hujan, terutama yang disimpan dalam tangki di atas tanah, umumnya menyediakan pasokan air yang aman. Sumber utama kontaminasi adalah burung, hewan kecil, dan puing-puing yang terkumpul di atap. Dampak dari sumber-sumber ini dapat diminimalkan dengan beberapa langkah sederhana: talang air harus dibersihkan secara teratur; cabang-cabang yang menjorok harus dijaga seminimal mungkin, karena dapat menjadi sumber puing dan dapat meningkatkan akses burung dan hewan kecil ke area resapan atap; dan pipa saluran masuk ke tangki harus dilengkapi saringan daun. Direkomendasikan terdapat sistem *first flush*, yang membuang aliran awal air hujan (20–25 L) untuk membersihkan atap dan tidak masuk ke tangki penampungan. Jika sistem *first flush* tidak tersedia, dapat menggunakan pipa

pembuangan yang dapat dilepas untuk memberikan hasil yang sama. Kualitas air dari tangki air hujan dapat dikendalikan melalui perancangan sistem yang baik, pemeliharaan rutin, dan pemantauan kualitas air secara berkala. Selama sistemnya dirawat dengan baik, air hujan umumnya dapat menyediakan pasokan air minum yang aman.

3. **Maladewa**

Rainwater harvesting di Maladewa sudah lama dikenal masyarakat sebagai praktik tradisional dan dinilai sebagai pilihan yang layak secara teknis, mudah dioperasikan, terjangkau, serta ramah lingkungan. Sistem ini juga mampu menyediakan pasokan air saat terjadi bencana atau keadaan darurat. Pemerintah memberikan dukungan berupa subsidi dan penyediaan tangki penyimpanan berkapasitas 2.500 liter (umumnya tangki HDPE).

Meskipun belum ada standar nasional untuk pemanenan air hujan, pemerintah bersama WHO telah menyusun pedoman teknis untuk penggunaan air hujan di tingkat rumah tangga, yang mencakup pengumpulan, penyimpanan, pemeliharaan, dan upaya menjaga kualitas air.

Pedoman pemanenan air hujan di Maladewa menekankan tiga komponen utama, yaitu area tangkapan (atap), sistem pengaliran, dan

penyimpanan. Untuk penggunaan *non-potable*, semua bahan atap dapat dipakai, sedangkan untuk air minum direkomendasikan bahan logam, tanah liat, atau semen, dan dilarang menggunakan asbes atau timbal. Talang harus memiliki kemiringan dan ukuran sesuai standar, terbuat dari baja galvanis atau aluminium, dan pipa PVC dengan sudut maksimal 45° serta kemiringan cukup agar aliran lancar.

Tangki penyimpanan air hujan dirancang agar benar-benar aman dan higienis. Kapasitasnya harus memadai, tahan lama, kedap air, serta tertutup rapat supaya tidak menjadi sarang nyamuk atau tempat tumbuh lumut. Bahan yang biasa digunakan antara lain beton, baja, ferro-semen, atau *fiberglass* yang sesuai dengan standar air minum. Sebelum masuk ke tangki, air hujan sebaiknya melewati saringan daun dan *first flush diverter* untuk membuang aliran awal yang kotor, sedangkan untuk kebutuhan irigasi cukup menggunakan filter sederhana seperti pasir atau saringan kasar. Dari tangki, air dapat dialirkan dengan bantuan pompa maupun hanya mengandalkan gravitasi. Pengambilan air idealnya dilakukan sekitar 30 cm di bawah permukaan agar kualitas tetap terjaga. Jika ingin digunakan sebagai air minum, perlu ada tahap pemurnian tambahan, misalnya melalui filtrasi halus, sinar ultraviolet (UV), atau dengan cara sederhana seperti perebusan.

Di Maladewa, kualitas air hujan yang digunakan untuk kebutuhan rumah tangga maupun air minum disesuaikan dengan pedoman WHO mengenai kualitas air minum. Pemerintah menetapkan bahwa standar mutu air hujan untuk konsumsi harus mengikuti standar yang sama dengan sistem penyediaan air minum publik. Parameter mutu yang dipantau terbagi menjadi tiga kelompok. Pertama, parameter fisik, meliputi warna, rasa, bau, turbiditas, konduktivitas, dan pH. Kedua, parameter kimia, yang mencakup residu klorin, klorida, nitrat, amonia, serta sejumlah logam seperti timbal, besi, seng, tembaga, dan aluminium, juga termasuk hidrogen sulfida. Ketiga, parameter bakteriologis, yaitu E. coli dan total koliform, yang berfungsi sebagai indikator utama keamanan mikrobiologis.

Untuk menjaga kualitas, tangki penyimpanan perlu dibersihkan dan didesinfeksi minimal sekali setahun, terutama setelah awal musim hujan, dengan memeriksa pH dan menetralkan jika terlalu asam. Metode desinfeksi yang dianjurkan meliputi klorinasi, perebusan, UV, atau *Solar Disinfection of Water* (SODIS), disertai uji koliform bila diperlukan. Dalam kondisi darurat, air hujan harus disiapkan minimal untuk 2–3 hari kebutuhan dasar, disimpan dalam wadah tertutup, bersih, serta ditempatkan di lokasi sejuk dan gelap.

4. Jepang

Jepang menghadapi tantangan ketersediaan air bersih akibat pertumbuhan populasi, perkembangan industri, dan urbanisasi yang pesat. Hujan deras sering menyebabkan banjir perkotaan, meluapnya sungai kecil hingga menimbulkan risiko keselamatan. Untuk mengatasi hal ini, banyak komunitas dan bisnis di Jepang mulai menerapkan *rainwater harvesting* sebagai solusi berkelanjutan, dengan tujuan mengurangi ketergantungan pada sumber air minum, melestarikan sumber daya air, dan meningkatkan keamanan pasokan air.

Pemerintah Jepang mendorong pemanfaatan air hujan melalui *Act to Advance the Utilization of Rainwater* (2014), bahwa setiap bangunan baru milik pemerintah pusat atau badan publik diwajibkan untuk memasang sistem pemanenan air hujan. Tujuannya adalah untuk mengumpulkan dan memanfaatkan air hujan untuk berbagai keperluan. Pemanfaatan diarahkan terutama untuk kebutuhan *non-potable*, seperti menyiram toilet, irigasi, dan sistem pemadam kebakaran, serta untuk mengendalikan aliran limpasan ke saluran pembuangan atau sungai agar mencegah banjir lokal. Secara teknis, air hujan dapat digunakan sebagai air baku darurat untuk memasak atau minum, asalkan menerapkan sistem pemurnian seperti penyaringan, perebusan, dan desinfeksi yang tepat.

Tabel 1 Kompilasi regulasi berbagai negara yang mengizinkan penggunaan air hujan sebagai air minum

Organisasi/ Negara	Tujuan Penggunaan	Persyaratan Keamanan dan Mutu	Batasan Penggunaan
WHO	<i>Potable</i>	Mikrobiologi, kimia, radiologi, dan penerimaan konsumen (rasa, bau, dan penampakan (kejernihan/warna)).	Air hujan hanya boleh digunakan sebagai air minum (<i>potable water</i>) selama dikelola dengan benar sesuai pendekatan berbasis risiko dan <i>Water Safety Plan</i> (WSP).
Indonesia	<i>Potable water</i> jika memenuhi standar	Fisik, kimia, dan mikrobiologi	Penyedia air minum, rumah tangga (harus memenuhi persyaratan mutu air baku)
Amerika	<i>Potable water</i> : terbatas	Mengikuti SDWA	Tidak boleh ambil dari

Organisasi/ Negara	Tujuan Penggunaan	Persyaratan Keamanan dan Mutu	Batasan Penggunaan
Serikat (California & Texas)	di negara bagian TX & CA. <i>Non-potable water</i> di negara bagian lain		parkiran; proteksi terhadap hewan & kontaminan
Australia	<i>Potable</i> jika dikelola dengan baik	Mikrobiologis, kimia, fisik, radiologis.	Rumah tangga dan publik, jika memenuhi ADWG
Maladewa	<i>Potable</i>	Disaring, <i>first flush</i> , UV, klorin, SODIS.	Air minum darurat, irigasi, penyimpanan bencana
Jepang	<i>Non-potable</i> , <i>Potable</i> jika darurat	Sesuai sistem pemurnian (filter, perebusan, desinfeksi)	Toilet, irigasi, pemadam kebakaran; minum darurat dengan purifikasi

3.4 Hasil Penelitian

1. Sistem Pemanenan Air Hujan Bertenaga Surya untuk Pemanfaatan Air Minum di Malaysia

Malaysia memiliki curah hujan tinggi sepanjang tahun, namun beberapa wilayah masih mengalami gangguan pasokan air bersih akibat kekeringan, urbanisasi, dan perubahan iklim. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemanenan air hujan yang mandiri dan aman diminum.

Sistem pemanenan air hujan bertenaga surya mempertahankan alur konvensional, yaitu air dialirkan dari atap melalui talang menuju tangki aman untuk konsumsi. Limpasan awal dibuang agar kotoran tidak masuk dan disediakan sensor untuk memastikan tangki selalu pada kapasitas yang sesuai. Air kemudian melalui filtrasi bertahap, termasuk *sediment filter* untuk partikel besar dan *activated carbon filter* untuk bau serta kontaminan kimia, sebelum akhirnya disterilkan menggunakan *UV sterilizer* agar memenuhi standar air minum (*potable water*). Kombinasi ini menghasilkan air yang aman untuk dikonsumsi dan berbeda dengan RWH tradisional yang biasanya hanya untuk *non-potable*.

Solar panel digunakan untuk menyalakan pompa, filtrasi, dan *UV sterilizer*, dengan baterai cadangan agar sistem tetap berjalan saat malam atau cuaca mendung. Distribusi air dilakukan secara terencana melalui *zoning*

dan pengawasan *real-time*, sehingga dapat dialokasikan secara merata.

2. Potensi Pemanfaatan Air Hujan Sebagai Air Minum

Air hujan merupakan salah satu sumber daya air yang bersih dan dapat diperbarui. Namun, pemanfaatannya sebagai air minum menghadapi tantangan terkait penentuan kualitas dan aspek keamanan. Beberapa parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi menjadi penentu utama dalam menilai kelayakan air hujan untuk dikonsumsi.

Secara alami, air hujan bersifat sedikit asam dengan pH sekitar 5,6 akibat larutnya karbon dioksida atmosfer (Girard, 2013). Di wilayah dengan tingkat pencemaran udara tinggi, pH dapat turun hingga 3,67 karena terbentuknya hujan asam dari oksida sulfur dan nitrogen (Abdullah et al., 2022). Nilai ini berada di bawah standar pH air minum Malaysia (6,5–9,0) dan dapat menimbulkan masalah korosi serta menurunkan efektivitas desinfeksi. *Total Dissolved Solids* (TDS) pada air hujan umumnya rendah, bahkan mendekati 0 ppm di daerah tidak tercemar (Sumari et al., 2010) dan kurang dari 100 ppm di wilayah perkotaan (Lee et al., 2010), meskipun pernah dilaporkan mencapai 127 ppm (Xu & Han, 2009). Nilai ini menunjukkan tingkat kemurnian yang baik, meskipun juga menandakan rendahnya kandungan mineral esensial. Kadar nitrat pada sebagian

besar sampel masih berada di bawah ambang batas 10 mg/L (sebagai N) yang ditetapkan WHO (2022), Kementerian Kesehatan Malaysia (2004), dan US EPA (2009). Namun, konsentrasi tinggi dapat menimbulkan risiko methemoglobinemia pada bayi.

Warna dan kekeruhan pada air hujan biasanya berasal dari partikel atmosfer, material biologis, atau kontaminasi dari sistem penampungan. Walaupun tidak selalu berbahaya bagi kesehatan, keberadaan kedua parameter ini menurunkan penerimaan masyarakat dan dapat mengganggu efektivitas proses desinfeksi. Senyawa organik terlarut juga dapat bereaksi dengan klorin membentuk produk samping desinfeksi yang bersifat karsinogenik (Latif et al., 2023).

Berbagai metode pengolahan dapat diterapkan untuk menjadikan air hujan layak diminum. Filtrasi media mampu menurunkan partikel tersuspensi dan mikroorganisme, terutama jika menggunakan media berlapis (Ahammed & Meera, 2010). Teknologi membran seperti ultrafiltrasi dan *reverse osmosis* efektif dalam menghilangkan kontaminan terlarut maupun padatan tersuspensi, meskipun membutuhkan biaya investasi dan perawatan lebih besar (Liu et al., 2021).

Desinfeksi menggunakan klorin efektif terhadap bakteri dan virus (Howe et al., 2012), tetapi kurang optimal terhadap protozoa dan dapat menghasilkan produk

samping berbahaya (WHO, 2022). Alternatif lain seperti radiasi UV dapat digunakan sebagai pelengkap.

Selain metode konvensional, *Progressive Freeze Concentration* (PFC) mulai dikaji sebagai teknologi baru. Proses ini memanfaatkan pembentukan kristal es murni yang terpisah dari larutan pengotor, sehingga dapat menurunkan TDS hingga 83–96% dengan kebutuhan energi lebih rendah dibanding distilasi (Jusoh et al., 2008; Attia, 2010). PFC telah digunakan dalam industri pangan (Miyawaki & Inakuma, 2021) dan dilaporkan mampu menurunkan kekeruhan air danau hingga 99,6% (Yahya et al., 2017).

Secara umum, air hujan memiliki kualitas yang baik, namun faktor lingkungan, sistem penampungan, dan risiko mikrobiologi tetap menjadi tantangan utama. Dengan penerapan teknologi pengolahan yang tepat, baik konvensional maupun inovatif, air hujan berpotensi besar digunakan sebagai sumber air minum, khususnya di daerah yang menghadapi keterbatasan pasokan air bersih.

BAB IV

CARA PENGOLAHAN AIR HUJAN MENJADI AIR BAKU DAN AIR MINUM

“Air hujan diolah melalui beberapa tahapan yaitu proses penyaringan kasar, penyaringan halus, dan desinfeksi. Hasil dari proses penyaringan halus merupakan air baku yang harus memenuhi persyaratan. Air baku yang telah melalui proses desinfeksi dapat digunakan sebagai air minum yang harus memenuhi persyaratan air minum”

BAB IV

CARA PENGOLAHAN AIR HUJAN MENJADI AIR BAKU DAN AIR MINUM

4.1 Profil Hujan di Indonesia

Berdasarkan hasil analisis BMKG, rata-rata pH air hujan di Indonesia pada tahun 2024 tercatat sebesar 5,15. Nilai ini dikategorikan sebagai hujan asam, karena berada di bawah ambang batas 5,6 ($\text{pH} < 5,6$). Rata-rata pH air hujan tahun 2024 mengalami penurunan dibandingkan tahun 2023 ($\text{pH} 5,43$) dan 2022 ($\text{pH} 5,46$).

Lima lokasi dengan rata-rata pH air hujan terendah pada tahun 2024 antara lain Kota Jambi (Jambi), Deli Serdang (Sumatera Utara), Minahasa Utara (Sulawesi Utara), Tangerang Selatan (Banten), dan Pekanbaru (Riau). Lokasi-lokasi tersebut memiliki pH air hujan yang bersifat asam. Sementara itu, lima lokasi dengan rata-rata pH air hujan tertinggi pada tahun 2024 meliputi El Tari-Kupang (Nusa Tenggara Timur), Palu (Sulawesi Tengah), Lasiana-Kupang (Nusa Tenggara Timur), Lampung Selatan (Lampung), dan Bengkulu (Bengkulu). Lokasi-lokasi ini memiliki pH air hujan yang netral atau mendekati normal pada tahun 2024.

Secara lebih rinci, hasil sampling pada 56 lokasi menunjukkan bahwa rata-rata pH air hujan berkisar antara 4,33—6,53 yang termasuk dalam kategori hujan

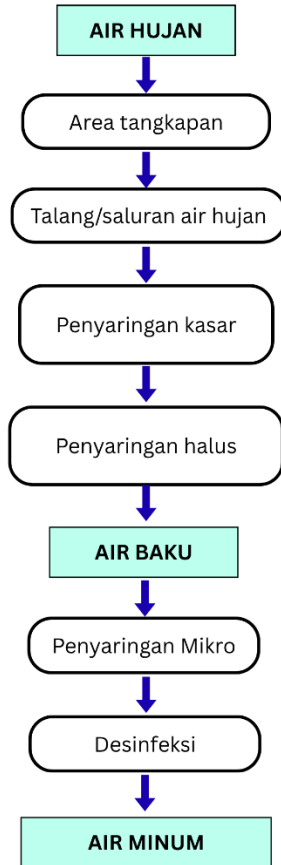
asam hingga netral. Berdasarkan analisis pH, terdapat 11 lokasi dengan kategori pH normal hingga netral ($\text{pH} > 5,5$) dan 35 lokasi dengan kategori hujan asam, baik dalam kategori asam lemah maupun asam sangat lemah ($\text{pH} < 5,5$).

Sifat asam air hujan tergantung pada konsentrasi ion yang terkandung di dalamnya yang terdiri dari anion (ion bermuatan negatif seperti NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) dan kation (ion bermuatan positif seperti K^+ , Mg^{2+} , Na^+ , NH_4^+ , dan Ca^{2+}). pH air hujan yang cenderung asam berbanding lurus dengan dominannya total unsur/senyawa anion (NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) akibat lepasnya gas polutan ke atmosfer dari penggunaan bahan bakar fosil, pembakaran biomassa, kebakaran hutan, pertambangan, dan letusan gunung api. Berdasarkan analisis komposisi kimia/ion air hujan, rata-rata anion tertinggi terdapat di Serang (Banten), Sidoarjo (Jawa Timur) dan Kemayoran (Jakarta). Adapun rata-rata kation tertinggi terdapat di El Tari-Kupang (Nusa Tenggara Timur), Lasiana-Kupang (Nusa Tenggara Timur), dan Palu (Sulawesi Tengah).

Teknik pengambilan sampel yang dilakukan BMKG adalah melalui pengambilan sampel air hujan yang langsung jatuh dalam kecepatan tinggi dan hal ini menyebabkan adanya pertukaran ion sehingga menyebabkan pH menjadi lebih rendah. Sedangkan, berdasarkan hasil penelitian yang menggunakan teknik

pengambilan sampel dari tangki penampungan air hujan, nilai pH air hujan tersebut sekitar 7,0 – 7,9.

Secara umum, cara pengolahan air hujan menjadi air baku dan air minum disajikan pada **Gambar 1**. Air hujan diolah melalui beberapa tahapan yaitu proses penyaringan kasar, penyaringan halus, penyaringan mikro dan desinfeksi. Hasil dari proses penyaringan halus merupakan air baku yang harus memenuhi persyaratan keamanan dan mutu air baku sebagaimana tercantum pada Bab V. Untuk skala individu dan rumah tangga, air baku yang telah melalui proses desinfeksi dapat digunakan sebagai air minum dan harus memenuhi persyaratan air minum sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 86 tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Untuk skala industri, air baku yang diperoleh dilakukan proses penyaringan mikro dan dilanjutkan dengan desinfeksi.



Gambar 1 Diagram alir pengolahan air hujan menjadi air baku dan air minum

4.2 Cara Pengolahan Air Hujan Menjadi Air Baku

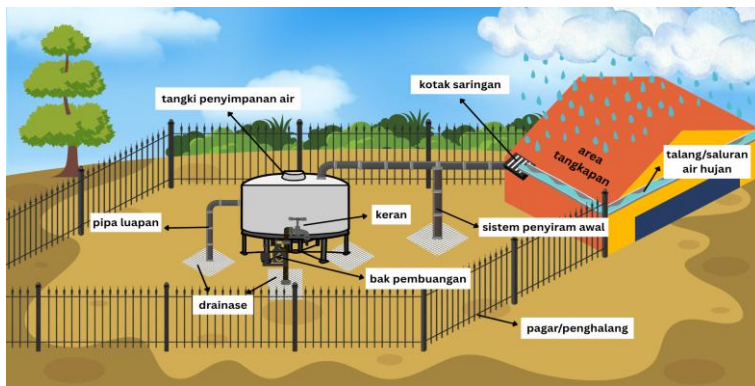
Air hujan secara alami bebas dari kotoran atau kontaminasi, namun kualitas air hujan dapat menurun selama proses pemanenan, penyimpanan, dan

penggunaan di tingkat rumah tangga. Kotoran yang terbawa angin, kotoran dari burung dan hewan lain, serangga, daun-daunan, serta sampah di area tangkapan seperti atap dan dalam tangki penampungan dapat mencemari air hujan. Begitu pula partikel dari atmosfer seperti jelaga dari pembakaran bahan-bahan seperti ban bekas. Pemanenan air hujan atau *rainwater harvesting* adalah teknik pengumpulan dan penyimpanan air hujan di permukaan atau dalam akuifer bawah tanah sebelum air tersebut hilang sebagai limpasan permukaan.

Pemanenan air hujan bukanlah hal baru bagi pemerintah. Di Indonesia, sejak tahun 2009, telah ada upaya mendorong kegiatan pemanenan air hujan dan tata cara pemanfaatan air hujan sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan. Menurut peraturan tersebut, pemanfaatan air hujan dapat dilakukan dengan cara membuat kolam pengumpul air hujan, sumur resapan, dan/atau lubang resapan biopori. Pemanenan air hujan saat ini digunakan untuk memitigasi risiko banjir dan kekeringan dan telah menjadi solusi yang dikenal luas dengan berbagai jenis teknologi, mulai dari teknologi sederhana hingga canggih.

Sistem pemanenan air hujan secara global sudah banyak diterapkan. Menurut WHO (2024), sistem pemanenan air hujan terdiri dari area tangkapan (biasanya atap dari

bangunan permanen), saluran talang, dan pipa tegak yang mengarahkan air hujan ke wadah penampungan air (misalnya tangki penyimpanan, pot, atau ember). Meskipun sumber air hujan umumnya dianggap memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan sumber air permukaan, disarankan untuk melakukan desinfeksi atau pengolahan yang sesuai terhadap air hujan jika terdapat risiko kontaminasi. Sistem pemanenan air hujan menjadi air minum yang direkomendasikan oleh WHO dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Sistem umum pemanenan air hujan untuk air minum mengacu rekomendasi WHO (Sumber: <https://cdn.who.int/>)

4.2.1 Area tangkapan (*Catchment area*)

Secara umum, terdapat dua metode pemanenan air hujan berdasarkan daerah tangkapannya, yaitu *surface runoff harvesting* dan *rooftop rainwater harvesting*. Metode *surface runoff harvesting* berupa pengumpulan

air hujan yang mengalir di permukaan tanah, terutama setelah hujan turun. Metode *surface runoff harvesting* cocok untuk diimplementasikan pada lahan yang luas, seperti lahan pertanian dalam suatu wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) ataupun sub DAS. Metode *rooftop rainwater harvesting* merupakan metode pengumpulan air hujan langsung yang ditangkap dari atap bangunan, lalu dialirkan melalui talang dan pipa ke tempat penyimpanan atau sistem resapan air tanah. Metode *roof top rainwater harvesting* biasanya diimplementasikan pada skala individu, rumah tangga, masyarakat, komunal, perhotelan, dan domestik termasuk industri.

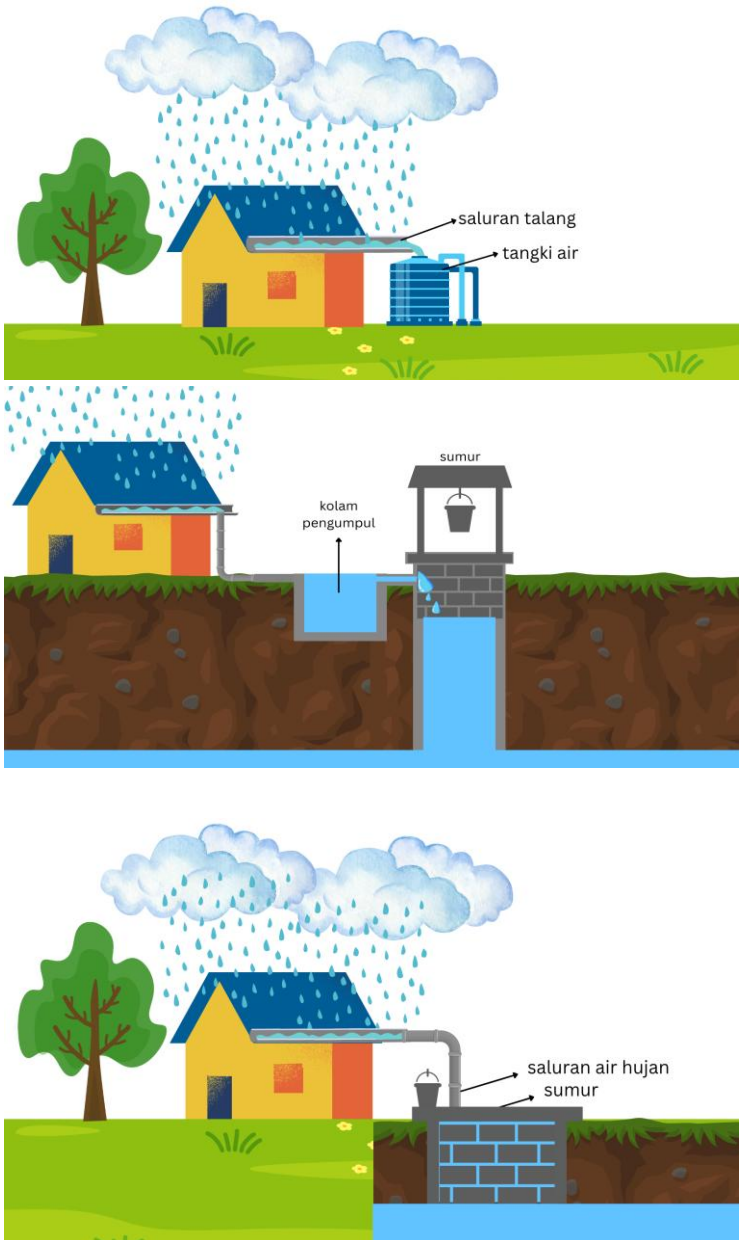
Metode *roof top rainwater harvesting* biasanya berupa permukaan yang kedap air (atap bangunan seperti rumah) yang miring ke arah sistem penyaluran (biasanya talang atap). Area tangkapan ini dapat berupa bahan-bahan yang digunakan untuk tangkapan air hujan, seperti seng bergelombang galvanis, lembaran aluminium, batu, genteng, batu tulis, dan lembaran plastik. Pemanenan air hujan menggunakan metode *rooftop rainwater* memiliki beberapa keunggulan yaitu:

- a) Pemanenan air hujan dari atap merupakan salah satu pilihan yang tepat untuk menambah cadangan atau mengisi ulang air tanah di daerah perkotaan, di mana resapan alami sangat berkurang akibat peningkatan aktivitas pembangunan.

- b) Air hujan yang biasanya mengalir melalui saluran pembuangan dan terbuang sia-sia dapat ditampung dan dimanfaatkan.
- c) Air hujan relatif lebih aman dan bebas dari bahan organik.
- d) Membantu mengurangi genangan air dan banjir yang sering terjadi saat hujan deras di daerah perkotaan, terutama karena keterbatasan lahan terbuka dan tingginya limpasan permukaan.
- e) Meningkatkan kualitas air tanah melalui proses pengenceran (dilusi).
- f) Air hujan yang telah ditampung dapat digunakan saat dibutuhkan.
- g) Struktur yang dibutuhkan untuk pemanenan air hujan bersifat sederhana, ekonomis, dan ramah lingkungan.
- h) Permukaan atap relatif lebih bersih dan bebas dari kontaminasi dibandingkan dengan area tangkapan di permukaan tanah.
- i) Kehilangan air dari tangkapan atap jauh lebih sedikit dibandingkan dengan tangkapan dari permukaan lainnya.

Untuk setiap metode tangkapan air hujan, dapat digunakan jenis sistem pengumpulan yang berbeda tergantung dari kebutuhan masing-masing. Metode pemanenan air hujan dengan metode *roof top harvesting* dapat dilihat pada **Gambar 3**. Secara umum, sistem pengumpulan air hujan terbagi menjadi tiga tipe, yaitu:

- 1) Tangki penyimpanan (*storage*), dimana air hujan dapat disimpan dalam tangki dan dapat digunakan untuk konsumsi langsung,
- 2) Tangki penyimpanan dengan meresapkan kelebihan air hujan ke dalam tanah (*storage with groundwater recharge*), dimana air hujan terlebih dahulu disimpan dalam tangki kemudian air hujan berlebih akan dialirkan untuk mengisi ulang air tanah yang dapat dikonsumsi di kemudian hari melalui pompa tangan atau sumur bor,
- 3) Peresapan air hujan ke dalam tanah (*groundwater recharge only*), dimana air hujan yang dipanen langsung dialirkan ke dalam tanah tanpa adanya penyimpanan terlebih dahulu. Contohnya pengisian ulang air tanah melalui saluran air hujan atau pengaliran limpasan air dari jalan ke lubang resapan.



Gambar 3 Metode pengumpulan air hujan
(Sumber: <https://cwas.org.in>)

4.2.2 Talang/Saluran air hujan (*Guttering channels*)

Merupakan saluran yang dipasang di sekeliling tepi atap miring untuk mengumpulkan dan menyalurkan air hujan ke tangki penyimpanan. Talang dapat berbentuk setengah lingkaran atau persegi panjang dan dapat dibuat dari berbagai bahan, antara lain pipa PVC, seng atau aluminium, lembaran besi galvanis polos (ketebalan 20 hingga 22 *gauge* setara dengan 0,75 hingga 0,91 mm) serta batang bambu atau batang pinang yang dibelah secara vertikal menjadi dua bagian. Talang air harus dijaga kebersihannya untuk mencegah terkumpulnya genangan air selama musim kemarau pendek yang dapat mendorong perkembangbiakan nyamuk.

4.2.3 Kotak saringan (*Filter box*)

Sebelum air hujan dialirkan ke dalam tangki penyimpanan, terlebih dahulu akan melewati sistem penyaringan kasar untuk menghilangkan partikel yang berukuran besar seperti daun, ranting, dan batang. Proses selanjutnya, air hujan akan melewati sistem penyaringan halus untuk menghilangkan partikel yang berukuran kecil seperti debu. Jenis penyaringan dan fungsinya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Jenis filter dan fungsinya

Jenis Penyaringan	Fungsi
Penyaringan kasar: <i>Cloth filter</i>	Jenis saringan ini adalah selembur kain halus yang sampai saat ini masih digunakan di daerah seperti timur laut India untuk mengumpulkan air hujan langsung dari atap ke dalam tangki penyimpanan. Di Gujarat, saringan ini juga dikenal sebagai saringan saari yaitu selembur kain saari (pakaian yang dikenakan oleh perempuan India) atau saringan dhoti (pakaian yang dikenakan oleh laki-laki India).
<i>Pop up filter</i>	Desain ini dikembangkan dengan menggunakan saringan nilon (berdiameter 60 mm) yang dimasukkan ke dalam pipa penampung air hujan untuk menahan partikel kasar. Keunggulan dari saringan ini adalah ketika tersumbat, saringan akan keluar dari selongsongnya secara

Jenis Penyaringan	Fungsi
	otomatis sehingga mudah untuk dibersihkan dan dirawat.
<i>Inverted sand filter</i>	Saringan ini dapat menyaring partikel pasir ukuran sedang hingga kasar, partikel lumpur dan serpihan terapung lainnya, termasuk kontaminasi bakteri dalam tingkat yang terbatas.
Penyaringan halus:	
Silika	Silika yang digunakan dalam penyaringan air hujan umumnya berbentuk pasir silika (<i>silica sand</i>), yaitu pasir yang kaya akan silikon dioksida (SiO_2). Bentuk ini bukan silika gel seperti pengering pada kemasan makanan, tetapi berupa butiran pasir alami atau buatan. Penggunaan silika bertujuan untuk menghilangkan partikel halus seperti debu, lumpur, tanah, dan endapan organik dan mengurangi kekeruhan (turbiditas) air hujan.

Jenis Penyaringan	Fungsi
Zeolit	<p>Zeolit adalah mineral alam atau sintetis yang memiliki struktur berpori seperti spons, terbuat dari senyawa aluminosilikat dan memiliki kemampuan menukar ion (<i>ion exchange</i>) dan menyerap zat-zat tertentu (<i>adsorpsi</i>). Dalam sistem pemanenan air hujan, zeolit digunakan sebagai media penyaring halus untuk meningkatkan kualitas air hujan. Penggunaan zeolit diantaranya bertujuan untuk menghilangkan ion logam berat seperti besi, tembaga, dan timbal serta menghilangkan kekeruhan (<i>turbiditas</i>) air hujan.</p>
<i>Sand filter</i>	<p>Pada sistem pemanenan air hujan, <i>sand filter</i> atau filter pasir sering digunakan sebagai tahap filtrasi awal. Air hujan yang dikumpulkan umumnya telah mengalami proses pengendapan di permukaan atap dan penampungan, namun masih mengandung partikel halus, debu, dan mikroorganisme. Penggunaan <i>sand filter</i> membantu</p>

Jenis Penyaringan	Fungsi
	menghilangkan kekeruhan (partikel tersuspensi seperti lumpur dan lempung), warna, serta mikroorganisme.
Karbon aktif	Penggunaan karbon aktif pada pemanenan air hujan berfungsi untuk menghilangkan bau dan mengurangi partikel kecil terlarut pada air sehingga air hujan tidak berbau, jernih, dan aman untuk diminum. Karbon aktif bersumber dari arang melalui proses pemanasan dengan suhu tinggi yang menyebabkan ruang-ruang pori menjadi terbuka. Pori yang cukup banyak tersebut yang kemudian akan menyerap partikel asing seperti bau dan pengotor air. Bahan pembuat karbon aktif dapat berasal dari serbuk gergaji, limbah kayu, batok kelapa, maupun bahan lain yang sifatnya berubah menjadi arang ketika dibakar.

4.2.4 Sistem pembilas awal (*First flush system*)

Sistem pembilas awal (*first flush system*) adalah sebuah katup yang memastikan limpasan air dari hujan pertama dibuang dan tidak masuk ke dalam sistem. Hal ini perlu dilakukan karena hujan pertama biasanya membawa jumlah polutan yang lebih banyak, baik dari udara maupun dari permukaan tangkapan (seperti atap). Sistem ini dapat mengurangi potensi kontaminasi dengan mengalihkan aliran pertama air hujan (yang biasanya mengandung banyak kotoran karena menumpuk di atap) agar tidak masuk ke dalam tangki penyimpanan. Sistem ini sebaiknya berjalan otomatis (misalnya menggunakan katup tetes), bukan manual, untuk mengurangi beban pengguna dan risiko kontaminasi. Sistem pembilas awal ini harus dipasang setelah kotak saringan, agar tidak tersumbat oleh kotoran besar.

4.2.5 Tangki penyimpanan air (*Water storage tank*)

Tangki penyimpanan air hujan sudah banyak digunakan masyarakat secara tradisional sebagai cadangan air bersih misalnya kolam tampungan individual dan komunal di Gunung Kidul, Provinsi D.I. Yogyakarta. Komplek perkantoran pemerintah dan swasta, sekolah, perguruan tinggi, rumah sakit, perumahan, perhotelan, dan pertokoan sangat cocok menerapkan konsep memanen air hujan dengan tangki penyimpanan dan

sumur resapan karena kebutuhan air untuk keperluan di luar air minum dapat dipasok dari air hujan dengan pengolahan secukupnya terlebih dahulu.

Tangki penyimpanan air hujan merupakan kolam atau wadah yang digunakan untuk menampung air hujan yang jatuh dari atap bangunan (rumah, gedung, perkantoran atau industri) yang disalurkan melalui talang. Tangki harus tertutup rapat dan idealnya memiliki penutup yang bisa dikunci agar terlindung dari kontaminasi dan biasanya terbuat dari PVC atau beton. Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan, tangki penyimpanan air hujan dapat dibuat di atas permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah.

Pemilihan jenis tangki penyimpanan merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pemanenan air hujan. Tangki penyimpanan di atas permukaan tanah dan tangki di bawah permukaan tanah masing-masing memiliki karakteristik teknis, biaya, serta keunggulan dan kelemahan yang perlu dipertimbangkan berdasarkan kondisi lahan, kebutuhan air, dan aspek perawatan. Untuk membantu dalam pengambilan keputusan, berikut disajikan perbandingan antara tangki atas tanah dan tangki bawah tanah dari berbagai aspek di bawah permukaan tanah seperti pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Perbandingan tangki di atas dan di bawah permukaan tanah

Aspek	Tangki di Atas Permukaan Tanah	Tangki di Bawah Permukaan Tanah
Biaya Konstruksi	Lebih murah	Lebih mahal karena butuh penggalian dan struktur kedap air
Akses Perawatan	Mudah diakses dan dibersihkan	Sulit diakses, perlu alat bantu
Estetika/ Lahan	Menyita ruang, terlihat jelas	Lebih rapi, tidak terlihat di permukaan
Keamanan dari Kontaminasi	Lebih rentan terhadap kontaminasi lingkungan	Lebih aman jika struktur kedap air baik
Kapasitas Penyimpanan	Terbatas, tergantung ruang di atas tanah	Bisa lebih besar tergantung kedalaman
Risiko Genangan	Tidak ada	Bisa tergenang bila sistem drainase buruk

Sistem pemanenan air hujan pada skala individu, rumah tangga, masyarakat komunal, dan domestik termasuk industri cocok diterapkan menggunakan metode *roof top rainwater harvesting* dengan tangki penyimpanan di atas permukaan tanah. Tangki tersebut juga dapat diintegrasikan dengan sistem perpipaan dari perusahaan daerah air minum yang ada. Pada skala industri, air hujan yang sudah melalui proses penyaringan disimpan dalam tangki penyimpanan berkapasitas besar. Tangki penyimpanan yang diletakan di atas permukaan tanah mempunyai berbagai keuntungan seperti memudahkan dalam mengambil atau memanfaatkan airnya dan mudah dalam perawatannya. Contoh tangki penyimpanan air hujan di atas permukaan tanah dapat dilihat pada **Gambar 4**. Tata cara pemanenan air hujan menggunakan tangki penyimpanan air hujan di atas permukaan tanah sebagai berikut:

a. Persyaratan lokasi

Cara ini diperuntukkan bagi lokasi yang mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Muka air tanah dangkal < 1 m;
- Jenis tanah yang mempunyai kapasitas infiltrasi rendah; seperti lempung dan liat; atau
- Kawasan karst, rawa, dan/atau gambut.

b. Konstruksi

- Membuat saluran air dari talang bangunan (dengan bahan PVC) ke dalam kolam pengumpul air hujan;

- Membuat kolam pengumpul air hujan dari beton, batu bata, tanah liat atau bak fiber/aluminium, dilengkapi dengan saluran pelimpasan keluar dari kolam pengumpul air hujan; dan
- Membuat penutup kolam pengumpul air hujan.

c. Pemeliharaan

- Membersihkan talang dan saluran air dari kotoran seperti ranting, dedaunan agar tidak tersumbat; dan/atau
- Melakukan analisis laboratorium untuk mengetahui kualitas air di dalam kolam pengumpul air (bila perlu)



Gambar 4 Contoh tangki pengumpulan air hujan di atas permukaan tanah

Beberapa perkantoran dapat juga menerapkan pemanfaatan air hujan menggunakan tangki penyimpanan air hujan di bawah permukaan tanah. Cara ini dapat mengurangi anggaran air bersih dari

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) selama sekitar tujuh bulan (pada musim hujan dan beberapa bulan pada awal musim kemarau). Pada tangki penyimpanan air hujan di bawah permukaan tanah, air dipompa masuk ke dalam untuk memenuhi kebutuhan air bersih selain untuk memasak, misalnya untuk *flushing* toilet WC, membersihkan lantai, mencuci pakaian, dan lain-lain. Metode ini sangat menguntungkan karena minimal selama musim hujan kebutuhan dasar air bersih dapat ditopang melalui tangki penyimpanan ini. Contoh tangki penyimpanan air hujan di bawah permukaan tanah dapat dilihat pada **Gambar 5**. Tata cara pemanenan air hujan menggunakan tangki penyimpanan air hujan di bawah permukaan tanah sebagai berikut:

a) Persyaratan lokasi

Cara ini diperuntukkan bagi lokasi yang mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Daerah bebas banjir
- Muka air tanah dangkal > 2 m
- Keterbatasan ruang di atas tanah; dan/atau
- Daerah dengan ketinggian permukaan tanah minimal di atas 10 m di atas permukaan laut dengan luas lahan terbatas.

b) Konstruksi

- Membuat saluran air (PVC) dari talang bangunan ke dalam kolam pengumpul air hujan;
- Membuat kolam pengumpul air hujan dari beton, batu bata, atau bak fiber/aluminium dilengkapi dengan saluran pelimpasan keluar dari kolam

pengumpul air hujan. Apabila kolam pengumpul tersebut dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari maka dapat dilengkapi dengan pompa air yang diletakkan pada permukaan tanah; dan

- Membuat penutup kolam pengumpul air hujan.

c) **Pemeliharaan**

- Membersihkan talang dari kotoran seperti ranting, dedaunan agar tidak tersumbat; dan/atau
- Melakukan analisis laboratorium untuk mengetahui kualitas air di dalam kolam pengumpul air (bila perlu).
- Setelah sistem pengumpulan air hujan baru dibangun, desinfeksi (misalnya dengan larutan klorin) pada tangki penyimpanan diperlukan sebelum air digunakan. Desinfeksi tangki secara berkala mungkin juga diperlukan (misalnya setelah periode panjang tanpa hujan).



Gambar 5 Contoh tangki pengumpulan air hujan di bawah permukaan tanah

4.2.6 Keran (*Tap*)

Berfungsi untuk mengalirkan air hujan yang dikumpulkan untuk dimanfaatkan. Dengan menggunakan keran maka dapat mencegah pemborosan serta meminimalkan terjadinya kontaminasi. Keran tidak boleh ditempatkan terlalu rendah dekat dengan tanah, selain itu keran yang terlalu rendah juga dapat mengalirkan endapan tangki jika tangki tidak dibersihkan secara teratur. Keran atau kran air sebaiknya dipasang pada ketinggian 10 cm di atas dasar tangki.

4.2.7 Pipa luapan (*Overflow pipe*)

Dipasang untuk mencegah tangki penyimpanan terisi penuh. Pipa ini akan mengalirkan air hujan yang kelebihan dialirkan melalui pipa bawah.

4.2.8 Bak pembuangan (*Drain sump*)

Idealnya lantai tangki dibuat miring ke arah bak pembuangan. Sumbat bak dilepas untuk menguras tangki guna pembersihan dan perawatan.

4.2.9 Pagar atau penghalang (*Fence or barrier*)

Penghalang fisik dipasang untuk menjauhkan hewan dari area pengumpulan, agar mencegah hewan buang air di

dekat area pengumpulan atau merusak komponen sistem. Pagar dibuat untuk mencegah akses orang yang tidak berkepentingan dapat masuk ke area pengumpulan. Idealnya, pagar atau penghalang harus dibangun setidaknya 15 meter dari tangka.

4.2.10 Drainase (*Drainage soakaway*)

Merupakan area drainase (biasanya terletak di bawah pipa luapan, sistem pembilas awal, dan keran) yang terdiri dari lubang di tanah yang diisi dengan material kasar (misalnya puing-puing, batu) sehingga memungkinkan air dari tangki atau perangkat penyiraman pertama mengalir kembali ke dalam tanah. Saluran pembuangan air ini dibuat untuk mencegah air menggenang di sekitar area pengumpulan air.

Pemanenan air hujan juga dapat dilakukan melalui pembuatan sumur resapan dan lubang biopori. Sumur resapan sudah banyak dikenal masyarakat dan dapat diimplementasikan diantaranya pada setiap unit perkantoran, tempat rekreasi, olahraga, ruas jalan, dan lapangan terbang. Sumur resapan dapat dipakai untuk meningkatkan resapan air hujan ke dalam tanah. Desain sumur resapan harus dibuat sehingga sedimen dari area sekitarnya tidak terbawa masuk ke sumur resapan. Oleh karena itu, perlu dibuat konstruksi bak kontrol sedimen untuk mengendapkan sedimen sebelum air hujan masuk ke dalam sumur resapan tersebut. Sumur resapan dapat

dibuat dangkal maupun dalam. Contoh gambar sumur resapan dangkal dapat dilihat pada **Gambar 6** dan **Gambar 7** sedangkan contoh gambar sumur resapan dalam dapat dilihat pada **Gambar 8**. Berikut adalah tata cara pembuatan sumur resapan:

a) Sumur Resapan Dangkal

1. Persyaratan lokasi

Cara ini diperuntukkan bagi lokasi yang memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Tinggi muka air tanah $> 0,5$ m; dan
- Berada pada lahan yang datar dan berjarak minimum 1 m dari pondasi bangunan.

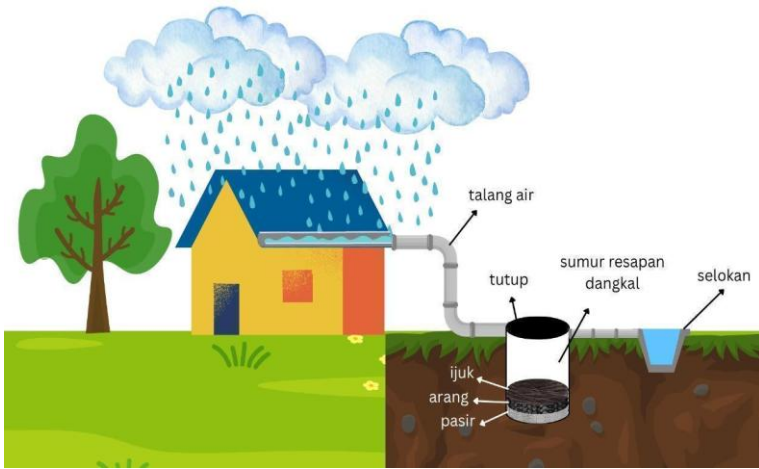
2. Konstruksi

- Sumur resapan dangkal dibuat dalam bentuk bundar atau empat persegi dengan menggunakan batako atau bata merah atau buis beton;
- Sumur resapan dangkal dibuat pada kedalaman di atas muka air tanah atau kedalaman antara $0,5 - 10$ m di atas muka air tanah dangkal dan dilengkapi dengan memasang ijuk, koral serta pasir sebesar 25% dari volume sumur resapan dangkal;
- Sumur resapan dangkal dilengkapi dengan bak kontrol yang dibangun berjarak kurang lebih 50 cm dari sumur resapan dangkal yang berfungsi sebagai pengendap;

- Sumur resapan dangkal dan bak kontrol dilengkapi dengan penutup yang dapat dibuat dari beton bertulang atau plat besi;
- Membuat saluran air dari talang rumah atau saluran air di atas permukaan tanah untuk dimasukkan ke dalam sumur dengan ukuran sesuai jumlah aliran. Sumur resapan yang sumber airnya dialirkan melalui talang bangunan tidak perlu membuat bak kontrol; dan
- Memasang pipa pembuangan yang berfungsi sebagai saluran limpasan jika air dalam sumur resapan sudah penuh.

3. Pemeliharaan

- Membersihkan bak kontrol dan sumur resapan dangkal dengan mengangkat filter yang berupa ijuk, koral dan pasir pada setiap menjelang musim penghujan atau disesuaikan dengan kondisi tingkat kebersihan filter; dan/atau
- Melakukan analisis laboratorium untuk mengetahui kualitas air yang masuk ke dalam sumur resapan apabila terdapat unsur-unsur tercemar.



Gambar 6 Contoh gambar sumur resapan dangkal berbentuk bulat dengan menggunakan talang bangunan



Gambar 7 Contoh gambar sumur resapan dangkal berbentuk bulat dengan menggunakan saluran terbuka

b) Sumur Resapan Dalam

1. Syarat Lokasi

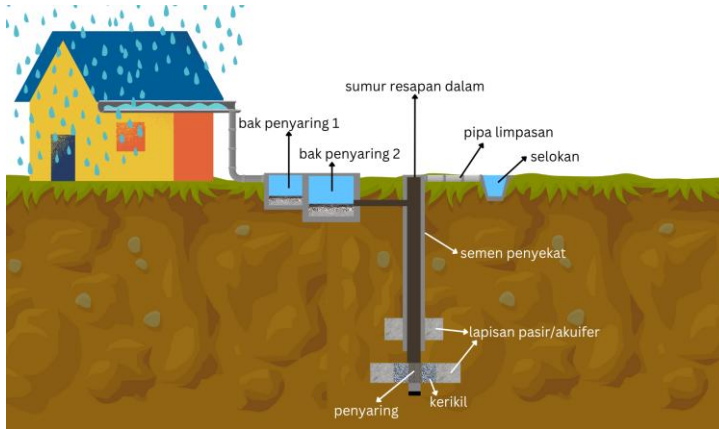
- Diutamakan di daerah *land subsidence* dan/atau daerah genangan;
- Penurunan muka air tanah dalam kondisi kritis;
- Ketinggian muka air tanah > 4 m; dan/atau
- Sumur resapan dalam dapat dipadukan dengan sumur eksploitasi yang telah ada dan/atau yang akan dibuat.

2. Konstruksi

- Sumur resapan dalam dibuat melalui pemboran dengan lubang bor tegak lurus dan diameter minimal 275 mm (11 inch) untuk seluruh kedalaman;
- Diameter pipa lindung dan saringan minimal 150 mm (6 inch);
- Kedalaman sumur resapan dalam disesuaikan dengan kondisi akuifer dalam yang ada;
- Bibir sumur atau ujung atas pipa lindung terletak minimal 0,25 m di atas muka tanah dan dilengkapi dengan penutup pipa;
- Saringan sumur bor harus ditempatkan tepat pada kedudukan akuifer yang disarankan untuk peresapan. Apabila akuifernya mempunyai ketebalan lebih dari 3 m, maka panjang minimal saringan yang dipasang harus 3 m, ditempatkan di bagian tengah akuifer;
- Ruang antara dinding lubang bor dan pipa lindung di atas dan di bawah pembalut kerikil

diinjeksi dengan lumpur penyekat, sehingga terbentuk penyekat-penyekat setebal 3 m di bawah kerikil pambalut dan setebal minimal 2 m diatas kerikil pambalut;

- Ruang antara dinding lubang bor dan pipa jambang di atas kerikil pambalut mulai dari atas lempung penyekat hingga kedalaman 0,25 m di bawah muka tanah harus diinjeksi dengan bubur semen, sehingga terbentuk semen penyekat;
- Di sekeliling sumur harus dibuat lantai beton semen dengan luas minimal 1 m, berketebalan minimal 0,5 m mulai 0,25 m di bawah muka tanah hingga 0,25 m di atas muka tanah;
- Sumur resapan dalam dilengkapi dengan 2 buah bak kontrol yang dibuat secara bertingkat dengan menggunakan batu bata, batako, atau cor semen secara berimpit berukuran panjang 1m, lebar 1,5 m, dan kedalaman 1,5 m, dasar bak kontrol disemen; dan
- Untuk bak penyaring, dibuat dengan kedalaman 1 m dan diisi dengan pasir dengan ketebalan 25 cm, koral setebal 25 cm dan ijuk setebal 25 cm. Bak kontrol 2, dengan kedalaman 1,5 m diisi dengan ijuk setebal 25 cm, arang aktif setebal 25 cm, koral setebal 25 cm, dan ijuk setebal 25 cm.



Gambar 8 Contoh gambar sumur resapan dalam

3. Pemeliharaan

- Membersihkan atau mengganti penyaring dari kotoran dan endapan/lumpur yang menyumbat pada bak penyaring, pada musim penghujan dan kemarau atau sesuai dengan keperluan; dan/atau
- Melakukan analisis laboratorium untuk mengetahui kualitas air yang masuk ke dalam sumur resapan.

Di Indonesia, sistem pengolahan air hujan menjadi air baku sudah banyak diterapkan oleh masyarakat sekitar, salah satunya oleh Komunitas Banyu Bening di Yogyakarta. Sistem pengolahan air hujan oleh komunitas tersebut dilakukan menggunakan dua metode yaitu secara manual dengan menampung air hujan langsung ke dalam galon yang bersih dan menggunakan penyaring yang disebut GAMA-RainFilter. GAMA-RainFilter

dilengkapi dengan pipa pembuangan yang langsung ditanam ke tanah, sehingga air hujan dapat langsung kembali ke dalam tanah. Ilustrasi alat GAMA-RainFilter dapat dilihat pada **Gambar 9**. Prinsip kerja alat tersebut adalah:

- Tahap 1 Filtrasi dengan bahan kawat strimin untuk menyaring polutan berukuran besar seperti daun, ranting, dll.

- Tahap 2 Filtrasi dengan pipa berukuran 6 inci untuk menampung aliran air hujan pertama. Saluran pipa setelah penuh akan tertutup oleh bola plastik sehingga aliran air hujan berikutnya akan masuk ke dalam tabung penampung.

- Tahap 3 Filtrasi ketiga ini terletak di tutup toren, bagian tutup toren yang memiliki filter dilengkapi dengan dakron sebanyak sembilan lapis. Jenis filter ini paling rapat untuk menyaring debu-debu halus.

Setelah melalui proses tahap 1 sampai dengan 3, air baku yang dihasilkan harus memenuhi persyaratan keamanan dan mutu sebagaimana diuraikan pada Bab V.



Gambar 9 Ilustrasi alat GAMA-RainFilter

Pada skala industri, aliran air hujan dari atap sebelum masuk tangki penyimpanan akan melewati penyaringan kasar yaitu *vortex filter* yang merupakan sistem penyaringan canggih yang memanfaatkan prinsip vortex untuk menyaring kotoran seperti daun, pasir, dan debu. Saringan ini sangat berguna dalam aplikasi pengolahan air, industri kimia, dan pengolahan air limbah. Air hujan selanjutnya dialirkan masuk ke dalam tangki penyimpanan dengan kapasitas besar dan akan melewati penyaringan halus yaitu *sand filter* untuk menyaring partikel kasar dan lumpur serta penyaringan karbon aktif untuk menghilangkan bau, warna, dan zat kimia organik. Selanjutnya air hujan akan melewati *5-micron cartridge filter* untuk menyaring partikel halus dan *1-micron cartridge filter* untuk menyaring partikel mikro lebih kecil. Tahap akhir adalah proses desinfeksi menggunakan *UV filter* dengan cara mensterilkan air

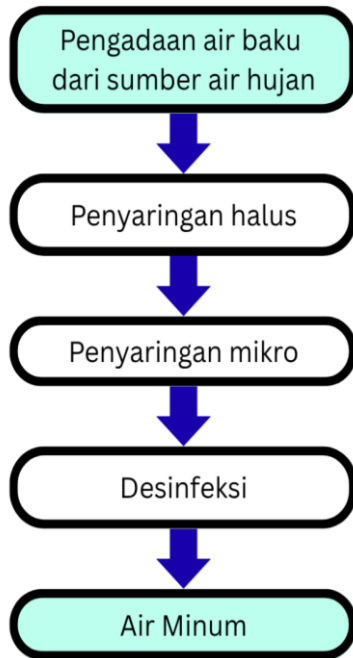
menggunakan sinar ultraviolet untuk membunuh mikroorganisme.

4.3 Cara Pengolahan Air Baku menjadi Air Minum

Air minum yang dimaksud berupa air minum yang tidak dikemas untuk keperluan non komersial dan air mineral dalam kemasan yang dijual secara komersial. Air minum harus memenuhi persyaratan sebagaimana dijelaskan pada Bab V Persyaratan Keamanan dan Mutu Air Baku dan Air Minum yang Berasal dari Air Hujan.

4.3.1 Cara Produksi Air Minum

Secara umum, cara pengolahan air baku menjadi air minum yang memenuhi Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 86 tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan dapat dilihat pada **Gambar 10**.



Gambar 10 Diagram alir proses produksi air minum dari air baku yang berasal dari air hujan

Pengadaan Air Baku

Air hujan ditampung melalui permukaan atap bangunan. Air hujan yang ditampung sebelum masuk ke dalam tangki penyimpanan akan dialirkan melalui penyaringan kasar untuk menghilangkan partikel yang berukuran besar seperti daun, ranting, batang dan lain-lain.

Peringatan!

Tahapan ini merupakan titik kritis. Untuk persyaratan kualitas air baku mengacu pada persyaratan air baku sesuai dengan persyaratan yang tercantum pada Bab V.

Penyaringan Halus

Setelah melewati penyaringan kasar, air hujan akan melalui penyaringan halus seperti silika, zeolit, dan karbon aktif untuk menghilangkan partikel yang berukuran kecil. Penyaringan halus pada proses produksi air minum bersifat *optional* atau dapat tidak dilakukan jika air baku yang digunakan telah melalui penyaringan halus.

Penyaringan Mikro

Penyaringan dengan mikrofilter berfungsi sebagai penyaring partikel halus. Mikrofilter harus berukuran maksimal 10 (sepuluh) mikron dan dalam kondisi bersih, serta dilakukan regenerasi secara berkala untuk menjadi efektivitas penyaringan. Selain itu perlu dilakukan pengecekan secara berkala untuk memastikan bahwa penyaringan mikro masih berfungsi dengan baik.

Peringatan!

Proses ini merupakan tahapan kritis. Mikrofilter harus selalu dalam keadaan bersih.

Desinfeksi

Tahap terakhir dari proses produksi air hujan menjadi air minum adalah desinfeksi. Beberapa teknik desinfeksi yang digunakan dalam mengolah air hujan yaitu klorinasi, ultraviolet (UV), ozon, dan pemasakan. Klorinasi merupakan metode desinfeksi yang paling banyak digunakan dalam sistem pengolahan air hujan terutama

pada skala individu, rumah tangga, masyarakat komunal, dan dan domestik, terutama karena biayanya yang terjangkau. Namun demikian, klorinasi memiliki beberapa tantangan, antara lain ketidakpraktisan dalam penyimpanan bahan kimia, masalah rasa dan bau, serta ketidakefektifan dalam menghilangkan mikroorganisme tertentu seperti kista *Cryptosporidium parvum* dan *Giardia lamblia*. Selain itu, untuk penggunaan klorinasi yang tepat, dosis klorin dan kebutuhan klorin harus dihitung dengan melakukan pengujian, yang mungkin tidak dapat dilakukan di tingkat rumah tangga.

Desinfeksi UV bekerja dengan mengubah struktur DNA/RNA patogen dan secara efektif menghancurkan bakteri *E. Coli* dan patogen juga protozoa seperti *Cryptosporidium* dan *Giardia*. Kelebihan UV dibandingkan klorinasi adalah tidak menghasilkan produk samping desinfeksi (*disinfection by-products*). Namun, berbeda dengan klorin, UV tidak menghasilkan efek sisa (*residual effect*). Oleh karena itu, kontaminasi air hujan yang telah diolah dapat terjadi kembali dalam waktu singkat setelah pengolahan UV, terutama jika disimpan di tempat penampungan.

Ozon merupakan salah satu desinfektan dalam pengolahan air minum. Tidak memiliki efek samping merupakan keuntungan terbesar dari proses ozonisasi serta dapat membunuh atau menghancurkan mikroorganisme.

Peringatan !

Tahap ini merupakan tahap kritis. Fungsi desinfeksi dengan ozon, sinar UV dan klorin bertujuan membunuh mikroba patogen.

Untuk keperluan individu, rumah tangga, masyarakat komunal, dan domestik, salah satu desinfeksi yang dapat dilakukan adalah dengan proses pemasakan. Pemasakan dapat dilakukan dengan cara merebus air baku sebelum dikonsumsi sebagai air minum.

Pada skala individu, rumah tangga, masyarakat komunal, dan domestik, air baku yang telah melalui penyaringan kasar dan halus selanjutnya dimasak untuk menjadi air minum untuk keperluan non komersial.

Pada proses produksi air hujan menjadi air minum sebagaimana dijelaskan pada **Gambar 10**, terdapat beberapa tahapan yang dapat juga dilakukan dan sifatnya *optional* seperti *pH Booster* dan *Reverse Osmosis (RO)*. Tahapan *pH Booster* digunakan untuk meningkatkan atau menyesuaikan pH air supaya berada pada pH basa sesuai persyaratan sedangkan *Reverse Osmosis (RO)* untuk memurnikan air hujan dengan cara menyaring zat terlarut menggunakan membran semipermeabel berpori sangat kecil.

Air minum juga dapat dikemas menjadi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang dijual secara komersial melalui proses produksi sebagaimana dijelaskan pada **Gambar 11**.

4.3.2 Cara dan Persyaratan Produksi Air Mineral

Secara umum, cara produksi air mineral dari air baku yang berasal dari air hujan melalui tahapan yang disajikan pada **Gambar 11**.

Industri yang akan memproduksi air mineral dari air baku yang berasal dari air hujan perlu melakukan sertifikasi dan mengikuti persyaratan teknis industri sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pengadaan air baku dari sumber air hujan

Air baku seharusnya diperoleh dari sumber yang mutunya terjamin. Air Persyaratan air baku telah dijelaskan pada subbab 4.1.

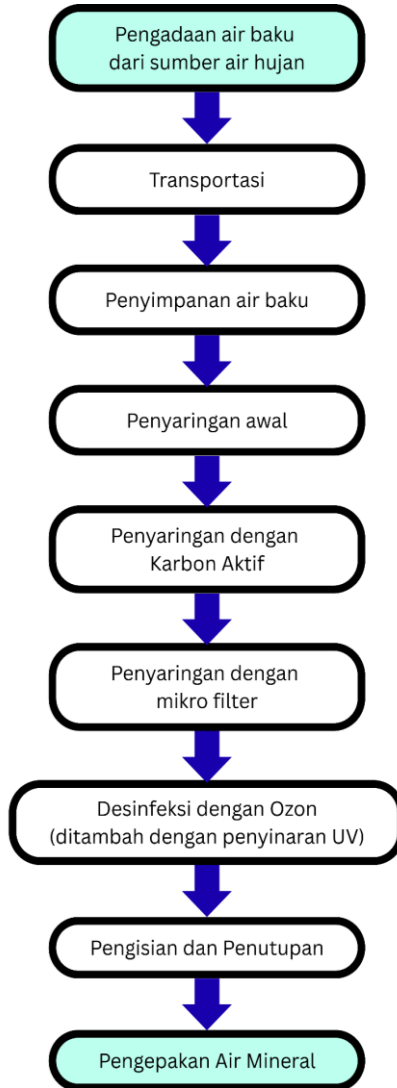
Peringatan!

Tahapan ini merupakan titik kritis. Untuk persyaratan kualitas air baku mengacu pada persyaratan air baku sesuai dengan persyaratan yang tercantum pada Bab V.

Transportasi

Bila lokasi sumber air jauh dari pabrik, air dapat dialirkan melalui pipa atau diangkat menggunakan kendaraan

yang difasilitasi dengan tangki, dan jika diperlukan, pengangkutan air dalam tangki dapat ditambahkan desinfektan.



Gambar 11 Diagram alir proses produksi air mineral dari air baku yang berasal dari air hujan

Penyimpanan Air Baku

Air baku seharusnya ditampung/disimpan di dalam bak atau tangki yang memenuhi syarat sebagai penampung/penyimpan air minum.

Penyaringan Awal

Penyaringan awal dilakukan dengan makrofilter menggunakan pasir atau saringan lain untuk menyaring partikel-partikel yang kasar. Pasir yang dipakai setara dengan butir-butir silika (SiO_2) minimal 95% dengan ukuran tergantung dari mutu kejernihan air yang dinyatakan dalam satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).

Penyaringan awal pada proses produksi air mineral bersifat *optional* atau dapat tidak dilakukan jika air baku yang digunakan telah melalui penyaringan kasar.

Penyaringan dengan Karbon Aktif

Sebaiknya menggunakan karbon aktif sebagai bahan penyaring untuk menyerap bau, rasa, warna, sisa klor dan bahan organik. Bahan baku karbon aktif berasal dari bahan yang aman bagi kesehatan dan terdapat informasi asal dari bahan karbon aktif tersebut. Karbon aktif dapat berasal dari tanaman, tulang hewan dan bahan lain sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Jika terbuat dari tulang babi, maka pada Label harus dicantumkan keterangan berupa tulisan “Pada proses pembuatannya

bersinggungan dan/atau menggunakan fasilitas bersama dengan bahan bersumber babi” dan gambar babi. Untuk kondisi tertentu yang air bakunya mengandung kadar logam tinggi (besi, mangan) dapat digunakan filter khusus untuk mengurangi kadarnya.

Penyaringan dengan karbon aktif pada proses produksi air mineral bersifat *optional* atau dapat tidak dilakukan jika air baku yang digunakan telah melalui penyaringan halus.

Penyaringan dengan Mikrofilter

Penyaringan dengan mikrofilter berfungsi sebagai penyaring partikel halus. Mikrofilter harus berukuran maksimal 10 (sepuluh) mikron dan dalam kondisi bersih, serta dilakukan regenerasi secara berkala untuk menjadi efektivitas penyaringan.

Peringatan!

Tahap ini merupakan tahap kritis. Mikrofilter harus selalu dalam kondisi bersih.

Desinfeksi dengan Ozon (ditambah dengan penyinaran UV)

Desinfeksi berfungsi untuk membunuh mikroba patogen. Apabila desinfeksi menggunakan ozon, proses desinfeksi dapat dilakukan dalam tangki pencampur ozon atau injeksi ozon ke dalam pipa. Kadar ozon dalam tangki pencampur harus berkisar 0,2 – 0,6 ppm dan

kadar residu ozon sesaat setelah pengisian berkisar antara 0,1 – 0,4 ppm. Pemeriksaan kadar residu ozon dilakukan secara berkala dan dibuat dokumentasi.

Jika desinfeksi ditambah dengan penyinaran lampu Ultra Violet (UV) menggunakan panjang gelombang 254 nm atau 2537 Å, dengan intensitas minimum 10.000 mW per cm². Pencatatan terhadap penggunaan lampu UV perlu dilakukan untuk memastikan lampu UV tetap bekerja secara efektif. Jika desinfeksi menggunakan ion silver pada produk maksimal 25 ppb. Tahap ini merupakan tahap kritis. Fungsi desinfeksi dengan ozon, sinar UV dan ion silver bertujuan membunuh mikroba patogen.

Jika menggunakan desinfeksi dengan ozon, maka perlu adanya pemantauan bromat secara berkala.

Peringatan !

Tahap ini merupakan tahap kritis. Fungsi desinfeksi dengan ozon, sinar UV dan ion silver bertujuan membunuh mikroba patogen.

Pencucian Kemasan

Pencucian kemasan dilakukan untuk memastikan kondisi kemasan telah higienis dan tersanitasi sebelum kontak dengan pangan. Metode disesuaikan dengan jenis kemasan yang digunakan. Jenis kemasan yang digunakan harus sesuai dengan ketentuan peraturan

perundang-undangan. Tahapan pencucian dalam dilihat pada **Gambar 12**.

a. Kemasan sekali pakai

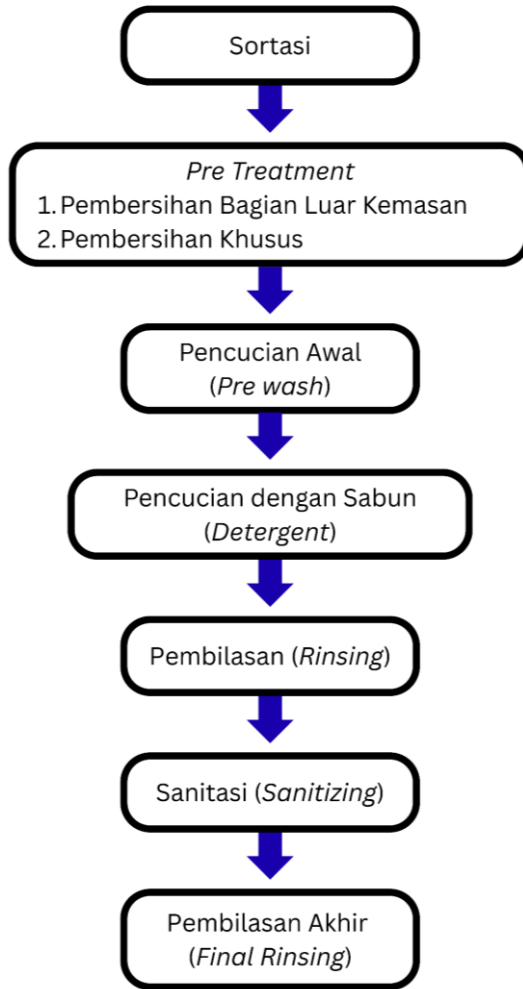
Kemasan sekali pakai tidak harus dicuci dan atau dibilas, tetapi jika hal ini dilakukan, maka harus secara saniter.

b. Kemasan dipakai ulang/galon

Secara umum proses pencucian kemasan galon dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sortasi

Kemasan galon yang dapat dipakai ulang harus dilakukan pemeriksaan secara visual dengan teliti sebelum pencucian untuk memastikan tidak ada kerusakan pada kemasan galon yang akan digunakan. Sortasi juga bertujuan untuk memisahkan kemasan galon yang memerlukan perlakuan pembersihan khusus (akibat kotoran yang sulit dibersihkan) dengan kemasan galon yang kondisinya cukup baik. Kemasan galon yang tidak layak digunakan (*reject*) harus dipisahkan penyimpanannya dari kemasan galon yang layak digunakan. Pemisahan dilakukan sedemikian rupa, misal dengan adanya area khusus atau penandaan, sehingga tidak berisiko tercampur dengan kemasan galon yang akan diproses pada tahap selanjutnya.



Gambar 12 Diagram alir proses pencucian kemasan dipakai ulang

2. Pre Treatment

a. Pembersihan Bagian Luar Kemasan

Pembersihan bagian luar kemasan galon dapat dilakukan secara manual maupun dengan mesin. Pembersihan dapat menggunakan sikat dan air bertekanan. Penggunaan sikat dipastikan seharusnya tidak berpotensi merusak permukaan kemasan.

b. Pembersihan Khusus

Pembersihan khusus dilakukan apabila terdapat kotoran yang sukar dihilangkan dan diperlukan pembersihan khusus secara mekanik. Jika menggunakan sikat untuk pembersihan secara mekanik dipastikan sikat tidak merusak kemasan. Penggunaan bahan kimia yang bersifat alkali kuat dengan waktu kontak yang lama pada proses pembersihan, seharusnya dihindari untuk mencegah peningkatan risiko migrasi BPA pada kemasan galon jenis Polikarbonat (PC).

3. Pencucian Awal

Pencucian dengan air biasa yang dispray kedalam isi galon untuk memastikan tidak ada kotoran yang tertinggal.

4. Pencucian dengan Sabun

Untuk membersihkan kemasan dapat digunakan jenis deterjen yang aman untuk pangan (*food grade*) dengan suhu 55-75°C.

5. Pembilasan

Tahapan pembilasan dengan air untuk memastikan tidak ada residu detergen yang tersisa di kemasan galon guna ulang. Adanya Residu detergen yang masih ada dalam kemasan dan bersifat alkali (pH 11 – 12) dapat meningkatkan risiko migrasi BPA pada kemasan galon jenis Polikarbonat (PC).

6. Sanitasi

Sanitasi dengan desinfektan dapat digunakan air ozon atau desinfektan lain yang aman untuk pangan. Dosis penggunaan sanitiser seharusnya dipantau untuk memastikan efektifitasnya.

7. Pembilasan Akhir

Pembilasan akhir merupakan tahapan penting untuk menghilangkan residu desinfektan dan deterjen, dan residu bahan pencuci harus tidak terdeteksi. Pembilasan akhir seharusnya menggunakan air produk yang akan diisi. Tahap pencucian merupakan tahapan kritis untuk menghindari potensi migrasi bahan kimia pada kemasan. Harus dilakukan pengendalian dan pemantauan serta pencatatan terhadap proses ini.

Peringatan!

Tahap pencucian merupakan tahapan kritis untuk menghindari potensi migrasi bahan kimia pada kemasan. Harus dilakukan pengendalian dan pemantauan serta pencatatan terhadap proses ini.

Pengisian dan Penutupan

Proses pengisian dan penutupan botol atau gelas harus dilakukan secara higienis dalam ruang pengisian yang bersih dan saniter. Suhu dalam ruang pengisian maksimal 25°C. Pengisian dapat disertai dengan penambahan O₂, CO₂, dan atau N₂. Tahap ini merupakan tahap kritis. Pengisian dan penutupan botol atau gelas harus dilakukan secara higienis untuk mencegah kontaminasi silang dari lingkungan.

Peringatan!

Tahap ini merupakan tahap kritis. Pengisian dan penutupan botol atau gelas harus dilakukan secara higienis untuk mencegah kontaminasi silang dari lingkungan.

Pengepakan

Pengepakan dapat menggunakan kotak karton, plastik *shrink*, krat plastik atau bahan lainnya.

Cara dan persyaratan produksi air mineral juga diberlakukan untuk proses produksi air minum pH tinggi.

4.4 Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik

Proses produksi air mineral dan pengendalian prosesnya harus memenuhi Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam penerapan Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik

adalah personel yang terlibat dalam pengolahan air hujan harus menjaga kebersihan diri, berperilaku higienis, dan dalam kondisi sehat agar tidak menjadi sumber kontaminasi. Penerapan hal ini sangat penting untuk menjamin air minum aman dikonsumsi.

4.4.1 Kebersihan Personel

Kebersihan personel harus terjaga dan dievaluasi melalui pemeriksaan terhadap kebersihan pakaian kerja, kebersihan kuku, atau hal lain yang diduga mengakibatkan pencemaran/kontaminasi produk. Personel seharusnya mencuci tangan ketika kebersihan personel mempengaruhi keamanan pangan pada saat:

- a. awal kegiatan penanganan pangan
- b. segera setelah menggunakan toilet
- c. setelah menangani bahan mentah atau bahan lain yang berpotensi menimbulkan kontaminasi silang.

Pakaian kerja yang digunakan di area pengolahan seharusnya bersih dan lengkap meliputi: sarung tangan (bila diperlukan), tutup rambut termasuk jenggot, kumis dan jambang, masker, dan sepatu khusus (bila diperlukan). Penggunaan pakaian kerja bertujuan untuk mencegah pencemaran produk serta sarana pengolahan terhadap bahan-bahan asing dari luar ruang pengolahan dan bagian-bagian tubuh personel seperti rambut, kuku, kulit, dan lain-lain.

4.4.2 Perilaku Personel

Personel seharusnya tidak makan, minum, meludah, merokok, atau melakukan tindakan lain di area pengolahan yang menyebabkan pencemaran/kontaminasi silang. Perhiasan, jam tangan, pin, bros, termasuk jarum untuk jilbab atau barang lainnya tidak boleh dikenakan atau dibawa ke area pengolahan jika berisiko terhadap keamanan air minum. Peringatan atau informasi terkait higiene personel tersedia untuk mengingatkan personel agar mematuhi peraturan higiene yang berlaku.

4.4.3 Kesehatan Personel

Personel dalam keadaan sehat, bebas dari luka/penyakit kulit, atau hal lain yang diduga mengakibatkan pencemaran terhadap produk. Personel yang diketahui, atau diduga, menderita penyakit, atau pembawa penyakit yang mungkin ditularkan melalui pangan tidak diperbolehkan masuk ke area pengolahan untuk mencegah kontaminasi. Pada skala industri, personel yang tertular segera melaporkan penyakit atau gejalanya ke manajemen.

Manajemen sarana produksi seharusnya memiliki program pemantauan kesehatan bagi personel, termasuk tindakan-tindakan efektif untuk mencegah karyawan yang diketahui mengidap penyakit yang dapat

mengontaminasi produk (seperti luka, TBC, Hepatitis, Tipus). Program pemantauan kesehatan rutin bagi personel yang kontak langsung dengan produk, adalah sebagai berikut:

- a. *Screening* kesehatan saat penerimaan personel;
- b. Pemeriksaan kesehatan secara berkala. Pemeriksaan kesehatan bila diperlukan berdasarkan faktor risiko berupa pemeriksaan fisik (vital sign/ciri fisik khusus), saluran pernapasan dengan rontgen (TBC dan ISPA), saluran pencernaan (Tipus, Hepatitis, dan disentri), dan penyakit menular lainnya yang dibawa melalui makanan; dan
- c. Program monitoring internal di fasilitas produksi misalnya pemantauan terhadap penyakit kulit menular, bisul, dan luka terbuka.

Catatan pemeriksaan kesehatan personel harus tersedia untuk mengetahui kondisi personel saat menangani pangan yang akan diolah. Catatan kesehatan personel memuat jadwal pemeriksaan kesehatan personel dan tindak lanjut terhadap hasil pemantauan atau pemeriksaan kesehatan personel. Catatan juga mencakup pelaporan ketika personel mengalami sakit atau kecelakaan kerja/luka.

4.5 Hal-hal yang Harus Diperhatikan Pada Proses Pengolahan Air Hujan

Agar sistem pemanenan dan pengolahan air hujan berfungsi secara optimal serta menghasilkan air baku dan air minum yang aman dikonsumsi, terdapat beberapa hal penting yang perlu diperhatikan oleh pengguna, baik di tingkat rumah tangga maupun skala komunal. Berikut adalah poin-poin utama yang wajib diperhatikan:

- a. Bersihkan talang dan saluran air minimal satu bulan sekali untuk mencegah penumpukan kotoran seperti daun, ranting, dan debu yang dapat mencemari air hujan.
- b. Gunakan penutup pada tangki penyimpanan agar air tidak terkontaminasi oleh debu, serangga, binatang kecil, atau bahan pencemar lainnya.
- c. Hindari penggunaan atap berbahan asbes atau seng yang berkarat, karena dapat melepaskan partikel berbahaya ke dalam air hujan yang ditampung.
- d. Pasang sistem pembilas awal (*first flush*) untuk membuang aliran air hujan pertama yang biasanya mengandung polutan lebih tinggi.
- e. Lakukan analisis kualitas air secara berkala terutama jika air hujan akan digunakan sebagai air minum, guna memastikan air memenuhi standar kesehatan.
- f. Pastikan semua komponen sistem seperti filter, talang, dan tangki dalam kondisi baik dan lakukan perawatan rutin.

- g. Jauhkan area pemanenan dari sumber kontaminasi udara, seperti pembakaran sampah, penyemprotan pestisida, atau kegiatan industri yang menghasilkan polutan. Kegiatan selain pemanenan air hujan harus dilakukan pada jarak yang aman dari area pemanenannya.
- h. Gunakan bahan bangunan yang aman dan tidak melepaskan zat berbahaya, terutama jika sistem digunakan untuk menghasilkan air minum. Bahan bangunan tertentu dapat mempengaruhi kualitas air minum dari sistem pemanenan air hujan (misalnya timbal, tembaga, cat metalik tertentu).

Dengan memperhatikan hal-hal di atas, diharapkan efektivitas dan keamanan sistem pengolahan air hujan dapat terjaga dalam jangka panjang.

BAB V

PERSYARATAN KEAMANAN DAN MUTU AIR BAKU DAN AIR MINUM YANG BERASAL DARI AIR HUJAN

” Persyaratan mutu pangan merupakan karakteristik dasar mutu pangan dalam keadaan normal yang didasarkan pada kriteria organoleptik, fisik dan atau komposisi. Sementara, persyaratan keamanan pangan di antaranya dengan pemenuhan persyaratan sanitasi berupa persyaratan batas cemaran pangan dan penghindaran penggunaan bahan yang berisiko terhadap keamanan pangan”

BAB V

PERSYARATAN KEAMANAN DAN MUTU AIR BAKU DAN AIR MINUM YANG BERASAL DARI AIR HUJAN

Keamanan pangan merupakan kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan dan budaya masyarakat sehingga aman dikonsumsi. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan, penyelenggaraan keamanan pangan dilaksanakan salah satunya melalui pemberian jaminan keamanan dan mutu pangan. Upaya pemberian jaminan mutu dan keamanan pangan, dilakukan melalui penerapan sistem jaminan mutu dan keamanan pangan yang dibuktikan dengan pemenuhan persyaratan mutu dan keamanan pangan. Persyaratan mutu pangan merupakan karakteristik dasar mutu pangan dalam keadaan normal yang didasarkan pada kriteria organoleptik, fisik dan/atau komposisi. Sementara, persyaratan keamanan pangan di antaranya dengan pemenuhan persyaratan sanitasi berupa persyaratan batas cemaran pangan dan penghindaran penggunaan bahan yang berisiko terhadap keamanan pangan

Air baku dan air minum merupakan salah satu jenis pangan yang penting dan juga merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi kelangsungan hidup manusia. Oleh karena itu, perlu ada jaminan terhadap akses, kecukupan, dan keamanan air minum agar dapat menghasilkan manfaat bagi kesehatan. Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mengatur baku mutu air nasional yang berasal dari air sungai dan sejenisnya serta air danau dan sejenisnya, yang masing - masing dikategorikan menjadi empat kelas (kelas satu sampai dengan kelas empat, berdasarkan tujuan pemanfaatannya). Berikut klasifikasi air berdasarkan Peraturan Pemerintah tersebut:

1. Kelas satu merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk **air baku air minum**, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana, rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau

peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

4. Kelas empat merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

Sesuai pengelompokan tersebut di atas, air baku untuk air minum termasuk dalam kelas satu dan harus memenuhi persyaratan mutu dan keamanan. Sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/2-16 tentang penyelenggaraan sistem penyediaan air minum, definisi air baku adalah air yang berasal dari sumber air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum. Air minum adalah air minum rumah tangga melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

5.1 Persyaratan Air Baku yang Berasal dari Air Hujan

Persyaratan keamanan air baku yang berasal dari air hujan mencakup persyaratan kandungan Fe, Mn, As, Cd, Pb, Hg, Cr, NO₂, NO₃, SO₄ dan cemaran mikroba (total coliform) sebagaimana tercantum pada **Tabel 4**.

Persyaratan mutu air baku meliputi warna, zat padat terlarut/*Total Dissolved Solid* (TDS), pH, bau, dan kekeruhan (**Tabel 5.**). Zat padat terlarut secara alami ada pada air hujan dan tidak menimbulkan risiko kesehatan. Akan tetapi, semakin tinggi nilai TDS, maka air tidak enak dikonsumsi dan menunjukkan tingkat kontaminasi pada air.

Tabel 4 Persyaratan keamanan air baku

No	Parameter	Batas Maksimal
1	Besi (Fe) ^{*)}	0,2 mg/L
2	Mangan (Mn) ^{*)}	0,1 mg/L
3	Arsen (As) ^{*)}	0,01 mg/L
4	Kadmium (Cd) ^{*)}	0,003 mg/L
5	Timbal (Pb) ^{*)}	0,03 mg/L
6	Merkuri (Hg) ^{*)}	0,001 mg/L
7	Kromium valensi 6 (Cr ⁶⁺) ^{*)}	0,01 mg/L
8	Nitrit (NO ₂) ^{*)}	3 mg/L
9	Nitrat (NO ₃) ^{*)}	20 mg/L, sebagai NO ₃
10	Sulfat (Sebagai SO ₄)	30 mg/L
11	Total coliform	maksimal 50 CFU/100ml

^{*)} terlarut

Tabel 5 Persyaratan mutu air baku

No	Parameter	Batas Maksimal
1	Warna	10 TCU (<i>True Color Unit</i>)
2	Zat Padat Terlarut/ <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS)	<300 mg/L
3	pH	6,0 – 8,5
4	Bau	Tidak berbau
5	Kekeruhan	<3 NTU

5.2 Persyaratan Air Minum yang Berasal dari Air Hujan

Sejalan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, air minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Penggunaan air minum tidak saja untuk dikonsumsi langsung atau sebagai air minum namun juga untuk keperluan lain seperti memasak, mencuci bahan pangan dan peralatan makan dan minum, maupun keperluan non pangan seperti mandi dan beribadah.

Dalam upaya memberikan perlindungan dan peningkatan kualitas air minum yang aman diperlukan penerapan teknologi tepat guna dalam meminimalisasi

faktor risiko fisik, kimia dan mikrobiologi yang dapat menjadi penyebab penyakit dan/atau gangguan kesehatan. Model teknologi tepat guna tersebut pada media air termasuk teknologi tepat guna air hujan. Untuk memastikan bahwa air minum yang berasal dari hujan dapat dikonsumsi, maka diperlukan persyaratan keamanan dan mutu yang akan menjadi acuan.

Air hujan dapat diolah menjadi air minum, air mineral atau air mineral dengan pH tinggi. Persyaratan mutu dan keamanan untuk air minum yang berasal dari air hujan mengikuti Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan dan atau perubahannya.

1. Persyaratan Keamanan dan mutu air minum yang berasal dari air hujan

Persyaratan keamanan dan mutu air minum yang berasal dari air hujan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan atau perubahannya. Parameter mutu yang dipersyaratkan meliputi warna, suhu, kekeruhan, bau, zat padat terlarut dan pH. Persyaratan keamanan air minum yang berasal dari air hujan disajikan pada **Tabel 6**. Parameter keamanan yang dipersyaratkan mencakup kandungan Fe, Mn, As, Cd, Pb, Cr, NO₂, NO₃, F, Al, dan

cemaran mikroba (*E.coli* dan total koliform).
 Persyaratan mutu air minum disajikan dalam **Tabel 7**.

Tabel 6 Persyaratan keamanan air minum

No	Parameter	Batas Maksimal
1	Besi (Fe) ^{*)}	0,2 mg/L
2	Mangan (Mn) ^{*)}	0,1 mg/L
3	Arsen (As) ^{*)}	0,01 mg/L
4	Kadmium (Cd) ^{*)}	0,003 mg/L
5	Timbal (Pb) ^{*)}	0,01 mg/L
6	Kromium valensi 6 (Cr ⁶⁺) ^{*)}	0,01 mg/L
7	Nitrit (Sebagai NO ₂) ^{*)}	3 mg/L
8	Nitrat (Sebagai NO ₃) ^{*)}	20 mg/L
9	Sisa Klor ^{*)}	0,2-0,5 mg/L dengan waktu kontak 30 menit
10	Fluoride (F) ^{*)}	1,5 mg/L
11	Aluminium (Al) ^{*)}	0,2 mg/L
12	<i>E. coli</i>	0 CFU/100 mL
13	Total koliform	0 CFU/100 mL

^{*)} **terlarut**

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023

Tabel 7 Persyaratan mutu air minum

No	Parameter	Batas Maksimal
1	Warna	10 TCU
2	Suhu	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$
3	Kekeruhan	< 3 NTU
4	Bau	Tidak berbau
5	Zat padat terlarut/ <i>total dissolved solid</i> (TDS)	< 300 mg/L
6	pH	6,5 – 8,5

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023

2. Persyaratan keamanan dan mutu air mineral yang berasal dari air hujan

Persyaratan keamanan dan mutu air mineral yang berasal dari air hujan sesuai dengan SNI 3553-2023: Air Mineral atau perubahannya. Parameter mutu yang dipersyaratkan antara lain keadaan, pH, kekeruhan, zat yang terlarut, zat organik, dan lain-lain yang disajikan pada **Tabel 8**. Air mineral yang berasal dari air hujan juga harus memenuhi persyaratan keamanan lainnya yaitu persyaratan kriteria mikrobiologi yang disajikan pada **Tabel 9**.

Tabel 8 Persyaratan keamanan dan mutu air mineral yang berasal dari air hujan

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Warna	Unit Pt-Co	maks. 5
1.2	Bau	-	tidak berbau
1.3	Rasa	-	normal
1.4	Rasa berkarbonasi	-	Khas berkarbonasi ¹⁾
2	pH	-	6,0-8,5/min 4,0 ¹⁾
3	Kekeruhan	NTU	maks. 1,5
4	Zat yang terlarut	mg/l	maks. 500
5	Zat organik (angka KMnO ₄)	mg/l	maks. 1,0
6	Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/l	maks. 20
7	Nitrit (sebagai NO ₂)	mg/l	maks. 0,1
8	Amonium (NH ₄)	mg/l	maks. 0,15
9	Sulfat (SO ₄)	mg/l	maks. 200
10	Klorida (Cl ⁻)	mg/l	maks. 250
11	Fluorida (F)	mg/l	maks. 1
12	Sianida (CN ⁻)	mg/l	maks. 0,05

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
13	Besi (Fe)	mg/l	maks. 0,1
14	Mangan (Mn)	mg/l	maks. 0,05
15	Klor bebas (Cl ₂)	mg/l	maks. 0,1
16	Kromium (Cr)	mg/l	maks. 0,05
17	Barium (Ba)	mg/l	maks. 0,7
18	Boron (B)	mg/l	maks. 2,4
19	Selenium (Se)	mg/l	maks. 0,01
20	Bromat (BrO ₃) ²⁾	mg/l	maks. 0,01
21	Perak (Ag) ³⁾	mg/l	maks. 0,025
22	Kadar oksigen (O ₂) terlarut awal ^{4)*)}	mg/l	min. 40,0
23	Kadar oksigen (O ₂) terlarut akhir ^{4)**)}	mg/l	min. 20,0
24	Cemaran logam berat		
24.1	Timbal (Pb)	mg/l	maks. 0,005
24.2	Kadmium (Cd)	mg/l	maks. 0,003
24.3	Timah (Sn)	mg/l	maks. 40/maks 100 ⁵⁾
24.4	Merkuri (Hg)	mg/l	maks. 0,001

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
24.5	Arsen (As)	mg/l	maks. 0,01
25	Cemaran mikroba		Lihat Tabel 9
1) Untuk air mineral berkarbonasi 2) Untuk air mineral yang diproses dengan ozonisasi 3) Untuk air mineral yang diproses dengan ion perak 4) Untuk air mineral beroksigen 5) Untuk air mineral yang dikemas dalam kaleng *) Di pabrik **) Di pasaran			

Sumber: SNI 3553-2023: Air Mineral

Tabel 9 Persyaratan Kriteria mikrobiologi air mineral yang berasal dari air hujan

No	Jenis cemaran mikroba	n	c	m	M
1	Angka Lempeng Total	5	2	10 ³ koloni/ml	10 ⁵ koloni/ml
2	Koliform	5	0	0/250 ml	NA
3	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	0	0/250 ml	NA
CATATAN					
n merupakan jumlah sampel yang harus diambil dan dianalisis dari satu lot/ <i>batch</i> pangan olahan					

- c merupakan jumlah sampel hasil analisis dari **n** yang boleh melampaui **m** namun tidak boleh melebihi **M** untuk menentukan keberterimaan pangan olahan
- m merupakan batas mikroba yang dapat diterima yang menunjukkan bahwa proses pengolahan pangan telah memenuhi cara produksi pangan olahan yang baik
- M merupakan batas maksimal mikroba
- NA adalah *not applicable*

Sumber: SNI 3553-2023: Air Mineral

3. Persyaratan keamanan dan mutu air minum pH tinggi yang berasal dari air hujan

Persyaratan keamanan dan mutu air minum pH tinggi yang berasal dari air hujan sesuai dengan SNI 8982-2021 Air Minum pH Tinggi atau perubahannya. Parameter mutu yang dipersyaratkan antara lain keadaan, pH, kekeruhan, zat yang terlarut, zat organik, dan lain-lain yang disajikan pada **Tabel 10**. Air minum pH tinggi yang berasal dari air hujan juga harus memenuhi persyaratan keamanan lainnya yaitu persyaratan kriteria mikrobiologi yang disajikan pada **Tabel 11**.

Tabel 10. Persyaratan keamanan dan mutu air minum pH tinggi

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Warna	Unit Pt-Co	maks. 5
1.2	Bau	-	tidak berbau
1.3	Rasa	-	normal
2	pH	-	8,6 – 9,5
3	Kekeruhan	NTU	maks. 1,5
4	Zat yang terlarut	mg/l	maks. 500
5	Zat organik (angka KMnO ₄)	mg/l	maks. 1,0
6	Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/l	maks. 44
7	Nitrit (sebagai NO ₂)	mg/l	maks. 0,1
8	Amonium (NH ₄)	mg/l	maks. 0,15
9	Sulfat (SO ₄)	mg/l	maks. 200
10	Klorida (Cl ⁻)	mg/l	maks. 250
11	Fluorida (F)	mg/l	maks. 1
12	Sianida (CN ⁻)	mg/l	maks. 0,05
13	Besi (Fe)	mg/l	maks. 0,1
14	Mangan (Mn)	mg/l	maks. 0,05

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
15	Klor bebas (Cl ₂)	mg/l	maks. 0,1
16	Kromium (Cr)	mg/l	maks. 0,05
17	Barium (Ba)	mg/l	maks. 0,7
18	Boron (B)	mg/l	maks. 2,4
19	Selenium (Se)	mg/l	maks. 0,01
20	Bromat (BrO ₃) ¹⁾	mg/l	maks. 0,01
21	Perak (Ag) ²⁾	mg/l	maks. 0,025
22	Kadar oksigen (O ₂) terlarut ³⁾	mg/l	min. 20,0
23	Cemaran logam berat		
23.1	Timbal (Pb)	mg/l	maks. 0,005
23.2	Kadmium (Cd)	mg/l	maks. 0,003
23.3	Merkuri (Hg)	mg/l	maks. 0,001
23.4	Arsen (As)	mg/l	maks. 0,01
24	Cemaran mikroba		Lihat Tabel 11
CATATAN			
1) Diuji jika dilakukan desinfeksi dengan proses ozonisasi			
2) Diuji jika dilakukan desinfeksi dengan ion perak			
3) Diuji jika dilakukan penambahan O ₂			

Sumber: SNI 8982-2021 Air Minum pH Tinggi

Tabel 11 Persyaratan kriteria mikrobiologi untuk air minum pH tinggi yang berasal dari air hujan

No	Jenis cemaran mikroba	n	c	m	M
1	Angka Lempeng Total	5	2	maks. 10^3 koloni/ml	maks. 10^5 koloni/ml
2	Koliform	5	0	0/250 ml	NA
3	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	0	0/250 ml	NA

CATATAN

- n merupakan jumlah sampel yang harus diambil dan dianalisis dari satu lot/*batch* pangan olahan
- c merupakan jumlah sampel hasil analisis dari **n** yang boleh melampaui **m** namun tidak boleh melebihi **M** untuk menentukan keberterimaan pangan olahan
- m merupakan batas mikroba yang dapat diterima yang menunjukkan bahwa proses pengolahan pangan telah memenuhi cara produksi pangan olahan yang baik
- M merupakan batas maksimal mikroba
- NA adalah *not applicable*

Sumber: SNI 8982-2021 Air Minum pH Tinggi

BAB VI PENUTUP

“Pedoman ini diharapkan dapat memberikan acuan teknis dan praktis bagi pelaku usaha dan pemangku kepentingan dalam pengelolaan air hujan menjadi air baku dan air minum yang aman dan bermutu. Sehingga dapat mendukung keberlanjutan sumber daya air dan mendorong pemanfaatan air hujan secara aman, bermutu, dan berkelanjutan.”

BAB VI PENUTUP

Air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan. Adanya perubahan iklim, penurunan kualitas dan ketersediaan air tanah, serta pencemaran lingkungan menyebabkan kelangkaan air yang akan digunakan untuk keperluan sehari-hari. Air hujan merupakan salah satu alternatif sumber daya berkualitas yang dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Pemanfaatan air hujan melalui sistem pemanenan (*rainwater harvesting*) dapat menjadi solusi strategis, khususnya di daerah rawan air atau terpencil, yang dapat diterapkan baik di skala rumah tangga, komunal maupun industri.

Namun demikian, terdapat beberapa tantangan yang perlu dicermati dalam pemanfaatan air hujan diantaranya:

1. Ketersediaan pasokan air hujan yang bergantung kepada musim, wilayah, serta potensi perubahan iklim, berdampak kepada perencanaan kebutuhan pengelolaan air hujan sebagai air baku dan air minum.
2. Keterbatasan regulasi air hujan sebagai air baku dan air minum akan berdampak pada ketersediaan standar untuk pengawasan keamanan dan mutunya.

3. Persepsi dan pengetahuan masyarakat yang masih beragam terkait pemanfaatan air hujan sebagai air baku dan air minum.
4. Kebutuhan biaya untuk investasi dan operasional serta pemeliharaan infrastruktur pengelolaan air hujan sebagai air baku dan air minum memerlukan perencanaan yang matang terkait penyediaan anggarannya.

Dalam menghadapi dan mengatasi tantangan-tantangan tersebut perlu dilakukan beberapa upaya dan koordinasi dari semua pemangku kepentingan, antara lain:

- a. Melakukan penyesuaian metode pengumpulan air hujan sesuai dengan letak geografis.
- b. Meningkatkan pengetahuan terhadap ramalan cuaca dari BMKG.
- c. Menetapkan kebijakan pemanfaatan air hujan, khususnya terkait dengan acuan cara pengolahan air hujan serta persyaratan keamanan dan mutu air baku dan air minum yang berasal dari hujan. yang dapat memperbanyak peraturan-peraturan yang dapat meningkatkan pengawasan keamanan dan mutu tanpa membatasi gairah masyarakat terhadap pemanenan air hujan.
- d. Meningkatkan sosialisasi pemanfaatan air hujan sebagai air baku dan air minum di seluruh lapisan masyarakat termasuk di dunia pendidikan.
- e. Pengembangan *pilot project* proses pemanenan air hujan dengan metode yang baik di berbagai daerah

sebagai percontohan di masyarakat dengan biaya terjangkau.

Pedoman ini diharapkan dapat memberikan acuan teknis dan praktis bagi pelaku usaha dan pemangku kepentingan dalam pengelolaan air hujan menjadi air baku dan air minum yang aman dan bermutu. Sehingga dapat mendukung keberlanjutan sumber daya air dan mendorong pemanfaatan air hujan secara aman, bermutu, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. N. F., Ismail, A., Juahir, H., Ahmad, R. B., Lananan, F., Hashim, N. M., Ariffin, N., Zali, M. A., Mohd, T. A. T., Hussin, M. H. F., & Mahmood, R. I. S. R. (2022). *Chemical composition of rainwater harvested in East Malaysia*. *Environmental Engineering Research*, 27(2), 200508.
- Ahammed, M. M., & Meera, V. (2010). *Metal oxide/hydroxide-coated dual-media filter for simultaneous removal of bacteria and heavy metals from natural waters*. *Journal of Hazardous Materials*, 181(1–3), 788–793.
- Ariyabandu, R. D. S. (2001). *Rain water jar programme in North East Thailand (Domestic Roofwater Harvesting Research Programme, RN – RWH 03)*. Lanka Rain Water Harvesting Forum. Project funded by the UK Department for International Development (DFID).
- Attia, A. A. (2010). *New proposed system for freeze water desalination using auto reversed R-22 vapor compression heat pump*. *Desalination*, 254(1–3), 179–184.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2024). *Catatan iklim dan kualitas udara Indonesia 2024*. Jakarta: Deputi Bidang Klimatologi, BMKG.

- Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2022. Pedoman Teknis (Code of Practices) Pengawasan Produksi dan Peredaran Air Minum dalam Kemasan (AMDK).
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK. 02.02.1.2.01.22.63 Tahun 2022 Tentang Pedoman Pemeriksaan Sarana Produksi Pangan Olahan.
- Badriyah et al. 2025. Pemanfaatan Pasir Silika, Manganese Greensand, dan Karbon Aktif sebagai Bahan Filter Air Telaga Desa Rancang Kencono Lamongan. *Environmental Engineering Journal ITATS*. Vol. 5, No. 1, Februari 2025.
- California Building Standards Commission. (2022). California plumbing code (California Code of Regulations, Title 24, Part 5). Sacramento, CA: Author.
- Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M. J., Friedler, E., DeBusk, K., Fisher-Jeffes, L. N., Ghisi, E., Rahman, A., Furumai, H., & Han, M. (2017). Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. *Water Research*, 115, 195–209. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.02.056>
- Chubaka, C. E., Whiley, H., Edwards, J. W., & Ross, K. E. (2018). A review of roof harvested rainwater in Australia. *Journal of Environmental and Public Health*, 2018, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2018/6471324>
- Codex Alimentarius Commission. (2023). *Guidelines for the safe use and reuse of water in food production and*

- processing* (CXG 100-2023). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization.
- Colorado Department of Natural Resources. (2023). *Rainwater collection in Colorado*. Denver, CO: Author.
- Colorado General Assembly. (2016). House Bill 16-1005: Residential precipitation collection. Denver, CO: State of Colorado.
- Colorado General Assembly. (2009). Senate Bill 09-080: Rainwater collection pilot projects. Denver, CO: State of Colorado.
- Colorado Revised Statutes. (n.d.). §§ 37-96.5-103; 37-92-602(1)(g); 37-90-105(1)(f); 37-90-105(7).
- Dr. -Ing. Ir. Agus Maryono. 2022. *Memanen Air Hujan*. Gadjah Mada University Press.
- Doyle KC and Shanahan P. 2012. *Effect of first flush on storage-reliability-yield of rainwater harvesting*. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development, 02.1, 2012.
- Environmental Health Committee (enHealth). (2010). *Guidance on the Use of Rainwater Tanks*. Canberra: Australian Government Department of Health and Ageing.
- European Parliament & Council of the European Union. (2020, December 16). *Directive (EU) 2020/2184 on the quality of water intended for human consumption*. EUR-Lex.

- Fahri Khaw, et al. (2023). Kajian Keekonomian Hujan dalam menunjang Kebutuhan Air Masyarakat di Desa Batu Merah Kota Ambon. *Jurnal Makila*, Vol 17 (2) 2023:132-148.
- Girard, J. (2013). *Principles of environmental chemistry* (3rd ed.). Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.
- Hossen et al., 2023. *Advantages of Ozone Disinfection Method for Water Purification Over Chlorine Disinfection. Natural Resources Conservation and Research* (2023) Volume 6 Issue 2 doi: 10.24294/nrcr.v6i2.2090.
- Howe, K. J., Hand, D. W., Crittenden, J. C., Trussell, R. R., & Tchobanoglous, G. (2012). *Principles of water treatment*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Indriatmoko, H. dan Raharjo, N. (2015). Kajian Pendahuluan Sistem Pemanfaatan Air Hujan. *Jurnal Air Indonesia*. Vol.8 No.1, 2015.
- Jabatan Meteorologi Malaysia. (n.d.). *Iklm Malaysia*. MET Malaysia. <https://www.met.gov.my/en/pendidikan/iklimmalaysia/>
- Jusoh, M., Yunus, R. M., & Hassan, M. A. (2008). *Effect of flowrate and coolant temperature on the efficiency of progressive freeze concentration on simulated wastewater*. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2(11), 308–311.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2009. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan.

- Kementerian Perindustrian. 2010. Peraturan Menteri Perindustrian RI Nomor 75/M-IND/PER/7/2010 Tentang pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (Good Manufacturing Practices)
- Lani, N. H. M., Yusop, Z., & Syafiuddin, A. (2018). A review of rainwater harvesting in Malaysia: Prospects and challenges. *Water*, 10(4), 506. <https://doi.org/10.3390/w10040506>
- Latif, S., Alim, M. A., Rahman, A., & Haque, M. M. (2023). A review on chlorination of harvested rainwater. *Water*, 15(15), 2816.
- Lebu, S., Lee, A., Salzberg, A., & Bauza, V. (2024). Adaptive strategies to enhance water security and resilience in low- and middle-income countries: A critical review. *The Science of the Total Environment*, 925, 171520. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171520>
- Lee, J. Y., Yang, J. S., Han, M., & Choi, J. (2010). Comparison of the microbiological and chemical characterization of harvested rainwater and reservoir water as alternative water resources. *Science of the Total Environment*, 408(4), 896–905.
- Liu, X., Ren, Z., Ngo, H. H., He, X., Desmond, P., & Ding, A. (2021). Membrane technology for rainwater treatment and reuse: A mini review. *Water Cycle*, 2, 51–63.
- Ministry of Housing, Transport and Environment. (2009). *Guidelines and manual for rain water harvesting in Maldives*. Government of the Republic of Maldives.

- Miyawaki, O., & Inakuma, T. (2021). *Development of progressive freeze concentration and its application: A review*. *Food and Bioprocess Technology*, 14, 39–51.
- Mohd Shukri, A. A., Azhar, N. Z., Zainol, N. S., & Abdul Aziz, U. L. (2025). *Solar-powered rainwater harvesting system: A proposal for emergency water solutions in Malaysia*. *APS Proceedings*, 19. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1486149>
- Muslihaturroddiyah. (2017). Penerapan sistem panen air hujan pada bangunan rumah tinggal di Kota Bandung. Tugas Akhir. Institut Teknologi Bandung. Available at: <https://digilib.itb.ac.id/gdl/read/136137>
- National Health and Medical Research Council (NHMRC). (2025). *Australian Drinking Water Guidelines: Version 4.0*. Canberra: NHMRC.
- Nugroho, A. P. (2017). Evaluasi dan Optimalisasi Teknologi Pemanen Air Hujan di Daerah Istimewa Yogyakarta. Ringkasan Tesis. Program Studi Ilmu Lingkungan. Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.
- NSF International. (2023). NSF/ANSI standard 53: Drinking water treatment units – Health effects. Ann Arbor, MI: Author.
- Orion Australia. (2023, February 27). *Rainwater harvesting around the world – Japan*. Orion Australia. <https://www.orionaustralia.com.au/blog/rainwater-harvesting-around-the-world-japan>

- Pemerintah Kota Bandung. (2024, 11 November). *Drumpori terus ditanam di Kota Bandung*. Bandung.go.id. Diakses pada 3 September 2025, dari <https://bandung.go.id/citizen/detail/2579/drumpori-terus-ditanam-di-kota-bandung-1731326566>
- Pemerintah Kota Bandung. (2016). *Peraturan Wali Kota Bandung Nomor 1023 Tahun 2016 tentang Bangunan Gedung Hijau*. Bandung: Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum (JDIH) DPRD Kota Bandung. Diakses dari <https://jdih.dprd.bandung.go.id/dokumen/perwali/2016/1023>
- Public Utilities Board. (2024). *Guidance Notes for Rainwater Harvesting Systems*. Revised edition, October. Singapore: Public Utilities Board.
- Radzi, S. H. M., Hamid, N. A., & Ismail, R. F. (2023). An overview of Environmental, Social and Governance (ESG) and company performance. *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences*, 131, 1111–1122. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2023.11.90>
- Raimondi et al., 2023. *Rainwater Harvesting and Treatment: State of the Art and Perspectives*. *Water* 2023, 15, 1518. <https://doi.org/10.3390/w15081518><https://www>
- Richards, S., Rao, L., Connelly, S., Raj, A., Raveendran, L., Shirin, S., Jamwal, P., & Helliwell, R. (2021). Sustainable water resources through harvesting rainwater and the effectiveness of a low-cost water treatment. *Journal of Environmental Management*,

286(290), 112223.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112223>

Sari RN, et al. 2023. Efisiensi Pemanenan Air Hujan (PAH) untuk Mengurangi Limpasan Permukaan di Kawasan Perumahan. *Jurnal Informasi, Sains dan Teknologi* ol. 6 No. 2 Desember 2023. ISSN: 2621-0940, ISSN: 2829-2758, Hal 01-14

Shaari, S. M. (2020). An overview of rainwater harvesting for sustainable future in Malaysia. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 5(14), 255–261. <https://doi.org/10.21834/ebpj.v5i14.2232>

Shukri, A. A. M., Azhar, N. Z., Zainol, N. S., & Abdul Aziz, U. L. (2025). Solar-powered rainwater harvesting system: A proposal for emergency water solutions in Malaysia. *APS Proceedings*, 19, 120–127. <https://www.researchgate.net/publication/389283465>

Siphambe, T. V., Aliyu, A., Souadji, K., Bayongwa, S. A., Amans, T., Fomena-Tchinda, H., Banaon, P. Y., Gina, C. S., Vuai, H. A., Farah, A. M., Niang, A. B., Taicha, A., Ahmed, S., Bashir, A., Abdelbaki, C., Mwamila, T. B., Gwenzi, W., Nya, E. L., & Noubactep, C. (2024). Mitigating flash flooding in the city: Drain or harvest? *Water Science & Technology Water Supply*, 24(3), 812–834. <https://doi.org/10.2166/ws.2024.023>

Sumari, S. M., Muhamad-Darus, F., & Kantasamy, N. (2010). *Rainwater characterization at Global Atmospheric Watch in Danum Valley, Sabah*. In 2010

- International Conference on Science and Social Research (CSSR 2010) (pp. 479–484).
- Sutrisno, E. dan Jazilah. (2024). Analisa Kualitas Air Hujan untuk Keperluan Domestik di Desa Plosobuden, Deket, Lamongan. *Jurnal Teknik Sipil: ELEMEN* Volume 6 Nomor 1.
- Texas Commission on Environmental Quality. (2007). *Harvesting, storing, and treating rainwater for domestic indoor use.*
- Texas Commission on Environmental Quality. (2012). *Rainwater harvesting: A guide for public water systems.*
- United Nations Environment Programme. (2009). *Rainwater harvesting: A lifeline for human well-being.* Nairobi: UNEP
- United States Environmental Protection Agency. (2025, July 25). Summary of the Safe Drinking Water Act. <https://www.epa.gov/sdwa>
- United States Environmental Protection Agency. (n.d.). *Summary of Texas' water reuse guideline or regulation for rainwater collected onsite for potable water reuse.* U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov>
- UN-Habitat & ESCAP. (2015). *Rainwater Harvesting Guidelines (Module 3-3.1).* In *Urban Water Security Planning: A Practical Guide For Decision-Makers.* Bangkok: UN-Habitat & ESCAP.
- Visvanathan, C., Kandasamy, J., & Vigneswaran, S. (2006, September 11). *Rainwater collection and storage in*

- Thailand: Design, practices and operational issues.* Paper presented at the RWHM Workshop, IWA 5th World Water Congress and Exhibition, Beijing, China.
- World Health Organization. (2022). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda.* Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. 2024. *Rainwater collection and storage: Sanitary inspection form, technical fact sheet, management advice sheet.* WHO, Water, Sanitation, Hygiene and Health Unit.
- Xu, Z., & Han, G. (2009). *Chemical and strontium isotope characterization of rainwater in Beijing, China.* Atmospheric Environment, 43(12), 1954–1961.
- Yang, H. C., Jusoh, M., Zakaria, Z. Y., & Rosli, A. (2023). *Rainwater to potable water: Mini review.* Chemical Engineering Transactions, 106, 775–780. <https://doi.org/10.3303/CET23106130>
- Yahya, N., Lee, W. J., Zakaria, Z. Y., Ngadi, N., Mohamad, Z., Rahman, R. A., & Jusoh, M. (2017). *Water purification of lake water using progressive freeze concentration method.* Chemical Engineering Transactions, 56, 43–48.
- Yulystiorini et al. 2018. *Enhanced Rooftop Rainwater Harvesting Quality Through Filtration Using Zeolite and Activated Carbon.* MATEC Web of Conferences 204, 03016 (2018) <https://doi.org/10.1051/mateccconf/201820403016> IMIEC 2018.



BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN RI
JL. PERCETAKAN NEGARA NOMOR 23
JAKARTA PUSAT 10560

ISBN 978-602-415-194-2 (PDF)



9

786024

151942