

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pemanenan Air Hujan

Waite (2012) menganalisis utilitas sistem pemanenan air hujan sebagai bentuk upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim pada negara kepulauan kecil dengan fokus utama Jamaika. Metode penelitian menggunakan analisis data curah hujan secara historis dan proyeksi iklim untuk mengkalkulasikan pemenuhan permintaan air domestik dari sistem pemanenan air hujan pada masa sekarang dan masa depan serta mengevaluasi kehandalan sistem pemanenan air hujan dalam mengatasi kekurangan air sungai di area kingston, dengan menggunakan asumsi parameter berdasarkan koefisien limpasan dan ukuran atap rata-rata. Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemanenan air hujan hanya mampu memenuhi kebutuhan konsumsi air rumah tangga pada sebagian kecil wilayah dan membantu mengurangi defisit air pada Sungai Kingston di masa kini, untuk pemenuhan kapasitas permintaan air di Jamaika sangat terbatas dan semakin berkurang di masa depan akibat penurunan curah hujan. Sehingga memerlukan gabungan antara kebijakan dan adaptasi untuk memperluas penerapan sistem pemanenan air hujan, terutama pada daerah rentan kekeringan dan sektor pariwisata yang membutuhkan suplai air yang besar.

Fuentes-Galván *et al.*, (2018) mengeksplorasi penggunaan, manfaat serta faktor yang melatarbelakangi penerapan sistem pemanenan air hujan di komunitas pedesaan di Meksiko Tengah. Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran kualitatif-kuantitatif dengan menyebarkan kuesioner secara langsung dan wawancara mendalam kepada komunitas yang telah mengadopsi sistem pemanenan air hujan untuk mengungkap data demografi, karakteristik atap, variasi sumber daya air, praktik operasional, sistem pemeliharaan, identifikasi bau dan warna air, hingga manfaat dan kerugian dalam menerapkan sistem pemanenan air hujan. Dari hasil penelitian diketahui bahwa air hujan merupakan sumber air utama pada wilayah penelitian. Manfaat dari sistem ini sebagai media siram tanaman dan kebun, serta mengurangi biaya pengeluaran kebutuhan air dan tenaga untuk mengangkut air. Partisipasi aktif masyarakat dan dukungan finansial juga menjadi indikator dalam memutuskan adopsi ini.

Mukarram *et al.*, (2023) mengeksplorasi perspektif para ahli dan responden publik di enam distrik (Khulna, Barisal, Feni, Noakhali, Bagerhat dan Patuakhali) yang berada di wilayah pesisir Bangladesh mengenai sistem pemanenan air hujan berbasis komunitas sebagai inovasi teknologi dalam memenuhi pasokan air secara berkelanjutan. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan campuran untuk menggabungkan data kuantitatif bersumber dari survei rumah tangga dan data kualitatif dari penilaian pedesaan partisipatif termasuk diskusi kelompok terfokus dan analisis SWOT. Hasil studi menyimpulkan bahwa masyarakat pesisir Bangladesh menghadapi permasalahan kritis sumber air yang disebabkan intrusi salinitas dan bencana alam serta pengalaman terhadap penerapan sistem pemanenan air hujan secara individual. Berdasarkan perspektif para ahli dan responden publik, kendala dalam menerapkan sistem pemanenan air hujan berbasis komunitas yaitu keterbatasan finansial, keterampilan teknis dan pendidikan yang kurang memadai. Peningkatan minat ditunjukkan setelah adanya opsi subsidi dan pembiayaan yang menguntungkan bagi responden publik.

Suleiman *et al.*, (2020) mengidentifikasi kekuatan pendorong dan faktor-faktor kunci yang melandasi terobosan skema sistem panen air hujan perkotaan, serta aktor yang terlibat dan bagaimana perannya dalam mendorong sistem tersebut, hingga bagaimana skema sistem panen air hujan menjadi bagian dari sistem perkotaan multifungsi dan berkelanjutan. Hal ini untuk menguji dua proyek penghijauan perkotaan di Stockholm dan Barcelona yang semula untuk rehabilitasi perkotaan kemudian berkembang menjadi percontohan inovatif dalam pengelolaan air hujan perkotaan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan studi kasus komparatif di antara dua proyek Hornsgatan di Stockholm dan Jardinet del Pedro di Barcelona berdasarkan data dokumen kebijakan dan wawancara semi-terstruktur mendalam dengan para aktor yang terlibat. Penelitian ini menyimpulkan bahwa keberhasilan skema panen air hujan perkotaan di Stockholm dan Barcelona didorong oleh: (1) dukungan politik untuk fleksibilitas perencanaan dan kapasitas aktor dalam memanfaatkan peluang; (2) perluasan keterlibatan aktor, termasuk arsitek dan lembaga kota; serta (3) multifungsi sistem air hujan perkotaan yang tidak hanya mengendalikan drainase tetapi juga menyediakan ruang hijau di area padat. Proyek ini awalnya bersifat oportunistik, namun berkembang menjadi solusi keberlanjutan berkat adaptasi terhadap tantangan. Fleksibilitas perencanaan dan peran perencana kota sebagai promotor

infrastruktur hijau menjadi kunci. Air hujan perkotaan terbukti sebagai sumber daya bernilai tinggi yang meningkatkan kualitas air, udara, estetika, dan ketahanan kota.

2.2 Perubahan Iklim

Dalam arti yang paling umum, “iklim” merujuk pada ringkasan statistik dari pola cuaca dan kondisi terkait yang memengaruhi lautan, permukaan daratan, dan lapisan es. Hal ini mencakup rata-rata, variasi, dan peristiwa ekstrem. Perubahan iklim merujuk pada pergeseran jangka panjang dalam pola iklim ini, yang dapat disebabkan oleh proses alami maupun aktivitas manusia (Australian Academy of Science, 2015). Iklim didefinisikan sebagai kondisi rata-rata atmosfer bagian bawah, perairan yang berhubungan, serta permukaan Bumi. Beberapa indikator yang menggambarkan iklim antara lain suhu tahunan rata-rata, suhu maksimum dan minimum tahunan rata-rata, total curah hujan tahunan, dan parameter lainnya. Menurut rekomendasi Organisasi Meteorologi Dunia, analisis data iklim sebaiknya dilakukan dengan mempertimbangkan rentang waktu minimal 30 tahun. Namun, data dengan periode lebih panjang (seperti abad, milenium, atau lebih) juga sering digunakan dalam penelitian. Dengan demikian, iklim mencerminkan pola cuaca rata-rata di suatu wilayah dalam jangka panjang.

Perubahan iklim merupakan fenomena yang ditandai dengan pergeseran yang konsisten dan terukur secara statistik pada indikator-indikator rata-rata, seperti suhu tahunan, curah hujan tahunan dan musiman, suhu ekstrem, serta kejadian cuaca ekstrem (seperti banjir bandang, banjir besar, badai, dan lain-lain). Peristiwa ekstrem tunggal tidak serta-merta menunjukkan perubahan iklim, tetapi peningkatan frekuensi kejadian ekstrem dalam kurun waktu tertentu dapat menjadi pertanda adanya perubahan iklim (UNDP, 2021).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2024 tentang Penyelenggaraan Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dalam Penanganan Perubahan Iklim. Perubahan Iklim merupakan transformasi pola iklim yang disebabkan oleh aktivitas manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang mengakibatkan perubahan komposisi atmosfer secara global. Fenomena ini juga mencakup perubahan dalam variabilitas iklim alami yang dapat diamati selama periode waktu yang cukup panjang untuk dilakukan perbandingan.

Perubahan iklim didefinisikan sebagai pergeseran dalam pola cuaca rata-rata yang berlangsung selama puluhan tahun atau lebih. Perubahan ini mencakup fluktuasi suhu (baik kenaikan maupun penurunan), pergeseran pola curah hujan, variabilitas cuaca, serta fenomena-fenomena terkait lainnya. Berbagai kejadian cuaca ekstrem, seperti kekeringan, banjir, dan hujan lebat, semakin sering dikaitkan dengan dampak perubahan iklim. Selain itu, kenaikan permukaan laut juga menjadi salah satu konsekuensinya, yang disebabkan oleh pencairan es di kutub akibat pemanasan suhu global. Di sisi lain, air laut juga mengalami peningkatan keasaman karena penyerapan karbon dioksida dari atmosfer dalam jumlah yang lebih besar (Supriatna, 2021).

2.3 Dampak Perubahan Iklim

Perubahan iklim terlepas dari faktor penyebabnya telah memberikan pengaruh signifikan terhadap kehidupan masyarakat dan sistem ekologi sepanjang sejarah. Catatan historis menunjukkan berbagai contoh keruntuhan peradaban yang berkaitan dengan perubahan iklim skala regional, seperti kemunduran peradaban Maya di Meksiko akibat kekeringan yang berkepanjangan atau punahnya permukiman Viking di Greenland pada abad ke-15 karena penurunan suhu ekstrem. Fenomena perubahan iklim regional tersebut dalam beberapa kasus terjadi secara tiba-tiba, dengan kecepatan yang sebanding dengan laju perubahan iklim global yang kita alami saat ini (Australian Academy of Science, 2015).

Perubahan iklim telah menciptakan tantangan signifikan terhadap ketahanan pangan dan ketersediaan air, yang secara langsung menghambat pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Secara global, produktivitas pertanian memang menunjukkan peningkatan selama 50 tahun terakhir, namun laju pertumbuhannya telah melambat akibat dampak perubahan iklim. Wilayah lintang menengah dan rendah mengalami dampak negatif yang dominan, sementara beberapa area di lintang tinggi justru memperoleh manfaat. Sektor perikanan dan budidaya kerang-kerangan di berbagai kawasan laut juga terdampak negatif akibat pemanasan suhu laut dan pengasaman perairan. Sekitar 50% populasi dunia dihadapkan pada kelangkaan air parah setidaknya pada periode tertentu setiap tahun, yang dipicu oleh kombinasi faktor iklim dan non iklim. Di semua wilayah, frekuensi gelombang panas ekstrem telah meningkatkan angka kematian dan kesakitan manusia. Penyakit yang menular melalui makanan, air, dan vektor mengindikasikan peningkatan tren yang berkaitan dengan perubahan iklim. Selain itu, terungkap bahwa terdapat hubungan antara kenaikan suhu

dengan gangguan kesehatan mental, trauma pasca bencana, serta hilangnya mata pencaharian dan identitas budaya.

Peristiwa iklim ekstrem semakin memicu migrasi paksa di Afrika, Asia, Amerika Utara, serta Amerika Tengah dan Selatan, dengan dampak yang tidak proporsional dirasakan oleh negara-negara kepulauan kecil di Karibia dan Pasifik Selatan. Dampak merugikan dari perubahan iklim termasuk kerugian material dan non-material telah menyebar secara tidak merata antar sektor, sistem ekologi, dan wilayah geografis. Sektor ekonomi yang bergantung pada kondisi iklim seperti pertanian, kehutanan, perikanan, energi, dan pariwisata telah mencatat kerugian finansial yang terukur. Pada tingkat individu, perubahan iklim mengancam penghidupan melalui kerusakan infrastruktur, kehilangan harta benda, penurunan pendapatan, serta gangguan terhadap kesehatan dan ketahanan pangan—yang semakin memperlebar ketimpangan gender dan sosial (IPCC, 2023).

Di kawasan perkotaan, dampak perubahan iklim tercermin pada memburuknya kesehatan masyarakat, penghidupan penduduk, dan infrastruktur kritis. Intensitas suhu ekstrem di perkotaan terus meningkat, sementara sistem transportasi, pasokan air, sanitasi, dan energi semakin rentan terhadap bencana iklim baik yang bersifat mendadak maupun bertahap. Hal ini berujung pada kerugian ekonomi, gangguan layanan publik, dan penurunan kualitas hidup—dengan dampak paling parah dirasakan oleh kelompok masyarakat urban yang secara ekonomi dan sosial termarginalisasi.

Perubahan iklim yang dipicu oleh aktivitas manusia telah menunjukkan manifestasi nyata, terutama terlihat melalui perubahan signifikan pada lingkungan alam di Australia dan berbagai wilayah lainnya. Fenomena yang paling terobservasi mencakup kenaikan suhu rata-rata serta peningkatan frekuensi, durasi, dan intensitas gelombang panas. Dampak ekologisnya meliputi: transformasi pola pertumbuhan dan sebaran flora, fauna, serta serangga; migrasi spesies laut menuju kutub; serta intensifikasi pemutihan karang di Great Barrier Reef dan terumbu karang Australia Barat. Beberapa perubahan tersebut berdampak langsung pada aktivitas manusia, seperti terganggunya industri perikanan komersial dan rekreasi akibat pergeseran distribusi biota laut, serta penurunan potensi pariwisata karena kerusakan ekosistem terumbu karang (Australian Academy of Science, 2015).

Perubahan iklim global akan memengaruhi kesehatan manusia melalui mekanisme yang beragam, baik dalam hal kompleksitas, cakupan geografis, maupun tingkat keterkaitannya secara langsung, dengan temporalitas yang berbeda-beda.

Dampak-dampak ini mengalami berbagai jenis variasi secara spasial, didasari oleh pengaruh karakteristik lingkungan, kondisi topografis, serta tingkat kerentanan populasi setempat. Secara umum, efek yang timbul dapat bersifat menguntungkan maupun merugikan (walaupun bukti ilmiah menunjukkan bahwa dampak negatif akan lebih dominan). Fenomena ini dapat dipahami mengingat perubahan iklim berpotensi mengganggu keseimbangan sistem ekologis dan fisik yang menjadi fondasi utama penopang kehidupan di Bumi. Dengan demikian, perubahan iklim memiliki hubungan dengan aktivitas manusia yang berperan dalam mentransformasi kondisi kehidupan planet ini (World Health Organization, 2003).

Perubahan iklim berdampak langsung pada kesehatan melalui peningkatan paparan terhadap fenomena cuaca ekstrem (gelombang panas, suhu dingin ekstrem), intensifikasi bencana alam (banjir, siklon, badai pasang, kekeringan), serta peningkatan konsentrasi polutan udara dan alergen (spora jamur). Di beberapa wilayah, penurunan angka kematian musim dingin akibat pemanasan suhu mungkin akan mengkompensasi kenaikan mortalitas akibat gelombang panas. Negara dengan mortalitas musim dingin tinggi seperti Inggris mungkin justru mengalami manfaat bersih. Namun, prediksi mengenai perubahan pola, intensitas, dan distribusi geografis kejadian ekstrem ini masih mengandung ketidakpastian.

Secara tidak langsung, perubahan iklim memengaruhi dinamika penyakit menular serta stabilitas ketahanan pangan regional, khususnya produksi sereal. Dampak tidak langsung ini, meskipun bervariasi antar populasi berdasarkan faktor geografis dan kerentanan, diperkirakan akan memiliki skala dampak yang lebih signifikan dalam jangka panjang. Pada penyakit yang ditularkan oleh makhluk hidup, distribusi dan kelimpahan vektor serta inang dipengaruhi oleh faktor abiotik (suhu, presipitasi, kelembaban) dan biotik (vegetasi, inang alternatif, predator). Model prediktif mengindikasikan bahwa kenaikan suhu global akan berdampak pada sebaran geografis vektor seperti nyamuk malaria, meskipun sebatas variasi lokal. Perubahan suhu juga mempengaruhi siklus hidup beberapa vektor dan patogen (parasit, bakteri, virus), mengakibatkan peningkatan risiko transmisi penyakit seperti malaria, demam berdarah, dan leishmaniasis meskipun schistosomiasis mengalami penurunan jumlah prevalensi penyakit (World Health Organization, 2003).

2.4 Program Kampung Iklim

Program kampung iklim (ProKlim) merupakan program berskala nasional yang dikelola dan di inisiasi oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (KLHK RI) dengan tujuan untuk meningkatkan keterlibatan masyarakat dan para pemangku kepentingan untuk melakukan langkah nyata dengan tujuan penguatan kapasitas berupa adaptasi, mitigasi terhadap dampak perubahan iklim dan penurunan emisi gas rumah kaca, serta memberikan penghargaan terhadap upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim yang telah dilakukan bagi pihak yang terlibat sehingga diharapkan mampu meningkatkan kesejahteraan di tingkat lokal sesuai dengan kondisi wilayah.

2.5 Kota Semarang

Kota Semarang memiliki jumlah kelurahan yakni 177 kelurahan dengan jumlah kecamatan sebanyak 16 kecamatan.

Tabel 1.1. Luas Daerah Menurut Kecamatan, 2020

Kecamatan	Ibukota Kecamatan	Luas Total Area (km ²)
Mijen	Mijen	56,52
Gunungpati	Gunungpati	58,27
Banyumanik	Banyumanik	29,74
Gajah Mungkur	Gajahmungkur	9,34
Semarang Selatan	Lamper Kidul	5,95
Candisari	Jatingaleh	6,40
Tembalang	Tembalang	39,47
Pedurungan	Gemah	21,11
Genuk	Gebangsari	25,98
Gayamsari	Gayamsari	6,22
Semarang Timur	Rejosari	5,42
Semarang Utara	Panggung Lor	11,39
Semarang Tengah	Miroto	5,17
Semarang Barat	Karangayu	21,68
Tugu	Tugurejo	28,13
Ngaliyan	Ngaliyan	42,99

Sumber: BPS Kota Semarang, 2024

Tabel 2.2. Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Kecamatan di Kota Semarang, 2020

Kecamatan	Penduduk (Ribu)	Laju Pertumbuhan
		Penduduk per Tahun 2020-2023 (%)
Mijen	89,95	3,93
Gunungpati	100,75	1,00
Banyumanik	143,43	0,35
Gajah Mungkur	56,35	0,08
Semarang Selatan	62,18	0,09
Candisari	75,61	0,08
Tembalang	198,86	1,73
Pedurungan	196,53	0,63
Genuk	132,47	2,64
Gayamsari	70,41	0,08
Semarang Timur	66,48	0,10
Semarang Utara	117,89	0,09
Semarang Tengah	55,21	0,10
Semarang Barat	149,33	0,11
Tugu	33,80	1,07
Ngaliyan	145,50	0,96
Kota Semarang	1.694,74	0,90

Sumber: BPS, 2023

Tabel 2.3. Persentase Luas Kelurahan di Kecamatan Tugu

No.	Kelurahan	Luas (Km ²)	Persentase (%)
1	Jrakah	1,15	4,09
2	Tugurejo	5,87	20,87
3	Karang Anyar	4,25	15,11
4	Randu Garut	4,53	16,10

Tabel 2.3. Lanjutan Persentase Luas Kelurahan di Kecamatan Tugu

No.	Kelurahan	Luas (Km ²)	Persentase (%)
5	Mangkang Wetan	3,93	13,97
6	Mangunharjo	4,22	15,00
7	Mangkang Kulon	4,18	14,86
	Jumlah	28,13	100,00

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Semarang Tahun 2024

Tabel 2.4. Persentase Penduduk Per Kelurahan di Kec. Tugu Tahun 2023

No.	Kelurahan	Jumlah Penduduk	Persentase Penduduk terhadap Kecamatan
1	Jrakah	3.075	9
2	Tugurejo	7.551	22
3	Karang Anyar	4.107	12
4	Randu Garut	2.315	7
5	Mangkang Wetan	6.393	19
6	Mangunharjo	6.582	19
7	Mangkang Kulon	3.852	11
	Jumlah	33.875	100

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Semarang Tahun 2024