

Perubahan Iklim Dan Dampaknya Pada Indonesia

Darwin Hartono

Universitas Indraprasta PGRI

Abstract

Climate change is real and several sectors in Indonesia are experiencing its impacts so that the government and society should be aware of what is happening. The impacts of changes in rainfall patterns and extreme climate events occur on land and water resources, plants, increasing air temperatures, and rising sea levels and tidal waves. The strategy for dealing with climate change is by using water and climate management technology, rain harvesting technology, ditch dam technology, and irrigation technology and the most important part is building public awareness of climate change.

Key Words: Climate Change, Agriculture Sector, Public Awareness, Indonesia

Copyright (c) 2023 Darwin Hartono

✉ Corresponding author :

Email Address darwinhartono.state@gmail.com

PENDAHULUAN

Perubahan iklim atau *climate changes* merupakan fenomena alam dimana terjadi perubahan nilai unsur-unsur iklim baik secara alamiah maupun yang dipercepat akibat aktifitas manusia di tinggi bumi ini. Sejak revolusi industri dimulai hingga sekarang telah menyebabkan terjadinya peningkatan suhu udara global. Saat ini, perubahan iklim bukan lagi menjadi perdebatan tentang keberadaannya tetapi sudah menjadi permasalahan bersama antar komunitas, antar instansi, antar negara bahkan global untuk mendapat penanganan serius karena begitu banyak aspek kehidupan yang terkena dampaknya, apalagi sektor pertanian. Produktifitas dan progresifitas sektor pertanian dipengaruhi oleh banyak faktor, terutama perubahan dan anomali iklim. Oleh karena itu, tidak mengherankan jika banyak pihak menyatakan bahwa usaha di sektor pertanian merupakan sektor usaha yang berada pada posisi ketidakpastian (*unpredictable*).

Pertanian merupakan sektor penyedia pangan yang tidak pernah lepas dari berbagai persoalan, baik persoalan ekologi, ekonomi, sosial dan budaya, bahkan kebijakan politik (Ngarifun & Hartono, 2022). Hal ini tidak berlebihan karena pangan adalah kebutuhan pokok penduduk, terutama di Indonesia. Kondisi ini membutuhkan ketersediaan pangan yang cukup agar tidak menjadi salah satu penyebab instabilitas pangan nasional. Dalam rangka mempertahankan sekaligus meningkatkan produksi pangan, pada level lapangan masih banyak hambatan dan kendala yang dijumpai. Pembangunan pertanian ke depan akan dihadapkan kepada berbagai kendala dan masalah, diantaranya perubahan iklim yang disebabkan oleh pemanasan global akibat peningkatan emisi gas rumah kaca. Hal ini berdampak

terhadap perubahan sistem fisik dan biologis lingkungan seperti peningkatan intensitas badai tropis, perubahan pola presipitasi, salinitas air laut, perubahan pola angin, masa reproduksi hewan dan tanaman, distribusi spesies dan ukuran populasi, dan frekuensi serangan hama penyakit tanaman.

Indonesia sebagai negara kepulauan yang terletak di khatulistiwa tentu juga mengalami kerentanan terhadap perubahan iklim (Budiarti & Hartono, 2023). Beberapa unsur iklim yang mengalami perubahan antara lain pola curah hujan, tinggi air laut, suhu udara, dan peningkatan kejadian iklim ekstrim yang menyebabkan banjir dan kekeringan. Hal ini menjadikan sektor pertanian menjadi sektor yang paling serius terkena dampak perubahan iklim. Hampir semua sub-sektor pertanian, terutama hortikultura dan ternak, mempunyai risiko tinggi terancam dampak perubahan iklim. Di sisi lain, sektor pertanian dituntut berperan dalam pengembangan bahan bakar nabati atau bioenergi seperti biodiesel, bioetanol, dan biogas. Sumber utama biodiesel adalah kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, dan kemiri. Sumber bioetanol adalah komoditas penghasil pati (sagu dan ubi-ubian), gula (tebu, nira), dan selulose (limbah kayu, bagas tebu). Sementara sumber penghasil biogas adalah kotoran ternak. Walaupun tujuan utamanya adalah untuk mitigasi atau penurunan emisi dan ketahanan energi, tetapi pengembangan tersebut tentu memerlukan upaya adaptasi, terutama dalam sistem produksi bahan bakunya.

Pelandaian produksi pertanian, terutama sumber pangan pokok disebabkan oleh tingkat kesuburan tanah yang terus mengalami penurunan karena intensifnya pemanfaatan lahan, penyempitan lahan pertanian, juga dipengaruhi baik secara langsung maupun tidak langsung oleh faktor perubahan dan anomali iklim. Hal ini mengingat, lingkungan pertanaman merupakan satu kesatuan sistem yang saling berinteraksi, sehingga satu faktor dalam kondisi minimum akan menjadi pembatas bagi perkembangan tanaman secara keseluruhan. Untuk mengantisipasi dampak perubahan iklim diperlukan strategi antisipasi dan penyiapan program aksi adaptasi dengan dukungan teknologi inovatif dan adaptif. Bahkan kebijakan sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim memosisikan upaya adaptasi sebagai strategi utama. Upaya adaptasi dilakukan melalui pengembangan pertanian terhadap perubahan iklim saat ini dan di masa yang akan datang.

Upaya tersebut harus dilakukan dengan strategi yang handal, serta komitmen dan tanggung jawab bersama dari pemerintah dan masyarakat sangat diperlukan dalam mengantisipasi dampak perubahan iklim. Upaya antisipasi dampak perubahan iklim memerlukan sosialisasi dan pedoman yang jelas. Tulisan ini mengulas upaya antipasi perubahan iklim melalui pengelolaan lingkungan pertanaman untuk keberlanjutan ketahanan pangan. Tulisan ini diharapkan mampu memberikan pemahaman terkait menghadapi perubahan iklim. Dengan beberapa fakta di atas, maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul "PERUBAHAN IKLIM DAN DAMPAKNYA PADA INDONESIA".

TINJAUAN PUSTAKA

Iklim

Iklim dapat diartikan sebagai sintesis kejadian cuaca selama kurun waktu yang panjang, yang secara statistik cukup dapat dipakai untuk menunjukkan nilai statistik yang berbeda dengan keadaan pada setiap saatnya (World Climate Conference, 1979).

Selain itu juga iklim didefinisikan sebagai konsep abstrak yang menyatakan kebiasaan cuaca dan unsur-unsur atmosfer di suatu daerah selama kurun waktu yang panjang (Trewartha, 1980). Sedangkan menurut Gibbs dalam LAPAN (2009) iklim adalah peluang statistik berbagai keadaan atmosfer antara lain suhu, tekanan, angin, dan kelembaban, yang terjadi disuatu daerah selama kurun waktu yang panjang. Sementara dalam *glossary of meteorology* iklim adalah keseluruhan dari cuaca yang meliputi jangka waktu panjang di suatu wilayah.

Perubahan Iklim

Perubahan iklim adalah perubahan kondisi fisik atmosfer bumi antara lain suhu dan distribusi curah hujan yang membawa dampak luas terhadap berbagai sektor kehidupan manusia. Perubahan fisik ini tidak terjadi hanya sesaat tetapi dalam kurun waktu yang panjang. LAPAN (2002) mendefinisikan perubahan iklim adalah perubahan rata-rata salah satu atau lebih elemen cuaca pada suatu daerah tertentu. Sedangkan istilah perubahan iklim skala global adalah perubahan iklim dengan acuan wilayah bumi secara keseluruhan. IPCC (2001) menyatakan bahwa perubahan iklim merujuk pada variasi rata-rata kondisi iklim suatu tempat atau pada variabilitasnya yang nyata secara statistik untuk jangka waktu yang panjang. Perubahan iklim merupakan perubahan pada variabel iklim, khususnya suhu udara dan curah hujan yang terjadi secara berangsur-angsur dalam jangka waktu yang panjang antara 50 sampai 100 tahun. Pada dasarnya iklim bumi senantiasa mengalami perubahan. Hanya saja perubahan iklim di masa lampau berlangsung secara alamiah, namun kini perubahan tersebut disebabkan oleh kegiatan manusia, terutama yang berkaitan dengan pemakaian bahan bakar fosil dan alih guna lahan. Kegiatan manusia yang dimaksud adalah kegiatan yang telah menyebabkan peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, khususnya dalam bentuk karbon dioksida, metana, dan nitrogen oksida. Gas-gas tersebut yang selanjutnya menentukan peningkatan suhu udara karena sifatnya yang seperti kaca, yaitu dapat meneruskan radiasi gelombang pendek yang tidak bersifat panas, tetapi menahan radiasi gelombang panjang yang bersifat panas. Akibatnya atmosfer bumi makin memanas dengan laju yang setara dengan laju perubahan konsentrasi GRK.

Pangan

Pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik diolah maupun tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lain yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan atau pembuatan makanan atau minuman. Menurut Saparinto dan Hidayati (2006) pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun yang tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan ataupun minuman bagi konsumsi manusia. Termasuk di dalamnya adalah bahan tambahan pangan, bahan baku pangan dan bahan lain yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan atau pembuatan makanan atau minuman.

Ketahanan Pangan

Ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari ketersediaan yang cukup, baik dalam jumlah maupun mutunya, aman, merata dan terjangkau. Dari pengertian tersebut, tersirat bahwa upaya mewujudkan

ketahanan pangan nasional harus lebih dipahami sebagai pemenuhan kondisi kondisi yaitu terpenuhinya pangan dengan kondisi ketersediaan yang cukup, dengan pengertian ketersediaan pangan dalam arti luas, mencakup pangan yang berasal dari tanaman, ternak dan ikan dan memenuhi kebutuhan atas karbohidrat, vitamin dan mineral serta turunan, yang bermanfaat bagi pertumbuhan dan kesehatan manusia. Kemudian, terpenuhinya pangan dengan kondisi aman, diartikan bebas dari pencemaran biologis, kimia, dan benda lain yang lain dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia, serta aman untuk kaidah agama. Kemudian, terpenuhinya pangan dengan kondisi yang merata, diartikan bahwa distribusi pangan harus mendukung tersedianya pangan pada setiap saat dan merata di seluruh tanah air. Terakhir, terpenuhinya pangan dengan kondisi terjangkau, diartikan bahwa pangan mudah diperoleh rumah tangga dengan harga yang terjangkau.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif. Metode kualitatif mengacu pada penelitian yang fokus pada pemahaman mendalam tentang suatu fenomena dengan melakukan analisis deskriptif atau interpretatif pada data yang dihasilkan (Rizky & Hartono, 2022). Metode ini digunakan untuk memahami kompleksitas dari suatu fenomena, seperti fenomena yang ada di masyarakat. Dalam praktiknya, tidak menggunakan data statistik melainkan melalui pengumpulan pendapat dan fenomena yang kemudian di analisis dan di interpretasikan.

Deskriptif kualitatif

Metode deskriptif kualitatif adalah metode penelitian yang digunakan untuk memperoleh data dalam bentuk kata-kata, gambar, atau simbol yang tidak berupa angka. Tujuannya untuk mendeskripsikan fenomena atau kejadian dengan cara mengumpulkan data dengan melihat, mendengar, dan merasakan secara langsung atau melalui dokumentasi yang berkaitan. Metode ini digunakan dalam penelitian sosial dan bagi peneliti yang ingin mengeksplorasi pengalaman subjektif individu atau kelompok. Metode deskriptif kualitatif menghasilkan data lebih mendalam dan kaya akan detail dibandingkan. Beberapa teknik yang digunakan antara lain observasi, studi kasus, analisis teks, dan interpretasi (Ristiawan & Hartono, 2023).

Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian yang dipilih oleh penulis adalah perubahan iklim dan dampaknya di Indonesia dimana penulis untuk melakukan observasi terhadap dampak perubahan iklim sebagai bahan penelitian. Penelitian ini juga menggunakan referensi internasional yang sebagai dasar pembahasan pada artikel yang dibuat.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan penulis yaitu dengan melakukan triangulasi terhadap beberapa literatur seperti jurnal dan artikel yang memiliki keterlibatan dengan pembahasan. Dengan melakukan proses pembacaan beberapa tulisan ataupun karya ilmiah yang telah di publikasikan oleh ahli pada bidangnya. Langkah-langkah yang dilakukan oleh penulis dalam pengumpulan data melalui analisis jurnal dan artikel adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kata kunci yang sesuai dengan topik penelitian.
2. Mencari jurnal dan artikel yang relevan dengan kata kunci melalui database online.

3. Melakukan proses seleksi jurnal dan artikel yang relevan dengan topik penelitian, memperhatikan kualitas jurnal dan artikel, serta kecukupan bukti ilmiah yang tersedia.
4. Membaca dan mengambil informasi penting dari jurnal dan artikel yang telah dipilih, seperti data statistik, teori atau konsep yang ada, serta kesimpulan atau rekomendasi pada akhir artikel.
5. Mengorganisasi data yang telah dikumpulkan untuk digunakan dalam penelitian.
6. Memberikan referensi dan memberikan penghormatan atas sumber-sumber yang ditemukan dalam analisis.

METODE ANALISIS DATA

Metode analisis data yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah Reduksi data. Setelah penulis mengumpulkan data melalui proses pembacaan dari referensi jurnal serta artikel, kemudian penulis melakukan rangkuman dan menyederhanakan data sehingga data yang diambil adalah data yang penting saja. Penyajian data. Penulis melakukan penyajian data dengan mengelompokkan data menurut sub bab yang disusun secara sistematis dan berbentuk teks atau narasi. Penarikan simpulan. Tahap terakhir adalah penulis melakukan penarikan kesimpulan dan memberikan saran jika diperlukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan iklim merupakan salah satu ancaman sangat serius terhadap sektor pertanian dan potensial mendatangkan masalah baru bagi keberlanjutan produksi pangan dan sistem produksi pertanian pada umumnya (Hartono, 2022). Penyebab utama perubahan iklim adalah kegiatan manusia yang berkaitan dengan meningkatnya emisi gas rumah kaca yang mendorong terjadinya pemanasan global dan telah berlangsung sejak hampir 100 tahun terakhir. Pengaruh perubahan iklim terhadap sektor pertanian bersifat multidimensional (Hartono, 2023a). Mulai dari sumberdaya, infrastruktur pertanian, dan sistem produksi pertanian, hingga aspek ketahanan dan kemandirian pangan, serta kesejahteraan petani dan masyarakat pada umumnya. Pengaruh tersebut dibedakan atas dua indikator, yaitu kerentanan dan dampak. Secara harfiah, kerentanan terhadap perubahan iklim adalah kondisi yang mengurangi kemampuan (manusia, tanaman, hewan) beradaptasi menjalankan fungsi fisiologis atau biologis, perkembangan, pertumbuhan dan produksi serta reproduksi secara optimal atau wajar akibat perubahan iklim (Hartono, 2023b).

Dampak Perubahan Pola Curah Hujan dan Kejadian Iklim Ekstrem

Perubahan pola hujan sudah terjadi sejak beberapa dekade terakhir di beberapa wilayah di Indonesia, seperti pergeseran awal musim hujan dan perubahan pola curah hujan. Selain itu terjadi kecenderungan perubahan intensitas curah hujan bulanan dengan keragaman dan deviasi yang semakin tinggi serta peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrem, terutama curah hujan, angin, dan banjir rob. Beberapa ahli memprediksi arah perubahan pola hujan di bagian barat Indonesia, terutama di bagian utara Sumatera dan Kalimantan, dimana intensitas curah hujan cenderung lebih rendah, tetapi dengan periode yang lebih panjang. Sebaliknya, di wilayah selatan Jawa dan Bali intensitas curah hujan cenderung meningkat tetapi dengan periode yang lebih singkat (Naylor, 2007). Secara nasional, Boer *et al.* (2009) mengungkapkan tren

perubahan secara spasial, di mana curah hujan pada musim hujan lebih bervariasi dibandingkan dengan musim kemarau. Dalam beberapa tahun ini para petani di desa-desa di pulau Jawa sudah mengalami musim yang tidak normal. Kearifan kuno petani padi mengenai urutan musim tanam, *pranata mangsa* di Jawa, palontara di Sulawesi Selatan, dan banyak kearifan lainnya sudah dikacaukan oleh perubahan iklim. Di sebagian besar wilayah di Sumatera selama kurun waktu 1960-1990 dan 1991-2003, awal musim hujan kini menjadi terlambat 10 hingga 20 hari dan awal kemarau menjadi terlambat 10 hingga 60 hari.

Berbagai pergeseran juga terjadi di pulau Jawa. Pola-pola ini berpeluang untuk berlanjut. Di masa akan datang, sebagian wilayah Indonesia, terutama wilayah yang terletak di sebelah selatan katulistiwa, dapat mengalami musim kemarau yang lebih panjang dan musim hujan yang lebih pendek tetapi dengan curah yang lebih tinggi. Di samping itu, iklim juga kemungkinan akan menjadi makin berubah-ubah, dengan makin seringnya curah hujan yang tidak menentu. Suhu yang lebih tinggi juga dapat mengeringkan tanah, mengurangi sumber air tanah, mendegradasi lahan, dan dalam beberapa kasus dapat mengakibatkan penggurunan.

Perubahan iklim juga berdampak terhadap peningkatan hujan musiman Desember, Januari, Februari secara signifikan di sebagian besar wilayah di Jawa, Kawasan Timur Indonesia, dan Sulawesi. Sebaliknya, perubahan iklim berdampak terhadap penurunan hujan musiman Juni, Juli, Agustus secara signifikan di sebagian besar wilayah Jawa, Papua, Bagian Barat Sumatera, dan Bagian Timur Selatan Kalimantan. Perubahan iklim mengakibatkan musim kemarau memanjang di sebagian besar wilayah Jawa, Bagian Selatan Sumatera, Kalimantan Tengah, Sulawesi Selatan, dan Nusa Tenggara.

Dampak Perubahan Iklim Terhadap Sumber Daya Lahan dan Air

Secara umum, perubahan iklim akan berdampak terhadap penciptaan dan degradasi (penurunan fungsi) sumberdaya lahan, air dan infrastruktur terutama irigasi, yang menyebabkan terjadinya ancaman kekeringan atau banjir. Di sisi lain, kebutuhan lahan untuk berbagai penggunaan seperti pemukiman, industri, pariwisata, transportasi, dan pertanian terus meningkat, sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Secara absolut, lahan yang tersedia relatif tetap, bahkan cenderung menciut dan terdegradasi, akibat tidak tepatnya pengelolaan maupun dampak perubahan iklim. Kondisi tersebut menyebabkan laju konversi lahan akan semakin sulit dibendung dan sistem pengelolaan lahan akan semakin intensif, bahkan cenderung melebihi daya dukungnya.

Berdasarkan analisis Irawan *et al.* (2001), dalam periode 1981-1999 telah terjadi alih fungsi lahan sawah seluas 1.002.055 ha, sementara penambahan luas lahan sawah hanya 518.224 ha. Dalam periode 1999-2002 telah terjadi konversi lahan sawah seluas 167.150 ha, yang menyebabkan penciptaan lahan sawah seluas 107.482 ha. Data penciptaan lahan sawah ini masih menjadi kontroversi, tetapi fakta di lapangan mengindikasikan bahwa intensitas konversi lahan semakin tinggi dan sulit dikendalikan. Penciptaan lahan sawah tadah hujan di Jawa relatif kecil setelah tahun 2000. Sementara di luar Jawa cenderung meningkat tajam, sekitar 300.000 ha selama kurun waktu 1995-2000, terutama akibat beralih fungsi menjadi areal perkebunan kelapa sawit. Pengusahaan lahan kering perbukitan atau lahan berlereng padat penduduk pada umumnya kurang memperhatikan aspek lingkungan dan seakan mendorong perluasan lahan kritis yang umumnya berada di kawasan DAS

penyangga. Selain menurunkan produktivitas, kerusakan lahan tersebut juga menurunkan fungsi hidrologis dan potensi sumberdaya air akibat penurunan daya serap dan daya tampung air, meningkatnya ancaman banjir, dan kekurangan air atau bahkan kekeringan. Ancaman banjir dan kekeringan akan diperparah oleh perubahan pola curah hujan dan kejadian iklim ekstrim akibat perubahan iklim. Selain itu, tingkat kerusakan jaringan irigasi juga cukup tinggi.

Perubahan pola curah hujan menyebabkan penurunan ketersediaan air pada waduk, terutama di Jawa. Sebagai contoh, selama 10 tahun rata-rata volume aliran air dari DAS Citarum yang masuk ke waduk menurun dari 5,7 milyar m³ menjadi 4,9 milyar m³ per tahun (Bappenas, 2009). Kondisi tersebut berimplikasi terhadap turunnya kemampuan waduk Jatiluhur mengairi sawah di Pantura Jawa. Kondisi yang sama ditemui pada waduk lain di Jawa, seperti Gajahmungkur dan Kedung Ombo. Data menunjukkan, tingkat kerentanan lahan pertanian terhadap kekeringan cukup bervariasi antar-wilayah, terutama lahan sawah di beberapa wilayah di Sumatera dan Jawa. Kekeringan yang lebih luas terjadi pada tahun-tahun El Nino, dimana rata-rata luas wilayah pertanaman padi yang mengalami kekeringan pada periode 1989-2006 lebih dari 2.000 ha per kabupaten, antara lain di Pantai Utara Jawa Barat, terutama Kabupaten Indramayu, sebagian Pantai Utara Nanggroe Aceh Darusalam, Lampung, Kalimantan Timur, Sulawesi Barat, Kalimantan Selatan, dan Lombok.

Ancaman banjir yang semakin sering terjadi pada lahan sawah juga merupakan salah satu dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian. Hal ini menyebabkan berkurangnya luas areal panen dan produksi padi. Peningkatan intensitas banjir secara tidak langsung akan mempengaruhi produksi karena meningkatnya serangan hama dan penyakit tanaman. Peningkatan frekuensi banjir dapat menimbulkan masalah berupa serangan hama keong mas pada tanaman padi. Di samping itu, juga ada indikasi bahwa lahan sawah yang terkena banjir pada musim sebelumnya berpeluang lebih besar mengalami ledakan serangan hama wereng coklat. Dampak perubahan iklim terhadap sektor yang berkaitan dengan sumber daya air antara lain meningkatnya kejadian cuaca dan iklim ekstrim yang berpotensi menimbulkan banjir, tanah longsor, dan kekeringan. Kondisi tersebut diperparah oleh semakin menurunnya daya dukung lahan akibat meningkatnya tekanan terhadap lahan.

Dampak Perubahan Iklim Terhadap Tanaman

Pertanian, terutama subsektor tanaman pangan juga rentan terhadap perubahan pola curah hujan, karena tanaman pangan umumnya merupakan tanaman semusim yang relatif sensitif terhadap kelebihan dan kekurangan air. Secara teknis, kerentanan tanaman pangan berhubungan dengan sistem penggunaan lahan dan sifat tanah, pola tanam, teknologi pengelolaan tanah, air, tanaman, dan varietas. Oleh sebab itu, kerentanan tanaman pangan terhadap pola curah hujan akan berimbas pada luas areal tanam dan panen, produktivitas, dan kualitas hasil. Kejadian iklim ekstrim, terutama El-Nino atau La-Nina, antara lain menyebabkan kegagalan panen, penurunan yang berujung pada penurunan produktivitas dan produksi, kerusakan sumberdaya lahan pertanian, peningkatan frekuensi, luas, dan bobot atau intensitas kekeringan, peningkatan kelembaba dan peningkatan intensitas gangguan organisme pengganggu tanaman.

Peningkatan intensitas banjir secara tidak langsung mempengaruhi produksi karena meningkatnya serangan organisme pengganggu tanaman. Peningkatan

frekuensi kejadian banjir dapat menimbulkan masalah berupa serangan hama keong mas pada tanaman padi. Terdapat indikasi bahwa lahan sawah yang terkena banjir pada musim sebelumnya berpeluang lebih besar mengalami ledakan hama wereng coklat pada musim berikutnya. Pergeseran pola hujan mempengaruhi sumberdaya dan infrastruktur pertanian yang menyebabkan bergesernya waktu tanam, musim, dan pola tanam, serta degradasi lahan. Adanya kecenderungan pemendekan musim hujan dan peningkatan curah hujan di Bagian Selatan Jawa dan Bali mengakibatkan perubahan awal dan durasi musim tanam, sehingga mempengaruhi indeks penanaman, luas areal tanam, awal waktu tanam dan pola tanam. Mundurnya awal musim hujan selama 30 hari dapat menurunkan produksi padi di Jawa Barat dan Jawa Tengah sebanyak 6,5% dan di Bali mencapai 11% dari kondisi normal. Sebaliknya, di Bagian Utara Sumatera dan Kalimantan ada kecenderungan perpanjangan musim hujan dengan intensitas yang lebih rendah, yang mengakibatkan pemanjangan musim tanam dan peningkatan indeks penanaman. Namun produktivitas lahan di Sumatera dan Kalimantan tidak sebaik di Jawa.

Dampak Peningkatan Suhu Udara

Peningkatan suhu udara dalam seabad terakhir memang telah terjadi. Menurut laporan IPCC (2007), kenaikan suhu pada periode 2000-2100 diprediksi sebesar 2,1-3,9 derajat celsius. Indikasi peningkatan suhu tercermin dari mencairnya glasiers di Amerika Selatan berdasarkan hasil identifikasi pada tahun 1928 dan 2004. Menurut laporan NASA, tahun 2005 merupakan tahun terpanas dalam seabad terakhir. Suhu udara di Indonesia dalam periode 2005-2035 rata-rata akan meningkat 1-1,5 C. Penelitian Runtuwuu dan Kondoh (2008) menunjukkan telah terjadi peningkatan suhu udara global selama 100 tahun terakhir, rata-rata 0.570C. Menurut Boer (2007), peningkatan suhu udara di Jakarta dalam periode 1880-2000 rata-rata 1,4°C pada bulan Juli dan 1,04°C pada bulan Januari.

Dampak Peningkatan Suhu Udara Terhadap Sumber Daya Lahan dan Air

Kenaikan suhu udara akibat perubahan iklim menyebabkan peningkatan laju penguapan, baik dari pertinggian air (laut, danau, dan sungai) maupun pertinggian tanah dan tanaman, yang secara meteorologi akan meningkatkan potensi presipitasi global. Namun berbagai model iklim menunjukkan bahwa pengaruhnya tidak merata di daerah yang berada di kawasan lintang tinggi dan sebagian lintang rendah, presipitasi dapat meningkat sampai 10 persen pada musim dingin, sedangkan beberapa wilayah di lintang tengah dan rendah mengalami penurunan curah hujan. Sumberdaya air di daerah tandus dan setengah tandus sangat peka terhadap perubahan suhu dan curah hujan. Di wilayah lintang rendah, walaupun peningkatan kenaikan suhu diperkirakan relatif kecil, namun berdampak terhadap ketersediaan air tanah melalui dinamika kapasitas limpasan.

Dampak Peningkatan Suhu Udara Terhadap Tanaman

Peningkatan suhu menyebabkan terjadinya peningkatan transpirasi yang selanjutnya menurunkan produktivitas tanaman pangan, meningkatkan konsumsi air, mempercepat pematangan buah/biji, menurunkan mutu hasil dan berkembangnya berbagai hama penyakit. Hasil penelitian Tschirley (2007) menunjukkan telah terjadi penurunan hasil pertanian lebih dari 20 persen apabila suhu naik lebih dari 4°C. Menggunakan model simulasi tanaman, John Sheehy menyatakan bahwa kenaikan

hasil padi akibat kenaikan konsentrasi CO₂ 75 ppm adalah 0,5 ton/ha dan penurunan hasil akibat kenaikan suhu 1°C adalah 0,6 ton/ha. Menurut Peng *et al.* (2004), setiap kenaikan suhu minimum 1°C akan menurunkan hasil padi sebesar 10%. Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Barat, dan wilayah lainnya, terutama di dataran rendah, akan mengalami penurunan produksi pangan. Walaupun masih perlu dikaji secara lebih mendalam. Handoko *et al.* (2008) mengindikasikan bahwa tanpa intervensi berupa upaya adaptasi, penurunan produksi jagung mencapai 10,5-19,9% hingga tahun 2050 akibat kenaikan suhu udara.

Penelitian terbaru KP3I menunjukkan, peningkatan suhu akibat naiknya konsentrasi CO₂ akan menurunkan hasil tanaman. Apabila laju konversi lahan sawah 0,77% per tahun dan tidak ada peningkatan indeks penanaman, maka produksi padi di tingkat kabupaten pada tahun 2025 akan mengalami penurunan sebesar 42.500-162.500 ton, kecuali jika diimbangi dengan peningkatan indeks pertanaman. Suhu udara maksimum dan minimum, berdasarkan data dari Provinsi Sumatera Utara, Jawa Barat, Jawa Timur, dan Sulawesi Selatan dalam periode 1971-2002 (Handoko *et al.*, 2008), menunjukkan tren meningkat di hampir seluruh wilayah. Fakta menunjukkan bahwa ada indikasi kuat keterkaitan perubahan iklim seperti peningkatan suhu dengan perkembangan hama dan penyakit tanaman.

Pada kondisi suhu yang meningkat, populasi dan serangan berbagai hama dan penyakit cenderung meningkat, terutama jika diikuti oleh peningkatan kelembaban udara. Hama Thrips berkembang pada musim kemarau dan terus berkembang jika kemarau makin kering dan suhu makin panas. Di Taiwan, serangan hama Thrips pada tanaman terong meningkat pada suhu 25-30°C. Infeksi virus gemini pada tanaman cabai dan tomat merupakan contoh lain yang fenomenal. Lima tahun lalu virus gemini tidak termasuk penyakit penting, tetapi kini menjadi perusak tanaman cabai dan tomat hampir di semua sentra produksi di Jawa (Bogor, Cianjur, Brebes, Wonosobo, Magelang, Klaten, Boyolali, Kulonprogo, Blitar, dan Tulungagung). Data dari Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura.

Penelitian Wiyono (2009) menunjukkan bahwa selama tiga tahun terakhir terjadi penurunan penyakit hawar daun pada tomat oleh *Phytophthora infestans*. Sebelumnya penyakit ini paling merusak tanaman tomat di dataran tinggi. Penyakit hawar daun tomat lebih berkembang pada suhu 18-22°C dan lembab. Pada tahun 1999, penyakit embun bulu yang disebabkan oleh cendawan *peronospora destructor* paling merusak tanaman bawang merah dan bawang daun di dataran tinggi. Meski belum ada bukti empirik, tetapi kondisi ini diperkirakan terkait dengan peningkatan suhu bumi yang menyebabkan dataran tinggi menjadi lebih hangat. Di Sulawesi Tengah, suhu rendah dan curah hujan tinggi pada malam hari, dan kelembaban yang tinggi memicu perkembangan penyakit VSD pada kakao.

Dampak Kenaikan Tinggi Air Laut dan Rob

Dampak kenaikan tinggi air laut juga nyata terjadi di Indonesia. Dalam periode 1925-1989, tinggi air laut naik 4,38 mm/tahun di Jakarta, 9,27 mm/tahun di Semarang, dan 5,47 mm/tahun di Surabaya. Penelitian Sofian (2010) membuktikan bahwa kenaikan tinggi air laut di Indonesia dalam periode 1993-2008 berkisar antara 0,2-0,6 cm per tahun. Suhu tinggi air laut juga meningkat rata-rata 0.020-0.023°C/tahun. Pada bulan Agustus 2010, di kutub utara telah terlepas bongkahan es (*giant ice berg*) sebesar Provinsi DKI Jakarta dengan ketebalan sekitar 500 m. Para ahli meyakini bahwa di wilayah kutub setiap hari terjadi erosi gunung es akibat pemanasan global. Oleh

karena itu, pengamatan terhadap pertinggian air laut menjadi sangat penting, apalagi hampir seluruh kota besar di dunia dan zona industri berada di tepi laut.

Kejadian rob di sekitar Stasiun Kereta Api Tawang Semarang tanggal 28 November 2010 merupakan peristiwa yang terjadi sejak 100 tahun yang lalu. Kejadian ini terus berulang sehingga masyarakat menyebut peristiwa masuknya air laut ke dataran dengan istilah rob. Selain disebabkan oleh naiknya air laut ke daratan akibat gelombang tinggi, rob juga disebabkan oleh struktur batuan kota Semarang yang masih muda dan terus mengalami penurunan. Akibat kejadian rob ini, lantai rumah di sekitar Stasiun Tawang sudah dinaikkan berulang kali sehingga bila penghuninya berdiri hampir menyentuh plafon rumah. Laju kenaikan tinggi air laut akibat rob mencapai 9,3 mm/tahun.

Dampak Kenaikan Air Laut dan Rob Terhadap Sumber Daya Lahan dan Air

Potensi pengurangan lahan sawah akibat kenaikan tinggi air laut berkisar antara 113.000-146.000 ha, lahan kering areal tanaman pangan 16.600-32.000 ha, dan lahan kering areal perkebunan 7.000-9.000 ha. Menjelang tahun 2050, tanpa upaya adaptasi perubahan iklim secara nasional, produksi padi diperkirakan akan menurun 20,3-27,1% produksi jagung 13,6%; produksi kedelai 12,4%; dan produksi tebu 7,6% dibandingkan dengan kondisi tahun 2006. Potensi dan peluang penurunan produksi padi tersebut terkait dengan berkurangnya lahan sawah di Jawa seluas 113.003-146.473 ha, di Sumatera Utara 1.314-1.345 ha, dan di Sulawesi 13.672-17.069 ha (Handoko *et al.*, 2008).

Hasil analisis di lima wilayah pembangunan menunjukkan hingga tahun 2050 luas baku lahan sawah akan menyusut akibat tergenang atau tenggelam oleh kenaikan tinggi air laut, yakni di Jawa dan Bali 182.556 ha, Sulawesi 78.701 ha, Kalimantan 25.372 ha, Sumatera 3.170 ha, dan Nusatenggara khususnya Lombok 2.123 ha. Tingkat kerugian akibat kenaikan tinggi air laut terhadap penyusutan lahan sawah dalam bentuk produksi padi pada tahun 2050 diperkirakan mencapai 4,3 juta ton GKG atau 2,7 juta ton beras. Potensi dampak tersebut didasarkan pada tingkat produktivitas dan indeks pertanaman pada saat itu sudah meningkat dibandingkan dengan kondisi saat ini. Misalnya, produktivitas padi sawah di Jawa dan Bali saat itu 7 t/ha dengan indeks penanaman 240%, sedangkan di luar Jawa dan Bali 5-6 t/ha dengan indeks penanaman 150-200%.

Hasil penelitian pada tahun 2010 mengindikasikan bahwa jika pada tahun 2050 peningkatan pertinggian laut mencapai 50 cm atau 100 cm, maka 5.251 ha dan 14.950 ha atau 0,30% dan 0,86% dari 1.732.124 ha lahan sawah di sepanjang Pantai Utara Jawa akan tergenang air laut (tenggelam) (Boer *et al.*, 2011). Hasil analisis ini didasarkan pada simulasi peta sebaran lahan sawah di Jalur Pantura Jawa. Walaupun persentasenya relatif kecil, tetapi secara agregat produksi padi yang akan hilang secara permanen mencapai 50-150 ribu ton per tahun.

Dampak Kenaikan Tinggi Air Laut dan Rob Terhadap Tanaman

Di Pantura Jawa Barat, dampak kenaikan tinggi air laut terhadap penurunan produksi padi akibat salinitas terjadi di Indramayu. Hasil penelitian Boer *et al.* (2011) menunjukkan tingkat salinitas di Indramayu, Jawa Barat, berstatus sedang sampai sangat tinggi masing-masing pada kedalaman 0-30 cm dan 30-70 cm. Menurut Grattan *et al.* (2002), tingkat salinitas di bawah 2,0 dS/m tidak berpengaruh terhadap hasil padi. Apabila salinitas meningkat di atas 2 dS/m maka hasil akan menurun sekitar

10% untuk setiap kenaikan 1 dS/m. Perkiraan kehilangan produksi padi akibat berkurangnya luas lahan dan peningkatan salinitas. Hasil penelitian Boer *et al.* (2010) menunjukkan berkurangnya lahan sawah secara permanen di Pantura Jawa.

Strategi Adaptasi Menghadapi Perubahan Iklim

Strategi adaptasi merupakan upaya penyesuaian kegiatan dan teknologi dengan kondisi iklim yang disebabkan oleh fenomena perubahan iklim akibat pemanasan global. Strategi dan kebijakan umum penanggulangan dampak perubahan iklim terhadap pertanian adalah memposisikan program aksi adaptasi pada subsektor tanaman pangan dan hortikultura sebagai prioritas utama agar peningkatan produksi dan ketahanan pangan nasional dapat dipertahankan. Strategi adaptasi yang dilakukan dibagi menjadi dua. Pertama adalah yang bersifat struktural dan kedua bersifat non-struktural. Strategi yang bersifat struktural adalah kegiatan meningkatkan ketahanan sistem produksi pangan dari dampak perubahan iklim melalui upaya perbaikan kondisi fisik, seperti pembangunan dan perbaikan jaringan irigasi, pembangunan dam, waduk, dan embung. Strategi yang bersifat non-struktural adalah melalui pengembangan teknologi budidaya yang lebih toleran terhadap cekaman iklim, penguatan kelembagaan dan peraturan, pemberdayaan petani dalam memanfaatkan informasi iklim untuk mengatasi dan mengantisipasi kejadian iklim ekstrim yang semakin meningkat frekuensinya.

Sistem produksi padi sangat rentan dan paling menderita terkena dampak perubahan iklim yang mengubah pola dan waktu tanam, sehingga menurunkan produktivitas, kualitas gabah, dan rendemen beras. Oleh sebab itu, adaptasi sistem produksi padi mengikuti pola perubahan iklim merupakan prioritas utama dalam pengamanan produksi nasional. Secara konseptual, adaptasi diupayakan melalui optimalisasi pengelolaan sumberdaya lahan dan air atau irigasi, penyesuaian pengelolaan pola dan waktu tanam serta rotasi tanaman dan varietas, pengembangan dan penerapan teknologi adaptif serta penyusunan berbagai pedoman dan penerapan teknologi adaptif (produksi, perlindungan tanaman, panen, dan pasca-panen) dan ramah lingkungan. Strategi adaptasi perubahan iklim perlu didasarkan pada beberapa kajian, antara lain identifikasi dampak dan tingkat kerentanan sektor pertanian (sumberdaya dan sistem produksi), identifikasi karakteristik dan potensi sumberdaya lahan dan air dan identifikasi kesiapan teknologi dan model usaha tani adaptif.

Dalam upaya pengembangan teknologi pengelolaan lahan dan air telah dikembangkan pula beberapa inovasi, antara lain:

a) Teknologi pengelolaan air dan iklim

Pengelolaan air dan iklim berperan penting dan merupakan salah satu kunci keberhasilan peningkatan produksi tanaman di lahan kering dan lahan sawah. Beberapa teknologi pengelolaan air dan iklim di antaranya adalah teknologi panen hujan, teknologi irigasi, teknologi prediksi iklim, dan teknologi penentuan waktu dan pola tanam.

b) Teknologi panen hujan

Teknologi panen hujan merupakan salah satu alternatif teknologi pengelolaan air dengan cara menampung kelebihan air pada musim hujan dan memanfaatkannya pada musim kemarau untuk keperluan irigasi tanaman. Beberapa teknologi panen hujan yang sudah banyak diaplikasikan adalah embung dan dam parit yang tidak memerlukan lahan yang luas dan dibangun di sekitar lahan usaha tani. Embung berfungsi sebagai tempat resapan yang dapat

meningkatkan kapasitas penyimpanan air tanah dan menyediakan air bagi tanaman dan ternak pada musim kemarau. Pemilihan lokasi embung perlu mempertimbangkan beberapa hal, antara lain jarak lokasi embung dengan saluran air, lokasi embung pada lahan dengan kemiringan 5-30%, diutamakan pada tanah yang memiliki tekstur liat dan atau lempung.

Keuntungan embung dan dam parit dalam upaya mengantisipasi kekeringan adalah menyimpan air yang berlimpah pada musim hujan, sehingga aliran pertinggian, erosi, dan bahaya banjir di daerah hilir dapat dikurangi serta memanfaatkan air pada musim kemarau, menunjang pengembangan usaha tani di lahan kering, khususnya pada sub-sektor tanaman pangan, perikanan, dan peternakan, dan menampung tanah tererosi sehingga memperkecil sedimentasi ke sungai, untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga dapat dibuat sumur di sekitar embung.

c) Teknologi dam parit

Hal ini merupakan cara untuk mengumpulkan atau membendung aliran air pada suatu parit dengan tujuan untuk menampung volume aliran pertinggian, sehingga selain dapat digunakan untuk mengairi tanaman di sekitarnya juga dapat menurunkan kecepatan erosi dan sedimentasi.

d) Teknologi irigasi

Berbagai teknologi irigasi sudah dikembangkan untuk membebaskan tanaman dari cekaman kekeringan, seperti sumur renteng, irigasi kapiler, irigasi tetes, irigasi semprot, irigasi parit, irigasi macak-macak di lahan sawah, irigasi bergilir, dan irigasi berselang. Sumur renteng merupakan salah satu teknologi pengairan tanaman yang sesuai diaplikasikan di daerah dengan tanah bertekstur berpasir. Tanah-tanah seperti ini memiliki kemampuan meloloskan air yang sangat tinggi, sehingga tidak mampu menyimpan air dalam waktu lama. Sumur renteng pada dasarnya menampung air untuk irigasi dalam sebuah bak penampungan berbentuk silinder yang terhubung dengan bak penampungan lainnya melalui pipa kapiler menyerupai bejana berhubungan.

Irigasi kapiler merupakan teknologi irigasi gravitasi yang cocok dikembangkan di daerah yang memiliki topografi terjal dengan sumber air relatif terbatas. Prinsip dasar irigasi kapiler adalah memanfaatkan air dari sumber mata air atau sungai yang disalurkan menuju bak penampungan secara gravitasi menggunakan pipa PVC. Selanjutnya, air yang tersedia pada bak penampungan didistribusikan ke areal pertanaman yang akan diairi menggunakan selang plastik kapiler. Irigasi tetes merupakan teknologi irigasi yang bertujuan untuk memanfaatkan ketersediaan air yang sangat terbatas secara efisien. Teknologi ini cocok diterapkan pada lahan kering beriklim kering dengan topografi relatif landai. Prinsip pendistribusian air pada sistem irigasi tetes adalah menyalurkan air dari tanki penampungan yang ditempatkan pada posisi lebih tinggi dari lahan usaha tani. Kebutuhan air tanaman dipasok dari tanki penampungan melalui selang irigasi yang didesain secara khusus, sehingga air dapat menyiram akar tanaman secara menetes dengan debit yang sama dan konstan. Teknik ini sangat efisien dalam penggunaan air tetapi hanya cocok untuk budidaya tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi seperti bawang merah.

Irigasi semprot berupa nozel sederhana yang terbuat dari plastik penyemprotan berbentuk kipas. Teknologi ini memiliki debit penyiraman yang rendah tetapi konstan, cocok diaplikasikan pada tanaman perkebunan dan

hortikultura. Teknologi irigasi ini relatif lebih murah, tidak mudah tersumbat, mudah perawatannya, dan jangkauan irigasi dapat mencapai 1,5 m. Irigasi parit merupakan salah satu teknologi irigasi pada lahan kering untuk tanaman palawija (jagung, kedelai, kacang tanah) atau sayuran. Dibandingkan dengan irigasi konvensional (sistem submerse atau genangan), teknik irigasi ini lebih efisien dalam penggunaan air yang hanya disalurkan pada parit yang berada persis di samping baris tanaman. Parit berukuran lebar 35-40 cm pada bagian atas dan 15-20 cm pada bagian bawah dengan kedalaman 10-15 cm. Jarak antar-parit berkisar antara 80-100 cm, bergantung pada jarak tanam.

Irigasi macak-macam adalah teknik pemberian air yang bertujuan membasahi lahan hingga jenuh, tanpa tergenang hingga mencapai ketinggian tertentu. Efisiensi penggunaan air pada lahan yang diirigasi secara macak-macam hampir 2-3 kali lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang digenangi terus-menerus. Sistem irigasi bergilir merupakan teknik irigasi dimana pemberian air dilakukan pada luasan dan periode tertentu, sehingga areal tersebut menyimpan air yang dapat digunakan hingga periode irigasi berikutnya. Jumlah air yang diberikan dan interval irigasi setara dengan unit luasan lahan yang diirigasi dan jumlah air yang hilang melalui evapotranspirasi, rembesan, perkolasi, dan komponen lainnya.

Sistem irigasi berselang merupakan sistem pemberian air ke lahan sawah dengan level tertentu, kemudian pemberian air berikutnya dilakukan pada periode tertentu setelah genangan air pada level tersebut surut hingga tidak terjadi genangan. Penerapan irigasi setinggi 5 cm sehari setelah air surut hingga tidak terjadi genangan air di lahan sawah dapat meningkatkan produktivitas padi dan relatif tinggi dibandingkan dengan produktivitas padi dengan sistem irigasi terus menerus dan irigasi bergilir.

Membangun Kepedulian Masyarakat

Upaya membangun kepedulian masyarakat dalam adaptasi perubahan iklim diperlukan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dalam memanfaatkan informasi dan teknologi melalui sosialisasi, diseminasi, dan koordinasi. Kepedulian masyarakat terhadap adaptasi perubahan iklim dilakukan dengan melakukan advokasi dan sosialisasi, membangun sistem informasi iklim dan teknologi, dan membangun dan memperkuat kelembagaan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa perubahan iklim nyata adanya dan beberapa sektor di Indonesia mengalami dampaknya sehingga pemerintah dan Masyarakat sudah seyoganya agar sadar terhadap hal yang sedang terjadi. Adapun dampak perubahan pola curah hujan dan kejadian iklim ekstrim terjadi pada sumber daya lahan dan air, tanaman, peningkatan suhu udara, dan kenaikan tinggi air laut dan rob. Adapun strategi menangani perubahan iklim adalah dengan penggunaan teknologi pengelolaan air dan iklim, teknologi panen hujan, teknologi dam parit, dan teknologi irigasi serta bagian terpentingnya adalah membangun kepedulian Masyarakat akan perubahan iklim.

Referensi :

Budiarti, P., & Hartono, D. (2023). The Effect of Economic Growth and Investment on Poverty West Java Province in 2004-2019. *Literatus: Literature for Social*

Impact and Cultural Studies, 5(1), 1-6.

Hartono, D. (2022). Determinan Pembangunan Manusia Kabupaten / Kota di Provinsi Jawa Tengah. *Sosio E-Kons*, 14(2), 155-164.

Hartono, D. (2023a). *Ekonomi Pedesaan Memahami Aspek Tata Ruang Pedesaan*. Yayasan Pendidikan Cendekia Muslim.

Hartono, D. (2023b). *Teori Ekonomi Makro*. Yayasan Pendidikan Cendekia Muslim.

Ngarifun, & Hartono, D. (2022). Upah Dan Harga Konsumen Terhadap Pembangunan Manusia Di Provinsi DKI Jakarta Pada Tahun 2002-2019. *Sosio E-Kons*, 14(3), 240-245.

Ristiawan, D., & Hartono, D. (2023). Dampak Kualitas Produk dan Responsibilitas bagi Kepuasan Konsumen di Perusahaan Omid Health Style. *Utility: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Ekonomi*, 7(1), 1-9.

Rizky, M., & Hartono, D. (2022). Relationship Patterns of Working Hours, Work Culture and Employee Performance Customer Service Company Prima Utama Elite at Mall Kasablanka. *Focus*, 3(2), 107-112.

Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional.