



DOI: <https://doi.org/10.38035/rj.v7i3>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Menjelajahi Dinamika Pangan di Era Perubahan Iklim Terhadap Dampak di Indonesia dan Proyeksi Masa Depan: A Systematic Review

Dwi Ratnawaty Hakim¹, Anita Rahmiwati², Rostika Flora³, Novrikasari⁴

¹Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya, dwi.hakim16@gmail.com.

²Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya, anita_rahmiwati@fkm.unsri.ac.id.

³Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya, florachaidir@yahoo.com.

⁴Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya, novrikasari@fkm.unsri.ac.id.

Corresponding Author: dwi.hakim16@gmail.com¹

Abstract: Indonesia is heavily dependent on the agricultural industry, which is one of the primary pillars of the country's economy, hence food security is very crucial. Since the majority of people work in agriculture, ensuring there is a sufficient supply of food is essential to preserving social and economic stability. Furthermore, Indonesia's geographical and cultural diversity poses particular difficulties in addressing the various dietary requirements of its many areas. In light of climate change, natural disasters, and other global issues that may have an impact on food supply, food security is also a strategic consideration. The project aims to (1) assess the degree of susceptibility of Indonesia's food system to climate change and (2) develop solutions for adaptation and mitigation that may be put into practice to enhance food security in the face of these consequences. This study provides an organized overview of food dynamics in the context of climate change and how it affects Indonesia. The literature from prestigious national and international journal articles is one of the research data sources. The findings demonstrate how difficult it is to comprehend how climate change is affecting Indonesia's food supply, which emphasizes how complicated the problems are. Farmers have put adaptation plans into place, but resource access and climate unpredictability still present obstacles. Climate change has an impact on the national economy and export-related activities. Therefore, to attain both economic stability and food security, comprehensive support and integrated policies are required. To meet the difficulties of climate change in the agricultural sector, farmers' adaptation methods, cross-sectoral cooperation, and access to climate information are essential.

Keyword: food security, climate change, strategies and adaptation.

Abstrak: Indonesia sangat bergantung pada industri pertanian, yang merupakan salah satu pilar utama ekonomi negara, oleh karena itu keamanan pangan sangat penting. Karena mayoritas orang bekerja di pertanian, memastikan ada pasokan makanan yang cukup sangat penting untuk mempertahankan stabilitas sosial dan ekonomi. Selain itu, keanekaragaman geografis dan budaya Indonesia menimbulkan kesulitan khusus dalam menangani berbagai kebutuhan gizi dari banyak wilayahnya. Mengingat perubahan iklim, bencana alam, dan isu-

isu global lainnya yang mungkin berdampak pada pasokan makanan, keamanan pangan juga merupakan pertimbangan strategis. Proyek ini bertujuan untuk (1) menilai tingkat sensitivitas sistem pangan Indonesia terhadap perubahan iklim dan (2) mengembangkan solusi adaptasi dan mitigasi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan keamanan pangan di hadapan konsekuensi-konsekuensi ini. Studi ini memberikan gambaran yang terorganisir tentang dinamika makanan dalam konteks perubahan iklim dan bagaimana hal itu mempengaruhi Indonesia. Sastra dari artikel jurnal nasional dan internasional bergengsi adalah salah satu sumber data penelitian. Temuan ini menunjukkan betapa sulitnya memahami bagaimana perubahan iklim mempengaruhi pasokan makanan Indonesia, yang menekankan betapa rumitnya masalah tersebut. Petani telah membuat rencana adaptasi, tetapi akses sumber daya dan ketidakpastian iklim masih menjadi hambatan. Perubahan iklim memiliki dampak pada ekonomi nasional dan kegiatan terkait ekspor. Oleh karena itu, untuk mencapai stabilitas ekonomi dan keamanan pangan, dukungan komprehensif dan kebijakan terintegrasi diperlukan. Untuk mengatasi kesulitan perubahan iklim di sektor pertanian, metode adaptasi petani, kerjasama lintas sektor, dan akses informasi iklim sangat penting.

Kata Kunci: ketahanan pangan, perubahan iklim, strategi dan adaptasi

PENDAHULUAN

Kualitas tanaman di perkebunan dan pertanian dapat dipengaruhi oleh perubahan iklim. Karena tidak dapat menahan perubahan cuaca, beberapa tanaman mungkin kehilangan kualitasnya. Bisa menyebabkan kematian tanaman, dan tanaman yang bertahan hidup mungkin kehilangan kualitas dan kebugaran fisik. Perubahan iklim juga memengaruhi populasi hama dan musuh alami serta kelangsungan hidup tanaman budidaya. Akibatnya, untuk mengantisipasi dampak ini, perlu dilakukan upaya mitigasi dan adaptasi. Mengurangi emisi gas rumah kaca dari lahan pertanian adalah tujuan dari strategi mitigasi, karena peningkatan emisi gas rumah kaca dapat berdampak pada produksi tanaman dan ketersediaan pangan. Menurut International Panel for Climate Change (IPCC), suhu global akan meningkat, yang dapat mempengaruhi fungsi, pertumbuhan, dan perkembangan tanaman tergantung pada jenisnya dan lokasinya (Phi & Sudarti, 2022).

Sejumlah wilayah, ekosistem, atau komunitas menunjukkan tingkat rentan yang tinggi terhadap perubahan iklim, bahkan jika peningkatan suhu udara dan muka air laut nampaknya terbatas. Kapabilitas masyarakat atau ekosistem untuk beradaptasi terhadap perubahan tersebut semakin terbatas, meningkatkan tingkat kerentanannya. Peningkatan suhu di dataran tinggi dapat memicu perubahan global seperti pelelehan es kutub, perubahan dalam distribusi vegetasi alami, dan penurunan keanekaragaman hayati. Di sisi lain, produktivitas tanaman, persebaran hama, penyakit tanaman, dan kesehatan manusia di daerah tropis atau lintang rendah juga akan terpengaruh. Tanaman vital seperti padi dan sereal menunjukkan tingkat kerentanannya terhadap fluktuasi suhu, terutama pada fase reproduksi tanaman yang disebut spikelet, yang dapat mengalami sterilisasi karena kenaikan suhu. Fenomena ini mengancam kelangsungan sumber daya air. Terumbu karang merupakan contoh konkret dari ekosistem alami yang sangat responsif terhadap kenaikan suhu. Pada peristiwa El-Nino tahun 1997, terumbu karang mengalami pemutihan signifikan, mengakibatkan penurunan kualitas dan fungsi mereka. Oleh karena itu, perubahan iklim membawa risiko besar terhadap keberlanjutan sumber daya air, terutama di daerah kering seperti Afrika dan wilayah tropis yang lebih basah (Ainurrohmah & Sudarti, 2022).

Iklim Bumi mengalami perubahan secara alami. Perubahan dalam intensitas sinar matahari yang mencapai Bumi menyebabkan siklus pemanasan dan pendinginan yang menjadi ciri khas dalam sejarah iklim Bumi. Beberapa siklus matahari ini, seperti empat kali perubahan antara zaman es dan antar zaman es dalam 400.000 tahun terakhir, melibatkan skala waktu

yang sangat panjang dan dapat memiliki amplitudo yang besar, mencapai 5 °C hingga 6 °C. Selama 10.000 tahun terakhir, Bumi berada dalam fase interglaciar hangat dari siklus tersebut. Siklus matahari lainnya lebih singkat, dengan siklus bintik matahari yang paling pendek adalah siklus 11 tahun. Penyebab alami lain dari perubahan iklim melibatkan variasi arus laut (yang dapat mengubah distribusi panas dan curah hujan) dan letusan besar gunung berapi (yang secara sporadis dapat meningkatkan konsentrasi partikel atmosfer, menghalangi lebih banyak sinar matahari). Meskipun begitu, selama ribuan tahun, atmosfer Bumi mengalami sedikit perubahan. Suhu dan keseimbangan gas rumah kaca yang mempertahankan panas tetap sesuai untuk kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Namun, saat ini kita menghadapi masalah dalam menjaga keseimbangan ini. Karena kita membakar bahan bakar fosil untuk menghangatkan rumah, menggerakkan mobil, menghasilkan listrik, dan memproduksi berbagai produk, kita menambahkan lebih banyak gas rumah kaca ke atmosfer. Dengan meningkatkan jumlah gas ini, kita telah meningkatkan kemampuan pemanasan efek rumah kaca alami. Ini adalah efek rumah kaca yang ditingkatkan oleh manusia yang menimbulkan kekhawatiran lingkungan, karena memiliki potensi untuk menghangatkan planet dengan tingkat yang belum pernah dialami dalam sejarah manusia (Adedeji, Reuben, & Olatoye, 2014).

Dengan mempertimbangkan perkiraan pertumbuhan populasi yang diantisipasi di wilayah tropis dalam lima puluh tahun mendatang, menurunnya produksi pangan di kawasan khatulistiwa menjadi perhatian utama. Meskipun kecenderungan cuaca yang hangat dan musim tanam yang lebih panjang tampaknya menonjol di wilayah tropis berdekatan dengan kutub, perubahan tersebut tidak mampu sepenuhnya menanggulangi penurunan hasil produksi pangan. Tidak hanya itu, perubahan iklim juga memberikan dampak pada mutu makanan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa beberapa nutrisi penting hilang ketika tanaman pangan ditanam dalam kondisi konsentrasi karbon dioksida atmosfer yang tinggi. Konsekuensi dari perubahan iklim dapat merugikan produksi pertanian dan meningkatkan risiko bencana alam seperti banjir dan kekeringan, yang berpotensi menghambat produksi pangan. Situasi ini dapat membawa dampak serius pada ketahanan pangan dan memperbesar tingkat kelaparan, terutama pada kelompok masyarakat yang paling rentan. Adanya konsekuensi serius bagi sektor pertanian, seperti peningkatan insiden serangan hama, kegagalan panen akibat musim kemarau yang berkepanjangan, atau tingginya curah hujan yang mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas produksi padi. Sebagai akibatnya, para petani berpotensi menghadapi kerugian besar karena hasil panen yang tidak sesuai harapan, dan penurunan produksi ini berpotensi memberikan dampak negatif pada ketahanan pangan saat ini di Indonesia (Nurhaliza dkk., 2023)

Sektor pertanian, terutama tanaman pangan seperti padi, jagung, dan kedelai, sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim, khususnya fenomena El Niño Southern Oscillation (ENSO). ENSO mencakup kondisi suhu permukaan air laut di Samudera Pasifik yang mempengaruhi pola musim hujan di Indonesia. Fenomena ENSO terdiri dari tiga fase: El Niño, La Niña, dan fase netral. Fase hangat El Niño dan fase dingin La Niña memengaruhi distribusi curah hujan, dengan beberapa wilayah di Indonesia mengalami peningkatan curah hujan selama fase La Niña dan penurunan selama fase El Niño. Sektor pertanian, terutama tanaman pangan utama Indonesia seperti padi, jagung, dan kedelai, terkena dampak negatif dari fluktuasi curah hujan yang disebabkan oleh fenomena ENSO. Jutaan petani bergantung pada padi sebagai makanan pokok dan sumber penghasilan mereka. Kedelai menjadi bahan baku utama untuk produk yang populer di Indonesia seperti tahu, tempe, dan kecap. Di sisi lain, jagung menjadi komoditas strategis untuk konsumsi manusia dan ternak (Malau dkk., 2023).

Untuk mengetahui ketergantungan impor beras, Anda dapat menggunakan Indeks Ketergantungan Impor (IDR), yang menunjukkan tingkat ketergantungan impor yang lebih tinggi. Selain itu, Indeks Spesialisasi Perdagangan (ISP) dan Indeks Ketergantungan Diri (SSR) juga dapat digunakan untuk menilai kondisi ketergantungan impor beras. IDR dan SSR

menunjukkan tingkat ketergantungan impor dalam suatu negara, sementara SSR menunjukkan seberapa besar produksi beras domestik. Meskipun konsumsi beras di Indonesia selalu melebihi produksinya, impor terus terjadi. Impor dilakukan untuk menjaga ketersediaan pangan dan ketahanan pangan, terutama saat menghadapi bencana alam atau konflik. Akibatnya, meskipun Indonesia memiliki stok beras yang cukup, impor tetap dilakukan untuk memenuhi kebutuhan beras yang tidak diproduksi secara lokal. Gambar 1 menunjukkan tren produksi, konsumsi, dan impor beras di Indonesia dari tahun 1992 hingga 2017 (Paipan & Abrar, 2020).

Indonesia memiliki potensi besar untuk ketersediaan makanan yang beragam. Oleh karena itu, sumber karbohidrat seperti ubi jalar, padi, jagung, dan ubikayu harus menjadi fokus pengembangan sumber pangan lokal. Melalui berbagai hasil olahan dengan berbagai kandungan zat gizi, pangan menawarkan diversifikasi produk. Permintaan pasar yang terus meningkat di tingkat lokal, regional, dan ekspor merupakan bagian dari potensi pangan ini. Peningkatan jumlah penduduk, pendapatan per kapita, dan nilai ekonomi masyarakat dapat dipengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi. Kecuali untuk beberapa komoditas seperti kedelai dan daging impor yang masih mengalami defisit, sebagian besar kebutuhan pangan Indonesia dapat dipenuhi melalui potensi domestik (Rusdiana & Maesya, 2017).

Pada tahun 2021, sektor pertanian mencatat Produk Domestik Bruto (PDB) sebesar Rp2,25 kuadriliun berdasarkan harga berlaku (ADHB), mengalami penurunan kontribusi sebesar 0,42 persen poin dari tahun sebelumnya, yang sebelumnya mencapai 13,7% dari PDB nasional. Kontribusi sektor pertanian ini juga mengalami penurunan sebesar 0,65 persen poin jika dibandingkan dengan posisi pada tahun 2010. Meskipun terjadi peningkatan dibanding tahun 2020, pertumbuhan sektor pertanian selama tahun 2021 hanya mencapai 1,84% jika diukur menggunakan PDB atas dasar harga konstan (ADHK) tahun 2010. Meski angka ini lebih tinggi dibanding tahun sebelumnya, pertumbuhan sektor pertanian pada tahun tersebut jauh di bawah rata-rata periode sebelum pandemi COVID-19, di mana sektor pertanian selalu mencatat pertumbuhan di atas 3%.

Sebagai negara yang bergantung pada tanaman padi sebagai sumber makanan utamanya, tiga provinsi di Pulau Jawa yang dikenal sebagai lumbung padi adalah Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Provinsi Jawa Barat menduduki peringkat ketiga dalam produktivitas padi selama dua tahun berturut-turut, pada tahun 2018 dan 2019. Karena beras merupakan bahan makanan utama bagi sekitar 90% penduduk Indonesia, tanaman padi dianggap sangat penting. Untuk memenuhi kebutuhan tanaman dan sebagai sumber daya alam yang penting bagi manusia, sektor pertanian membutuhkan lebih dari 70% dari total air. Selama musim hujan, beberapa daerah di Indonesia mengalami kelebihan air, sementara selama musim kemarau, daerah lain menghadapi masalah air. Kekeringan sangat membahayakan sektor pertanian dan hasil produksi tanaman. Kondisi kekeringan bukan hanya masalah lokal tetapi juga masalah global yang memengaruhi banyak negara di seluruh dunia (Permatasari dkk., 2021).

Pertanian di Indonesia menghadapi tantangan serius yang melibatkan faktor-faktor kompleks seperti kebijakan alih fungsi lahan, keterbatasan modal petani, gangguan hama, dan risiko bencana alam, terutama banjir. Kebijakan alih fungsi lahan menunjukkan tren penurunan lahan pertanian akibat perkembangan industri dan perumahan. Keterbatasan modal menjadi kendala serius bagi petani yang berupaya mengembangkan usaha taninya. Sementara itu, gangguan hama dan risiko banjir merugikan produksi pertanian. Banjir, sebagai fenomena alam, telah menjadi persoalan yang terus berkembang, dengan kecenderungan meningkat baik di perkotaan maupun pedesaan. Pengelolaan pertanian di Indonesia perlu mengatasi berbagai tantangan ini untuk memastikan ketahanan pangan yang berkelanjutan dan melindungi sumber daya alam (Sukirman, 2010).

Selain aspek-aspek tersebut, ketahanan pangan Indonesia melibatkan sejumlah elemen, termasuk produksi, distribusi, dan pola konsumsi pangan. Produksi makanan terbatas dan

mengalami penurunan kapasitas, sementara distribusi dihadapkan pada kendala prasarana dan keamanan, terutama dalam pengiriman antar pulau. Konsumsi juga mengalami kekurangan, khususnya dalam variasi sumber nutrisi dan asupan energi. Dalam upaya mencapai kemandirian pangan, kebijakan ketahanan pangan Indonesia bertujuan untuk menjamin ketersediaan pangan yang cukup, aman, berkualitas, dan bergizi seimbang di tingkat rumah tangga, daerah, dan nasional. Kebijakan tersebut fokus pada pembangunan ekonomi berbasis pertanian dan pedesaan, serta pemenuhan kebutuhan pangan untuk kelompok masyarakat miskin dan rentan pangan. Mendorong rumah tangga dan masyarakat untuk mengatasi tantangan ketahanan pangan menjadi fokus utama melalui program-program seperti Desa Mandiri Pangan (Purwaningsih, 2008).

Meskipun terjadi peningkatan pada Indeks Ketahanan Pangan Global (GFSI) Indonesia tahun 2022, mencapai 60,2 dibandingkan 59,2 tahun sebelumnya, data menunjukkan bahwa tingkat ketahanan pangan masih di bawah standar periode 2018-2020. Indonesia menempati peringkat 69 dari 113 negara dalam GFSI tahun tersebut, berada di bawah rata-rata global 62,2 dan Asia Pasifik 63,4. Meski sebagian besar tenaga kerja berada di sektor pertanian, kontribusi sektor ini terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) hanya 12,4% tahun 2022, lebih rendah dibandingkan sektor industri pengolahan (18,34%) dan perdagangan besar (12,85%). Meskipun jumlah pekerja pertanian meningkat pada Februari 2023 menjadi 40,69 juta atau 29,36% dari total, pertumbuhan ekonomi sektor ini tetap rendah, mencerminkan kesulitan mengoptimalkan peran pertanian dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia (Mansyah, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dinamika pangan di Indonesia dalam konteks perubahan iklim. Dua tujuan utama penelitian ini adalah (1) menganalisis sejauh mana sistem pangan Indonesia rentan terhadap perubahan iklim, dan (2) merumuskan strategi adaptasi dan mitigasi untuk meningkatkan ketahanan pangan di tengah dampak perubahan iklim.

METODE

Penelitian ini merupakan tinjauan sistematis (Systematic Review) mengenai dinamika pangan di era perubahan iklim dan dampaknya terhadap Indonesia. Sumber data penelitian mencakup literatur dari artikel jurnal terkemuka baik di tingkat nasional maupun internasional, yang ditemukan melalui mesin pencarian seperti Google Scholar, Elsevier, dan Science Direct dan Scopus. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian adalah "dinamika pangan di era perubahan iklim dan dampaknya terhadap Indonesia" dengan rentang waktu publikasi antara tahun 2010 hingga 2023. Jenis penelitian yang digunakan adalah systematic review melalui pendekatan kualitatif. Menurut Siswanto (2010) Pendekatan kualitatif dalam systematic review digunakan untuk menggabungkan (meringkas) temuan dari penelitian yang bersifat deskriptif kualitatif. Proses penggabungan temuan dari penelitian kualitatif ini dikenal sebagai meta-sintesis.

Prosedur dalam melakukan analisis dari hasil systematic review yaitu dengan cara menggunakan strategi pencarian literatur menggunakan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta Analysis). Menurut Mansyah (2021) bahwa untuk memilih studi yang sesuai dengan tema sistematis review tentang dinamika pangan di era perubahan iklim dan dampaknya terhadap Indonesia, maka digunakan kriteria inklusi yang digunakan untuk mencari dan menyeleksi artikel tentang penelitian yang berfokus pada dinamika pangan di era perubahan iklim dan dampaknya terhadap Indonesia, terutama dalam konteks perubahan iklim, ketahanan pangan dan produksi pangan di Indonesia. Studi yang memenuhi kriteria inklusi akan kemudian diekstraksi dengan mengambil informasi seperti nama penulis, tahun publikasi, metode penelitian, dan temuan utama dari setiap penelitian.

Lebih lanjut bahwa langkah-langkah dalam systematic review kualitatif mirip dengan systematic review kuantitatif, dan mencakup proses-proses berikut Siswanto (2010): 1) Merumuskan pertanyaan penelitian, 2) Melakukan pencarian literatur secara sistematis, 3) Melakukan skrining dan seleksi artikel penelitian yang sesuai dengan kriteria, 4) Menganalisis

dan mensintesis temuan-temuan kualitatif dari studi-studi yang dipilih, 5) Menjaga kendali mutu selama proses review, dan 6) Menyusun laporan akhir yang merangkum temuan-temuan kualitatif yang relevan. Langkah-langkah ini membentuk kerangka kerja untuk melakukan systematic review kualitatif dengan tujuan menyajikan tinjauan yang komprehensif dan terinci mengenai suatu topik penelitian.

PRISMA memiliki protokol atau tahapan khusus, seperti yang tergambar dalam flow diagram usulan Liberati pada gambar 4, dan telah mengalami pengembangan hingga versi 2020, sebagaimana terlihat pada gambar 5. Pada gambar 5, dapat dikenali bahwa terdapat tiga fase, yakni identifikasi, penyaringan, dan inklusi.

1. Identification

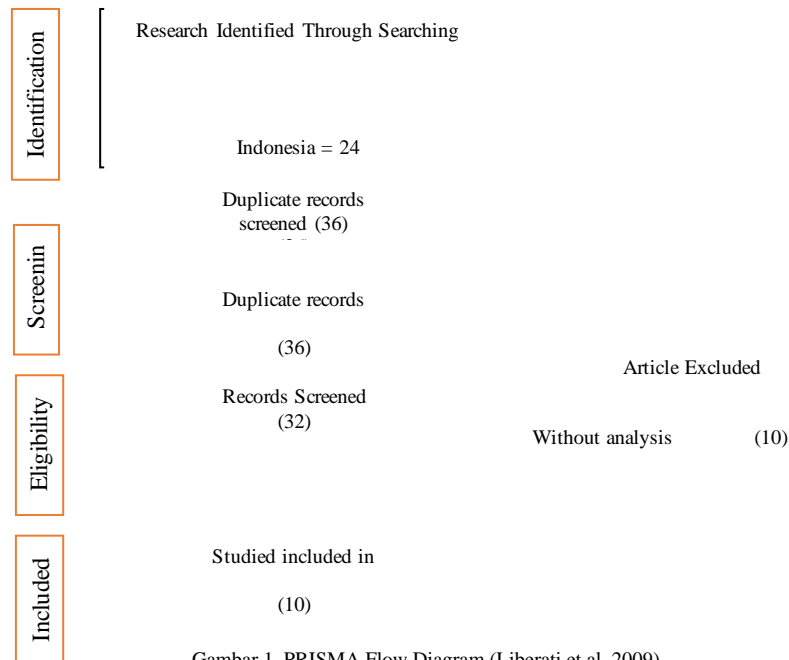
Dalam tahap ini, dilakukan identifikasi terhadap hasil pencarian literatur yang telah dikumpulkan sebelumnya pada langkah kedua dari Scoping Review. Pencarian ini dapat dilakukan melalui berbagai sumber seperti Google Scholar, Science Direct, ProQuest, dan sumber lainnya. Tentunya, pencarian ini telah diarahkan sesuai dengan judul penelitian, abstrak, dan kata kunci yang bersumber dari pertanyaan penelitian. Setiap sumber yang ditemukan didata, dan dilakukan pengecekan untuk memastikan apakah terdapat duplikasi informasi.

2. Screening

Pada langkah ini, terjadi proses penyaringan atau seleksi sumber literatur yang relevan dengan tujuan, topik, dan pertanyaan penelitian. Sebelumnya, telah ditetapkan kriteria inklusi dan eksklusi. Sumber literatur yang memenuhi kriteria eksklusi akan dieliminasi dari daftar literatur yang dipertimbangkan.

3. Included

Setelah melalui proses penyaringan atau seleksi, semua sumber literatur yang lolos akan diperiksa secara mendalam melalui analisis lanjutan.



Gambar 1. PRISMA Flow Diagram (Liberati et al. 2009)

Kurangnya topik terbaru yang membahas tentang dua variabel yang diujikan yaitu perubahan iklim dengan pengaruhnya terhadap produksi pangan maka terdapat 36 studi yang teridentifikasi melalui database elektronik (google scholar, Elsevier dan science direct serta scopus) sesuai dengan diagram di atas, setelah data dikumpulkan kemudian dilakukan

penyaringan kemudian terdapat 10 hasil studi yang sesuai yang mampu untuk digunakan dalam penelitian ini sebagai bentuk rujukan dalam membantu merumuskan dan menjawab tujuan dari penelitian ini. Sehingga 10 studi tersebut yang layak serta dapat dimasukkan sebagai referensi yang valid

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pencarian artikel maka diperoleh 10 hasil penelitian yang telah diseleksi yang merujuk kepada dinamika pangan di era perubahan iklim dan dampaknya terhadap Indonesia. Selain itu, artikel yang dirujuk juga lebih mengarah kepada perubahan iklim, ketahanan pangan dan dampaknya terhadap produksi pangan di Indonesia dan juga kasus-kasus yang berhubungan dengan topik di atas yang saat ini sedang terjadi. Dan berdasarkan tujuan penelitian, hasil dan rangkuman hasil penelitian yang berhubungan dengan topik di atas dibuat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. dinamika pangan di era perubahan iklim dan dampaknya terhadap Indonesia.

No	Author (Tahun)	Judul	Metode	Hasil
1.	(Malau et al., 2023b)	The Impact Of Climate Change On Food Crop Production In Indonesia	Penelitian menggunakan data panel. Data time series yang digunakan adalah data tahunan periode 2010-2017	Pengaruh El Nino dapat mengakibatkan pengurangan curah hujan, yang berdampak signifikan pada hasil produksi padi dan kedelai. Di sisi lain, La Nina, yang membawa peningkatan curah hujan, cenderung memberikan dampak lebih besar pada produksi kedelai. Secara keseluruhan, dampak El Nino terhadap produksi tanaman pangan cenderung lebih besar dibandingkan dengan La Nina.
2.	(Apriyana et al., 2016) Click or tap here to enter text.	Analysis of Climate Change Impacts on Food Crops Production in Dry Land and Design of Information System	Perangkat lunak dikembangkan melalui penelitian studi lapangan dari tahun 2012 hingga 2013.	Penurunan curah hujan hingga tahun 2050 dapat menyebabkan penurunan produksi padi gogo dan jagung di wilayah tersebut. Adaptasi melalui skenario SRESB1 dengan menggunakan perangkat lunak SIDAPI TAPA dapat meminimalkan penurunan produksi.
3.	(Akmalia, 2022)	The Impact Of Climate Change On Agriculture In Indonesia And Its Strategies: A Systematic Review	Kualitatif jenis literature review	Studi-studi menyatakan penurunan produksi tanaman pangan akibat perubahan lingkungan akibat perubahan iklim. Oleh karena itu, strategi yang disediakan adalah contoh yang dapat diterapkan dan dikembangkan untuk menjaga produktivitas pangan nasional, dengan perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menyusun rencana terintegrasi.
4.	(Ikhwali et al., 2022) Click or tap here to enter text.	A review of climate change studies on paddy agriculture in Indonesia	Kualitatif jenis literature review	Pemuan penelitian mengindikasikan bahwa pertanian padi di Indonesia akan menghadapi tantangan besar, terutama potensi penurunan produktivitas. Studi-studi yang menghubungkan

No	Author (Tahun)	Judul	Metode	Hasil
				pertanian padi dengan perubahan iklim memberikan langkah awal untuk mencari solusi menghadapi kondisi cuaca di masa depan.
5.	(Rozaki, 2021)	Food security challenges and opportunities in indonesia post COVID-19	Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian literature atau pendekatan pustaka	Pandemi Covid-19 menimbulkan krisis kesehatan signifikan dan menantang keamanan pangan di Indonesia, dengan fokus utama pada isu beras dan kendala klasik dalam pertanian. Meskipun terdapat tantangan, peluang juga muncul, seperti peningkatan kesadaran terhadap pemborosan makanan dan kembalinya potensi lokal untuk mendukung agenda keamanan pangan.
6.	(Wahyu Widada & Handoyo Mulyo, 2017)	Faktor Faktor yang Mempengaruhi Ketahanan Pangan di Indonesia	Penelitian ini memanfaatkan data sekunder dari sejumlah sumber yang berbeda, termasuk BPS dan Basis Data Kementerian Pertanian, guna melakukan analisis terhadap produksi padi, produktivitas, konsumsi, harga, dan berbagai faktor lainnya di setiap provinsi di Indonesia.	Penelitian dengan Binary Logit Model menemukan bahwa luas areal sawah, produksi jagung, kedelai, daging ayam, daging sapi, kepadatan penduduk, dan beberapa Indeks Harga Konsumen berpengaruh signifikan terhadap ketahanan pangan Indonesia, menyoroti pentingnya pemanfaatan, pasokan, akses ekonomi, dan kestabilan pangan.
7.	(Ansari et al., 2023) Click or tap here to enter text.	Evaluating the effect of climate change on rice production in Indonesia using multimodelling approach	Studi ini menggunakan pencarian literatur menyeluruh melalui perangkat lunak Perish and Publish.	Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim terhadap ketahanan pangan, pendekatan berbasis sistem dengan model iklim-hidrologi-tanaman menjadi kunci untuk memberikan wawasan menyeluruh mengenai potensi dampak perubahan iklim pada produksi pangan, termasuk pertumbuhan tanaman, ketersediaan air, dan hasil tanaman.
8.	(Tenri Darhyati et al., 2020)	The impact of climate change on agricultural production with a cases study of Lake Tempe, district of Wajo, south Sulawesi	Pendekatan analisis data dalam penelitian ini mencakup gabungan antara penilaian deskriptif dengan pendekatan kualitatif serta evaluasi statistik kuantitatif.	Perubahan iklim, luas lahan, dan pelatihan petani berpengaruh pada produksi pertanian, dengan petani mengalami dampak berupa kegagalan panen dan penurunan kuantitas serta kualitas hasil pertanian.
9.	(Twidyawati et al., 2021) Click or tap here to enter text.	Adaptation and mitigation strategies for impacts and efforts of climate change in Indonesia	Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian literature atau pendekatan pustaka	Langkah kunci dalam menghadapi dampak perubahan iklim, Kementerian Pertanian menerapkan strategi melalui pengembangan pertanian yang tangguh dan penerapan teknologi adaptif. Pemerintah

No	Author (Tahun)	Judul	Metode	Hasil
10.	(Sumaryanto, 2012)	Enhancing Climate Change Adaptation for Food-Crop Farmers	Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian literature atau pendekatan pustaka	Indonesia telah mengambil berbagai tindakan mitigasi dan adaptasi, termasuk pengembangan padi beremisi rendah dan penerapan teknologi irigasi intermiten, guna mengatasi tantangan yang muncul di sektor pertanian. Strategi Kementerian Pertanian untuk menghadapi perubahan iklim melalui pengembangan pertanian yang tangguh dan adaptasi teknologi merupakan langkah kunci. Pemerintah Indonesia telah mengambil langkah-langkah mitigasi dan adaptasi, termasuk pengembangan padi beremisi rendah dan teknologi irigasi intermiten, untuk mengatasi dampak perubahan iklim di sektor pertanian

Pembahasan

Pemerintah Indonesia menghadapi sejumlah tantangan dalam mencapai ketahanan pangan, di antaranya peningkatan permintaan pangan, pemenuhan kebutuhan penduduk miskin, dan penanganan kasus stunting. Sisi pasokan juga dihadapkan pada masalah konversi lahan pertanian tinggi, akses terbatas terhadap sumber daya, sebaran produksi pangan yang tidak merata, dan dampak negatif perubahan iklim global. Perubahan iklim, ditandai dengan suhu yang meningkat dan curah hujan yang tidak menentu, memperparah kondisi dengan potensi penurunan panen, yang dapat berdampak pada kenaikan harga pangan dan meningkatkan daerah rawan pangan. Oleh karena itu, penguatan ketahanan pangan melibatkan peningkatan kapasitas adaptasi terhadap perubahan iklim, pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan, dan upaya mitigasi untuk menjawab tantangan tersebut (Dhamira & Irham, 2020).

Dampak perubahan iklim di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan yang signifikan, mencakup kenaikan suhu rata-rata di berbagai wilayah yang menghambat aktivitas harian penduduk. Selain itu, peningkatan curah hujan juga menyebabkan banjir dan tanah longsor di beberapa daerah, seperti yang sering terjadi di Jakarta setiap tahun. Kejadian ini menyebabkan kerusakan pada infrastruktur dan kendaraan, sementara tanah longsor di daerah berbukit dan perbukitan mengancam keselamatan warga. Perubahan iklim juga berdampak negatif pada produksi pertanian, mengakibatkan sulitnya petani dalam memprediksi waktu tanam dan panen karena musim hujan yang tidak terduga. Situasi ini semakin memperparah masalah ketahanan pangan yang sudah serius di Indonesia. Meskipun demikian, pemerintah telah melakukan upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mengatasi dampak perubahan iklim melalui penggunaan energi terbarukan, penghijauan kota, dan pengurangan penggunaan bahan bakar fosil. Adanya rencana pemerintah untuk mencapai target netral karbon pada tahun 2060 menjadi harapan bahwa langkah-langkah ini dapat berhasil mengurangi dampak perubahan iklim di Indonesia (Bustina et al., 2017).

Kondisi kekeringan di Jawa Timur menjadi salah satu isu yang semakin mendesak dalam menghadapi perubahan iklim, terutama dalam konteks sektor pertanian. Dampaknya sangat terasa, menyebabkan kerusakan pada hasil panen dan menurunkan produktivitas tanaman pangan seperti padi, jagung, dan sayuran. Hal ini menjadi ancaman serius terhadap

ketahanan pangan masyarakat yang sangat bergantung pada hasil pertanian. Salah satu solusi yang umumnya diterapkan adalah penggunaan sistem irigasi untuk memenuhi kebutuhan air tanaman selama musim kemarau. Namun, perlu diingat bahwa penerapan irigasi memerlukan investasi finansial dan manajemen yang efisien. Beberapa penelitian menyoroti pentingnya manajemen irigasi yang baik sebagai upaya untuk menjaga produktivitas pertanian dan mengurangi risiko kekeringan. Keterkaitan antara kekeringan dan kemiskinan menjadi kompleks, terutama karena mayoritas penduduk miskin di daerah pedesaan sangat tergantung pada hasil pertanian sebagai sumber utama penghidupan. Kekeringan tidak hanya memengaruhi hasil panen dan pendapatan petani, tetapi juga dapat meningkatkan biaya hidup karena keterbatasan pasokan pangan. Oleh karena itu, penelitian ini menekankan perlunya upaya komprehensif dalam mengatasi dampak kekeringan sebagai langkah untuk mengurangi tingkat kemiskinan (Rasmikayati dkk., 2012).

Di samping itu, terdapat contoh lain yang menunjukkan dampak perubahan iklim terhadap produksi pangan, khususnya di wilayah Jawa Tengah. Munculnya peristiwa El Nino dan La Nina menjadi konsekuensi dari perubahan iklim yang tengah berlangsung saat ini. Perubahan iklim tidak hanya terkait dengan pemanasan global dan kenaikan permukaan air laut, tetapi juga membawa ancaman serius terhadap ketahanan pangan, terutama dalam sektor pertanian yang rentan terhadap fluktuasi iklim. Variabilitas tersebut bisa mengakibatkan kegagalan panen karena kekeringan atau banjir yang dapat merusak tanaman pangan, menghasilkan penurunan produksi pangan dan mengancam ketahanan pangan. Sebagai provinsi penyangga pangan nasional, Jawa Tengah kini menghadapi risiko penurunan produksi pada musim kemarau saat ini, yang berpotensi menyebabkan peningkatan serangan hama tanaman, peningkatan kelembaban, peningkatan intensitas kekeringan, risiko erosi lahan pertanian, dan kemungkinan kegagalan panen. Oleh karena itu, berbagai lembaga terkait di Jawa Tengah tengah melaksanakan langkah-langkah pencegahan untuk mengatasi potensi dampak yang mungkin terjadi selama musim kemarau (Purwanto dkk., 2012).

Dalam tahap penelitian lebih lanjut, ditemukan bahwa Indonesia telah mengalami dampak serius perubahan iklim, yang tercermin dalam perubahan pola curah hujan, frekuensi hari hujan, dan kecenderungan penurunan curah hujan tahunan beserta distribusinya. Temuan ini sejalan dengan riset sebelumnya yang menunjukkan indikasi perubahan iklim, seperti peningkatan suhu udara, perubahan pola curah hujan bulanan dan tahunan, klasifikasi iklim, dan hitergraf di beberapa wilayah. Ancaman serius terhadap sektor pertanian, khususnya pada tanaman padi, menjadi jelas dengan tingkat kerentanan yang sangat tinggi di wilayah Sumatera Selatan dan Malang Raya. Sistem pertanian tanaman pangan terbukti sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim, terutama terkait penurunan produksi padi akibat kenaikan suhu dan perubahan pola curah hujan. Risiko tinggi terhadap penurunan produksi tanaman padi teridentifikasi di beberapa wilayah di Sumatera Selatan dan Malang Raya, dan secara keseluruhan, Indonesia menghadapi potensi risiko tinggi dengan penurunan produksi padi sekitar 1,37% per tahun. Oleh karena itu, strategi adaptasi yang bersifat antisipatif menjadi sangat penting untuk menghadapi dan mencegah penurunan produksi tanaman padi di Indonesia (Ruminta, Handoko, & Nurmala, 2018).

Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengkaji dampak perubahan faktor iklim terhadap produksi tanaman, khususnya padi. Temuan menunjukkan bahwa peningkatan suhu dapat meningkatkan produksi padi, tetapi apabila suhu melampaui batas tertentu, dampaknya dapat merugikan produksi padi. Perubahan dalam pola curah hujan memberikan kontribusi hingga 6,2% untuk padi monokultur dan tidak signifikan pada padi yang ditanam dengan tumpang sari selama 50 tahun terakhir. Kejadian El Nino dan La Nina memengaruhi produksi tanaman pangan di provinsi Maluku, khususnya padi sawah yang mengalami penurunan produksi selama El Nino dan peningkatan selama La Nina. Hasil penelitian juga menyoroti bahwa dampak perubahan iklim berbeda-beda antarwilayah. Di Jawa, setiap kenaikan suhu sebesar 1°C menyebabkan penurunan produksi padi sekitar 15%, dengan penurunan lebih

rendah di dataran tinggi Indonesia dibandingkan di dataran rendah. Peningkatan suhu rata-rata tahunan sebesar 1°C dapat mengurangi produksi beras nasional sekitar 1,45%, sementara peningkatan curah hujan sebesar 100 milimeter dapat meningkatkan produksi beras nasional sekitar 1,31%. Dampak negatif perubahan curah hujan yang disebabkan oleh El Nino dan La Nina mendorong pengembangan strategi adaptasi oleh petani dan pembuat kebijakan. Meskipun kapasitas adaptasi petani bervariasi, terdapat keterbatasan yang mempengaruhi tingkat adaptasi mereka (Dhamira & Irham, 2020).

Perubahan iklim membawa risiko serius terhadap produksi pangan karena menyebabkan variasi ekstrem dalam faktor-faktor iklim yang sangat memengaruhi pertanian. Kenaikan suhu global dapat menyebabkan kondisi cuaca yang ekstrem, seperti kekeringan atau banjir yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan mengurangi hasil panen. Perubahan pola curah hujan juga dapat mengganggu siklus tanam dan panen, memperburuk ketidakpastian bagi para petani. Selain itu, perubahan iklim dapat meningkatkan frekuensi kejadian cuaca ekstrem seperti topan, badai, atau gelombang panas, yang dapat merusak tanaman dan infrastruktur pertanian. Semua ini dapat menyebabkan penurunan produktivitas pertanian, peningkatan kerentanan pangan, dan meningkatkan risiko kelaparan. Oleh karena itu, perlindungan terhadap sistem pangan dari dampak perubahan iklim menjadi sangat penting untuk menjaga keberlanjutan dan ketahanan pangan global.

Perubahan iklim memiliki dampak yang signifikan pada proses hidrologis, memengaruhi presipitasi, penguapan, tingkat air tanah, limpasan, evapotranspirasi, dan faktor lainnya di berbagai daerah aliran sungai. Dampak perubahan iklim terhadap ketersediaan air sangat luas, memengaruhi pasokan energi, industri, transportasi, pertanian, kesejahteraan sosial, lingkungan, dan ekonomi. Keseimbangan air dalam sistem pertanian terganggu oleh perubahan iklim, yang berdampak pada ketersediaan air dan akhirnya mengganggu pertumbuhan dan hasil tanaman. Presipitasi merupakan sumber utama dalam siklus hidrologi dan memainkan peran penting dalam pertanian dengan menyediakan air untuk pertumbuhan tanaman dan keperluan irigasi. Perubahan iklim menyebabkan penurunan frekuensi dan jumlah presipitasi secara temporal dan spasial, mengakibatkan peningkatan kejadian kekeringan dan banjir yang secara langsung mempengaruhi produksi padi. Pemahaman hubungan kompleks antara proses hidrologis dan produksi padi sangat penting. Khususnya, penting untuk menilai ketersediaan air di setiap area irigasi, kapasitas reservoir air permukaan dan air tanah untuk menyimpan air selama masa kekeringan, dan mengembangkan kalender tanam berdasarkan ketersediaan air. Evaluasi ketersediaan air baik secara musiman maupun jangka panjang memiliki arti besar bagi pertanian, otoritas air, dan petani, serta berdampak pada keberlanjutan kehidupan manusia, lingkungan, dan keanekaragaman hayati. Beberapa model hidrologis dapat digunakan untuk mensimulasikan neraca air dan variabel terkait dalam sistem pertanian, memberikan wawasan berharga untuk pengambilan keputusan dan penerapan praktik pertanian yang berkelanjutan (Ansari et al., 2023)

Indonesia diperkirakan akan mengalami kenaikan suhu sekitar 0,8°C pada tahun 2030, sementara pola curah hujan berubah dengan musim hujan berakhir lebih awal dan durasinya menjadi lebih pendek. Studi empiris telah dilakukan untuk menganalisis dampak perubahan iklim, khususnya terhadap sektor pertanian, yang secara umum sangat terdampak dalam hal jumlah orang miskin yang terkena dampaknya. Perubahan curah hujan dan siklus kekeringan serta banjir yang dipicu oleh musim monsun Australasia dan El Niño Southern Oscillation (ENSO) selama tiga dekade terakhir di Indonesia telah merugikan produksi pertanian, berdampak negatif pada pendapatan pedesaan, harga pangan, dan ketahanan pangan. Beras, sebagai salah satu makanan pokok di Indonesia, memainkan peran penting dalam kehidupan dan ekonomi masyarakat. Perubahan iklim membawa konsekuensi serius, termasuk kenaikan harga pangan di masa depan. Indonesia sebagai importir beras terbesar di dunia dengan tingginya konsumsi beras per kapita perlu menghadapi fluktuasi harga beras yang dapat berdampak signifikan pada stabilitas pangan (Bustina et al., 2017).

Pergeseran pola curah hujan di Indonesia akibat perubahan iklim menjadi fokus penelitian terkini yang dilakukan oleh World Wide Fund for Nature (WWF) dalam laporan berjudul "Perubahan Iklim di Indonesia, Implikasi bagi Manusia dan Alam." Hasil temuan menunjukkan adanya penurunan curah hujan tahunan di wilayah selatan dan peningkatan di wilayah utara, bersama dengan perubahan musiman yang ditandai oleh peningkatan curah hujan pada musim basah di wilayah selatan dan penurunan di wilayah utara. Pemanasan iklim sebesar 0,2 hingga 0,3 derajat Celsius per dekade telah terjadi, mengakibatkan dampak signifikan pada sebagian besar pulau di Indonesia, kecuali wilayah selatan yang diperkirakan akan mengalami penurunan hingga 15 persen. Efeknya juga melibatkan perubahan musiman di beberapa pulau, dengan proyeksi menjadi 10 hingga 30 persen lebih basah pada tahun 2080. Perubahan iklim ini dapat memicu konsekuensi serius, termasuk peningkatan frekuensi dan intensitas peristiwa El Nino, kebakaran hutan, serta dampak negatif pada produksi pangan dan ekosistem pantai. Oleh karena itu, Indonesia dihadapkan pada tantangan untuk merancang strategi adaptasi yang efektif di semua tingkatan, mulai dari tingkat internasional hingga masyarakat lokal (Purwanto dkk., 2012)

Ancaman perubahan iklim terhadap produksi pangan global semakin nyata, terutama bagi tanaman padi yang disebut-sebut sebagai salah satu yang paling terdampak. Hasil penelitian terbaru dari Peking University, China, yang dipublikasikan dalam jurnal *Nature Food* pada 4 Mei 2023, mengungkapkan proyeksi penurunan produksi padi hingga 8,1 persen pada tahun 2100. Penelitian ini menggunakan data pengamatan cuaca jangka panjang dan eksperimen manipulatif curah hujan multi-level untuk menginvestigasi dampak curah hujan ekstrem terhadap produktivitas padi. Temuan studi menunjukkan bahwa penurunan akibat curah hujan ekstrem setara dengan dampak panas ekstrem selama dua dekade terakhir. Eksperimen juga menyoroti bahwa curah hujan ekstrem dengan intensitas tinggi dapat merusak langsung jaringan tanaman atau membatasi serapan hara, bahkan menghambat penyerbukan selama fase reproduksi. Proyeksi ke depan menggambarkan tantangan serius yang dihadapi pertanian padi dalam menghadapi perubahan iklim (Sumaryanto, 2012)

Krisis pangan yang melanda beberapa negara saat ini menjadi dampak nyata dari ancaman perubahan iklim yang mengakibatkan peningkatan suhu global dan cuaca ekstrem, termasuk kekeringan yang melanda berbagai wilayah, tidak terkecuali Indonesia. Sebanyak 19 negara telah mengambil keputusan drastis dengan menerapkan moratorium ekspor pangan, termasuk gandum dan beras, guna menjaga persediaan pangan di dalam negeri. Fenomena ini mengubah kebijakan normal ekspor beras yang biasanya dilakukan oleh negara-negara tersebut. Di tingkat nasional, data terkini per 6 September 2023 dari Bulog mencatat ketersediaan stok beras sebanyak 1.508.362 ton, terdiri atas stok cadangan beras pemerintah 1.455.893 ton dan stok komersil 52.468 ton. Sementara itu, di Pasar Induk Beras Cipinang dan Food Station Cipinang, stok masing-masing sebanyak 25.840 ton dan 13.812 ton. Satgas Pangan Polri mencatat realisasi beras operasi pasar mencapai 752.902,38 ton, menjadi upaya stabilisasi pasokan dan harga beras (SPHP). Situasi ini menandai tantangan serius dalam ketahanan pangan di tengah gejolak iklim global dan kebijakan ekspor yang berubah drastis (Harini, Ariani, & Yulianda, 2022).

Perubahan iklim yang sedang terjadi menimbulkan dampak serius pada ekonomi global, termasuk ketahanan pangan suatu negara. Food and Agriculture Organization (FAO) memperingatkan bahwa jika situasi ini berlanjut, dunia bisa menghadapi krisis pangan yang sangat mengkhawatirkan pada tahun 2050. World Meteorological Organization (WMO) mencatat tahun 2023 sebagai tahun dengan rekor suhu tertinggi, di mana gelombang panas terjadi secara serentak di berbagai wilayah, menciptakan fenomena yang belum pernah terjadi sebelumnya. Periode Juni hingga Agustus diakui sebagai tiga bulan terpanas sepanjang sejarah, dengan bulan Juli 2023 mencatat sebagai bulan paling panas. Kondisi nyata perubahan iklim yang semakin terasa mengindikasikan bahwa tahun 2023 berpotensi menjadi tahun terpanas dalam catatan iklim, melampaui bahkan tahun 2016 dan 2022. Perubahan iklim memberikan

tekanan tambahan pada sumber daya air yang semakin langka, membentuk apa yang disebut sebagai "water hotspot" yang dapat memicu krisis pangan dan berdampak pada krisis ekonomi dan politik, mengancam stabilitas serta keamanan suatu negara. Oleh karena itu, perlunya tindakan mitigasi dan adaptasi menjadi semakin mendesak, termasuk perubahan gaya hidup dan pengembangan ekonomi yang berfokus pada keberlanjutan lingkungan. Semua ini menjadi fokus diskusi dalam FAEA Conference ke-46, sebuah platform bagi para ekonom dari negara-negara anggota ASEAN dan mitra lainnya untuk membahas isu-isu ekonomi kawasan serta meningkatkan kerja sama ilmiah dan pertukaran ide (Turasih, Kolopaking, & Wahyuni, 2016).

Lebih lanjut, Strategi adaptasi dan mitigasi menjadi sangat penting dalam mengatasi perubahan iklim dan dampaknya terhadap produksi pangan di Indonesia. Perubahan iklim, yang mencakup peningkatan suhu, perubahan pola curah hujan, dan kejadian ekstrem seperti kekeringan atau banjir, secara signifikan mengancam ketahanan pangan. Adaptasi diperlukan untuk menyesuaikan sistem pertanian dengan kondisi iklim yang baru, seperti pengembangan varietas tanaman yang lebih tahan cuaca ekstrem atau penggunaan praktik pertanian berkelanjutan. Di sisi lain, mitigasi diperlukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang menjadi pendorong utama perubahan iklim. Indonesia, sebagai salah satu produsen pangan utama, harus mengimplementasikan strategi ini agar dapat meminimalkan kerugian dalam produksi pangan, menjaga ketahanan pangan nasional, dan merespons tantangan global dalam menghadapi perubahan iklim.

Petani padi di Jawa Barat menjadi contoh pelaku adaptasi yang menerapkan berbagai strategi untuk mengurangi dampak negatif dari perubahan iklim. Dalam usahanya, mereka melakukan penyesuaian terhadap musim rendeng dan musim gadu, khususnya dalam menentukan waktu tanam dan panen. Selain itu, pemilihan varietas padi yang produktif, seperti varietas Ciherang, serta penyesuaian pola tanam dengan menerapkan pola padi-padi-bera, dan modifikasi teknik irigasi menjadi bagian dari strategi adaptasi yang mereka terapkan. Langkah adaptasi juga mencakup penyesuaian luas lahan irigasi sesuai dengan perubahan iklim, dengan mempertimbangkan lahan yang membutuhkan irigasi dan yang tidak. Untuk memperkuat upaya adaptasi petani, disarankan untuk melibatkan petani secara partisipatif dalam pembangunan kembali saluran irigasi, serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi sekolah iklim melalui peran penyuluh dalam menyampaikan, menganalisis, dan menerapkan informasi iklim kepada petani. Penggabungan program "Melek Internet" dengan sekolah iklim juga diharapkan dapat meningkatkan resistensi petani terhadap risiko perubahan iklim (Rasmikayati dkk., 2012)

Selain itu, penerapan strategi adaptasi melibatkan langkah-langkah proaktif dan reaktif dalam "penyesuaian teknologi" di sektor industri, transportasi, dan pertanian. Ini mencakup inisiatif perlindungan dan pelestarian hutan yang mendalam untuk mencegah kerugian cadangan karbon dalam vegetasi hutan yang krusial. Upaya adaptasi teknologi bertujuan untuk mempersiapkan dan mengadaptasi diri terhadap dampak perubahan iklim serta variasi musim yang tengah terjadi. Fokus penelitian tertuju pada eksplorasi strategi adaptasi dan mitigasi dalam pengelolaan sumberdaya hayati oleh masyarakat lokal di hadapan perubahan iklim. Tujuannya adalah untuk mendalami pemahaman pengetahuan dan keterampilan masyarakat lokal dalam merancang strategi adaptasi yang efektif untuk optimal mengelola sumberdaya hayati mereka. Di samping itu, masyarakat lokal juga diundang untuk berperan aktif dalam berbagi pengetahuan lokal mereka mengenai dampak iklim pada kegiatan produksi, perubahan iklim, dan kondisi ekosistem. Strategi adaptasi lokal yang dihasilkan oleh masyarakat menjadi landasan utama untuk merancang strategi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim yang bertujuan mengelola sumberdaya alam hayati dengan cara yang paling bermanfaat dan berkelanjutan. Pengembangan dan pelaksanaan strategi adaptasi dan mitigasi yang sesuai dengan perubahan iklim diharapkan mampu memberikan dampak positif yang signifikan, menjaga keberlanjutan pengelolaan sumberdaya alam hayati sehingga dampak perubahan iklim tidak hanya diminimalkan tetapi juga memberikan dorongan positif pada kegiatan produksi dan hasil

produksi masyarakat di lokasi penelitian. Keberhasilan strategi ini menjadi kunci utama dalam upaya mengurangi tingkat kemiskinan (Purwanto dkk., 2012).

Dalam mengatasi rentanitas petani terhadap fluktuasi dan ekstremitas iklim, diperlukan pendekatan lintas sektor yang didasarkan pada keberagaman disiplin ilmu. Peran pemerintah memegang peranan sentral, khususnya dalam mengembangkan dan mempercepat adopsi teknologi pertanian yang mampu beradaptasi dengan perubahan iklim. Aspek penting lainnya adalah pembangunan infrastruktur pertanian yang mendukung penerapan teknologi, serta pengembangan sistem informasi yang menghubungkan iklim dan pertanian. Penguatan lembaga perlindungan petani dari dampak ekstrem iklim juga menjadi suatu keharusan, sejalan dengan perancangan kebijakan harga masukan dan keluaran untuk mendukung peningkatan pendapatan para petani. Strategi untuk meningkatkan kapasitas adaptasi petani harus menyatukan adaptasi mandiri yang telah terbentuk sejarah oleh para petani dengan strategi adaptasi yang diinisiasi oleh pemerintah. Integrasi ini sebaiknya menjadi bagian integral dari program pembangunan pertanian, terutama di dalam subsektor pangan. Penting untuk menekankan peran semua pihak yang memiliki kepentingan dalam mengutamakan adaptasi terhadap perubahan iklim dalam kebijakan subsektor pangan, dan hal ini harus diimplementasikan di semua tingkat (Sumaryanto, 2012).

Petani perlu menyesuaikan diri dengan perubahan iklim dengan menerapkan berbagai strategi adaptasi dalam aspek fisik, sosial ekonomi, dan sumber daya manusia dengan cara yang bersifat proaktif dan reaktif. Tindakan adaptif ini mencakup peningkatan nutrisi, hasil panen, dan kualitas tanaman sebagai tanggapan terhadap peningkatan CO₂ dan suhu, serta langkah-langkah pencegahan terhadap kerusakan akibat serangan hama. Adopsi teknologi peramalan, manajemen, dan opsi asuransi juga menjadi strategi yang efektif dalam mengurangi risiko yang timbul dari ketidakpastian pola hujan dan perubahan musim. Dalam pengelolaan lahan pertanian, adaptasi dapat diwujudkan melalui penyesuaian pola irigasi, jarak tanam, dan penentuan komoditas yang tahan terhadap kekeringan. Peningkatan kesejahteraan ekonomi petani juga dapat dicapai dengan mengembangkan teknologi dan meningkatkan manajemen pada tahap pasca panen. Pengembangan kultivar, terutama varietas yang tahan terhadap berbagai tantangan seperti kekeringan, hama, gulma, salinitas, dan banjir, menjadi fokus utama untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Strategi tidak langsung, seperti penghijauan dan konservasi, juga diterapkan untuk mengurangi emisi Gas Rumah Kaca serta mendukung keanekaragaman hayati dan pelestarian jasa ekosistem (Harini, Ariani, & Yulianda, 2022).

Perubahan iklim, sebagai fenomena global, tidak hanya menciptakan dampak pada tingkat regional, tetapi juga mempengaruhi secara substansial pada tingkat lokal, termasuk di kawasan Dataran Tinggi Dieng. Terjadi transformasi dalam pola curah hujan, termanifestasi melalui peningkatan jumlah hari hujan selama musim basah dan penurunan pada musim kemarau. Komunitas setempat mencatat adanya lima fenomena perubahan iklim, melibatkan curah hujan yang semakin ekstrem, kekeringan yang menghantam sektor pertanian, musim angin kencang, suhu ekstrem pada Juli atau Agustus yang menyebabkan layu dan kematian tanaman muda, serta kesulitan dalam memprediksi kondisi iklim. Petani di Dataran Tinggi Dieng mengusahakan strategi adaptasi yang disesuaikan dengan kerentanan rumah tangga, yang melibatkan faktor keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptif. Faktor-faktor ini erat terkait dengan ketersediaan modal manusia, jaringan sosial, aspek fisik, kesehatan finansial, dan pemanfaatan sumber daya alam. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin luas lahan yang dimiliki oleh rumah tangga petani, semakin tinggi tingkat akses modal, dan tingkat kerentanannya cenderung menurun. Meskipun tingkat kerentanan rumah tangga tidak menjadi indikator tunggal yang paling relevan, analisis pada tingkat rumah tangga lebih responsif dalam menghadapi dampak perubahan iklim di daerah yang sumber daya alamnya lebih dikuasai oleh individu atau keluarga, terutama di Dataran Tinggi Dieng. Di sini, usaha bertahan hidup lebih difokuskan pada pemenuhan kebutuhan hidup (Turasih, Kolopaking, & Wahyuni, 2016).

Dalam hasil penelitian lain tentang bentuk adaptasi dan strategi juga ditemukan beberapa statemen bahwa dalam rangka mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan ketahanan petani terhadap dampak perubahan iklim, pemilihan strategi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim telah dilakukan berdasarkan pandangan para pemangku kepentingan di sektor pertanian. Hasil analisis menggunakan metode AHP dengan perangkat lunak Expert Choice menunjukkan bahwa terdapat tiga strategi utama dalam adaptasi perubahan iklim yang menjadi prioritas para pemangku kepentingan, yakni pemanfaatan benih unggul, pengendalian hama dan penyakit tanaman, serta peningkatan produktivitas melalui mekanisasi pertanian dengan alat dan mesin. Sementara itu, dalam upaya mitigasi perubahan iklim, terdapat empat strategi utama, termasuk efisiensi penggunaan pupuk dan penambahan kapur, pemanfaatan limbah pertanian, penerapan pola tanam tumpangsari, dan penggunaan varietas tanaman dengan emisi gas rendah. Berdasarkan hasil perhitungan prediksi gas rumah kaca, apabila strategi ini diimplementasikan secara serentak hingga tahun 2030, potensi pengurangan emisi gas rumah kaca dapat mencapai 19%. (Chaniago, Boedisantoso, & Syafei, 2022)

Konsep lain juga menjelaskan bahwa persepsi dan adaptasi terhadap perubahan iklim oleh petani organik dan konvensional serta faktor-faktor yang memengaruhi keputusan adaptasi mereka. Hasil analisis menggunakan metode AHP dengan perangkat lunak expert choice menunjukkan bahwa terdapat tiga strategi adaptasi perubahan iklim yang menjadi prioritas bagi para pemangku kepentingan, seperti penggunaan benih unggul, pengendalian hama dan penyakit tanaman, serta percepatan penanaman dengan alat dan mesin pertanian. Sementara itu, untuk strategi mitigasi perubahan iklim, terdapat empat prioritas utama seperti efisiensi penggunaan pupuk dan penambahan kapur, pemanfaatan limbah pertanian, pola tumpangsari, dan penggunaan varietas rendah emisi. Berdasarkan perhitungan prediksi Gas Rumah Kaca (GRK), jika strategi tersebut diimplementasikan secara bersamaan hingga tahun 2030, dapat mengurangi emisi GRK hingga 19%. Para pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kapasitas adaptasi petani terhadap perubahan iklim dengan meningkatkan akses petani terhadap informasi iklim, pasar input, kredit, dan kelompok petani. Selain itu, diharapkan agar para pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan dapat menyediakan lebih banyak penyuluhan dan informasi tentang iklim serta strategi adaptasi terhadap perubahan iklim, terutama yang berkaitan dengan pertanian sayuran (Irham et al., 2022).

KESIMPULAN

Pemahaman tentang perubahan iklim dan dampaknya terhadap produksi pangan di Indonesia menunjukkan kompleksitas tantangan dalam mengamankan ketahanan pangan. Penyimpangan iklim, seperti peningkatan suhu, perubahan pola hujan, dan intensifikasi bencana alam, berdampak signifikan pada hasil pertanian dan memicu risiko kerugian produksi. Petani dan pemangku kepentingan sektor pangan telah melibatkan berbagai strategi adaptasi, termasuk penerapan teknologi inovatif dan seleksi varietas tanaman yang tahan iklim. Namun, tantangan ini memerlukan pendekatan holistik dan dukungan kebijakan yang terintegrasi. Di sisi ekspor produk pangan, perubahan iklim dapat memengaruhi aktivitas ekspor dan berdampak pada ekonomi Indonesia secara keseluruhan, memerlukan manajemen risiko dan kebijakan adaptasi ekspor. Oleh karena itu, pemahaman menyeluruh tentang dampak perubahan iklim, dukungan adaptasi, dan manajemen risiko ekspor menjadi penting untuk memastikan ketahanan pangan dan stabilitas ekonomi negara.

Kerentanan sistem pangan Indonesia terhadap perubahan iklim menunjukkan kompleksitas tantangan yang perlu diatasi untuk mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan. Dampak perubahan iklim, seperti peningkatan suhu, pola curah hujan yang tidak stabil, dan peristiwa ekstrem, memberikan tekanan serius pada produksi pangan. Petani dan pemangku kepentingan terlibat dalam berbagai strategi adaptasi, termasuk penggunaan varietas tanaman yang lebih tahan iklim, perubahan pola tanam, dan penerapan teknologi pertanian

yang inovatif. Meskipun demikian, tantangan seperti ketidakpastian iklim, kerentanan terhadap bencana alam, dan akses terhadap sumber daya tetap menjadi hambatan. Kesimpulannya, sistem pangan Indonesia perlu terus mengembangkan strategi adaptasi yang lebih inklusif dan berkelanjutan, melibatkan partisipasi semua pemangku kepentingan. Selain itu, perlu adanya dukungan kebijakan yang komprehensif untuk meningkatkan ketahanan pangan nasional dan menjaga keseimbangan antara produksi pangan, kesejahteraan petani, dan pelestarian lingkungan.

Adaptasi dan strategi perubahan iklim terhadap pangan di Indonesia menunjukkan bahwa upaya menghadapi dampak perubahan iklim pada sektor pertanian menjadi semakin penting. Petani dan pemangku kepentingan terlibat dalam berbagai strategi, mulai dari perubahan pola tanam dan penggunaan varietas unggul hingga penerapan teknologi pertanian yang ramah lingkungan. Pentingnya peningkatan kapasitas adaptasi petani, akses terhadap informasi iklim, serta dukungan kebijakan yang kondusif juga ditekankan dalam upaya menghadapi tantangan perubahan iklim. Terdapat keragaman strategi yang diterapkan, baik oleh petani organik maupun konvensional, dengan fokus pada pengurangan dampak negatif terhadap produksi pangan dan keberlanjutan sektor pertanian. Selain itu, strategi mitigasi perubahan iklim juga menjadi sorotan, termasuk efisiensi penggunaan sumber daya dan pemanfaatan limbah pertanian. Kesimpulan ini menunjukkan perlunya kerjasama lintas sektor dan partisipasi semua pihak untuk mencapai ketahanan pangan dan pertanian yang berkelanjutan di tengah tantangan perubahan iklim.

REFERENSI

- Phi, A. J., & Sudarti, S. S. (2022). Analisis perubahan iklim dan global warming yang terjadi sebagai fase kritis. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, 3(1), 2022.
- Ainurrohmah, S., & Sudarti, S. (2022). Dampak dan perubahan iklim di Indonesia. *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, 3(1).
- Adedeji, O., Reuben, O., & Olatoye, O. (2014). Global climate change. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 2(2), 114–122. <https://doi.org/10.4236/gep.2014.22016>
- Vioni Nurhaliza, D., Novianti, I., Rafina Rahman, K., Wijaya Abdul Rozak, R., Nurlela, T., Sugiarti, Y., et al. (2023). Dampak perubahan iklim terhadap ketahanan pangan dan gizi di Indonesia demi tercapainya tujuan SDGs.
- Malau, L. R. E., Rambe, K. R., Ulya, N. A., & Purba, A. G. (2023). Dampak perubahan iklim terhadap produksi tanaman pangan di Indonesia. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 23(1), 34–46.
- Paipan, S., & Abrar, M. (2020). Analisis kondisi ketergantungan impor beras di Indonesia. *Jurnal Perspektif Ilmu Darussalam*, 6(2).
- Rusdiana, S., & Maesya, A. (2017). Pertumbuhan ekonomi dan kebutuhan pangan di Indonesia. *Agriekonomika*, 6(1).
- Permatasari, N. K. F., Tambunan, M. P., Mannesa, M. D. M., & Tambunan, R. P. (2021). Pengaruh kekeringan pada produksi tanaman padi di Kabupaten Majalengka dengan penginderaan jauh metode NDVI. *Jurnal Geosaintek*, 7(1), 17.
- Sukirman, M. (2010). Pengaruh banjir terhadap produksi tanaman pangan di Kecamatan Tanasitolo Kabupaten Wajo.
- Purwaningsih, Y. (2008). Ketahanan pangan: Situasi, permasalahan, kebijakan, dan pemberdayaan masyarakat. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 1(1), 1–27.
- Siswanto. (2010). Systematic review sebagai metode penelitian untuk mensintesis hasil-hasil penelitian (sebuah pengantar).
- Mansyah, B. (2021). Sistematis review: Faktor resiko obesitas terhadap diabetes mellitus tipe 2 pada remaja. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 7(1), 233–242.

- Malau, L. R. E., Rambe, K. R., Ulya, N. A., & Purba, A. G. (2023). Dampak perubahan iklim terhadap produksi tanaman pangan di Indonesia. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 23(1), 34–46.
- Apriyana, Y., Susanti, E., Ramadhani, & Surmaini, F. (2016). Analysis of climate change impacts on food crops production in dry land and design of information system. *Informatika Pertanian*, 25(1), 69–80.
- Akmalia, H. A. (2022). The impact of climate change on agriculture in Indonesia and its strategies: A systematic review. *Agritepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 9(1), 145–160.
- Ikhwal, M. F., Nur, S., Darmansyah, D., Hamdan, A. M., Ersa, N. S., Aida, N., et al. (2022). A review of climate change studies on paddy agriculture in Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Institute of Physics*.
- Rozaki, Z. (2021). Food security challenges and opportunities in Indonesia post COVID-19. In *Advances in Food Security and Sustainability* (pp. 119–168). Elsevier Ltd.
- Wahyu Widada, A., & Handoyo Mulyo, J. (2017). Determinant factors of food security in Indonesia. *Majalah Geografi Indonesia*, 28(2).
- Ansari, A., Pranesti, A., Telaumbanua, M., Alam, T., Taryono, Wulandari, R. A., et al. (2023). Evaluating the effect of climate change on rice production in Indonesia using multimodelling approach. *Heliyon*, 9.
- Tenri Darhyati, A., Tenri Fitriyah, A., & Ma, F. (2020). The impact of climate change on agricultural production with a case study of Lake Tempe, District of Wajo, South Sulawesi. *EurAsian Journal of BioSciences*, 14.
- Twidyawati, A., Nurbani, Prasetyo, W. B., Manurung, S. E., & Pebriadi, A. M. (2021). Adaptation and mitigation strategies for impacts and efforts of climate change in Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing Ltd.
- Sumaryanto. (2012). Enhancing climate change adaptation for food-crop farmers. *FORUM PENELITIAN AGRO EKONOMI*, 30(2), 73–89.
- Ruminta, R., Handoko, H., & Nurmala, T. (2018). Indikasi perubahan iklim dan dampaknya terhadap produksi padi di Indonesia (Studi kasus: Sumatera Selatan dan Malang Raya). *Jurnal AGRO*, 5(1), 48–60.
- Dhamira, A., & Irham, I. (2020). The impact of climatic factors towards rice production in Indonesia. *Agro Ekonomi*, 31(1).
- Sari Busnita, S., Oktaviani, R., & Novianti, T. (2017). How far climate change affects the Indonesian paddy production and rice price volatility? *International Journal of Agricultural Sciences*, 1.
- Rasmikayati, E., Djuwendah, E., Mukti, G. W., & Saefudin, B. R. (2012). Analisis strategi adaptasi terhadap perubahan iklim pada petani padi di Jawa Barat. In *Seminar Nasional "Mitigasi dan Strategi Adaptasi Dampak Perubahan Iklim di Indonesia"*.
- Purwanto, Y., Walujo, E. B., Suryanto, J., Munawaroh, E., & Ajiningrum, P. S. (2012). Strategi mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim: Studi kasus komunitas Napu di cagar biosfer Lore Lindu. *Jurnal Masyarakat & Budaya*, 14.
- Sumaryanto. (2012). Enhancing climate change adaptation for food-crop farmers. *FORUM PENELITIAN AGRO EKONOMI*, 30(2), 73–89.
- Harini, R. H., Ariani, R. D., & Yulianda, Y. (2022). Strategi adaptasi ketahanan pangan terhadap perubahan iklim di pinggiran Kota Yogyakarta. *Majalah Geografi Indonesia*, 36(1), 1.
- Turasih, Kolopaking, L. M., & Wahyuni, E. S. (2016). Strategi adaptasi perubahan iklim pada petani dataran tinggi (Studi petani di Dataran Tinggi Dieng, Kabupaten Banjarnegara). *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 70–82.

- Chaniago, R. Y., Boedisantoso, R., & Syafei, A. D. (2022). Adaptation and mitigation strategies of climate change from agricultural sector in the Tabalong District (South Borneo). *Jurnal Sosial Humaniora (JSH)*, 15(1). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Irham, I., Fachrista, I. A., Masyhuri, M., & Suryantini, A. (2022). Climate change adaptation strategies by Indonesian vegetable farmers: Comparative study of organic and conventional farmers. *Scientific World Journal*, 2022.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), e1–e34. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>