

Hubungan perubahan iklim dengan ketahanan pangan di Indonesia

Dina Audina Hasan Biari

Program Studi Ilmu Al-Quran dan Tafsir, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: audinhari51@gmail.com

Kata Kunci:

perubahan iklim; ketahanan pangan;
keberlanjutan.indonesia

Keywords:

climate change; food security;
sustainability.indonesian

ABSTRAK

Perubahan iklim memberikan dampak signifikan terhadap sektor pertanian dan ketahanan pangan di Indonesia. Peningkatan suhu global, perubahan pola curah hujan, dan meningkatnya frekuensi cuaca ekstrem seperti kekeringan dan banjir mempengaruhi hasil produksi pangan. Fenomena El Niño dan La Niña yang memperpanjang musim kering atau memperpendek musim hujan telah berdampak pada siklus tanam, kualitas hasil panen, serta ketersediaan pangan. Di berbagai daerah, petani mengalami kerugian besar akibat gagal panen dan meningkatnya serangan hama pada tanaman utama seperti padi, jagung, dan kedelai, yang sangat penting untuk menjaga ketahanan

pangan nasional. Ketidakpastian iklim ini juga menyebabkan fluktuasi harga pangan, yang dapat berdampak pada daya beli dan akses pangan bagi masyarakat. Misalnya, pada 2023, efek El Niño yang kuat memaksa Indonesia meningkatkan impor beras untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional, menjadikannya salah satu importir terbesar di dunia tahun itu. Untuk mengatasi tantangan ini, pemerintah dan berbagai lembaga telah menerapkan strategi adaptasi seperti penggunaan teknologi pertanian pintar dan pengembangan varietas tanaman yang lebih tahan terhadap perubahan iklim. Upaya ini diharapkan dapat menjaga stabilitas produksi pangan Indonesia di tengah kondisi iklim yang semakin tidak menentu.

ABSTRACT

Climate change significantly impacts Indonesia's agricultural sector and food security. Rising global temperatures, shifting rainfall patterns, and increased frequency of extreme weather events, such as droughts and floods, disrupt crop production cycles. This research utilizes literature review methods to explore how phenomena like El Niño and La Niña extend dry seasons or shorten rainy periods, affecting the growing season, crop quality, and food availability. Data shows that staple crops like rice, corn, and soybeans suffer from production losses due to climate stress and increased pest infestations, jeopardizing national food security. The climate's unpredictability also drives food price volatility, affecting access and affordability for the population. For instance, in 2023, a severe El Niño led Indonesia to escalate rice imports, making it one of the world's top importers. To address these challenges, adaptation strategies such as smart agriculture, development of climate-resilient crop varieties, and efficient irrigation have been implemented. These strategies are critical to maintaining Indonesia's food production stability amid increasingly uncertain climate conditions.

Pendahuluan

Perubahan iklim sudah menjadi kenyataan yang sulit dihindari bagi Indonesia, dengan dampaknya yang semakin nyata dalam kehidupan sehari-hari masyarakat. Peningkatan suhu rata-rata, ketidakaturan pola curah hujan, serta semakin seringnya terjadi bencana alam, seperti banjir dan kekeringan, menyebabkan ketidakstabilan dalam berbagai sektor, terutama sektor pangan. Kondisi ini mengancam ketahanan pangan



This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Indonesia, ketika kemampuan masyarakat untuk mengakses pangan yang cukup dan bergizi menjadi semakin tidak menentu. Dalam beberapa tahun terakhir, akses terhadap pangan yang berkualitas sering kali terhambat karena faktor cuaca ekstrem yang memengaruhi produktivitas pertanian dan merusak lahan-lahan subur di berbagai daerah.

Menurut *United Nations in Indonesia*, perubahan iklim adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan perubahan kondisi iklim yang dapat diidentifikasi melalui perubahan rata-rata atau variabilitas sifat-sifatnya dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama, biasanya puluhan tahun atau lebih (World Meteorological Organization, 2024). Perserikatan Bangsa-Bangsa Indonesia (Perserikatan Bangsa-Bangsa Indonesia, 2014.) menjabarkan perubahan iklim mengacu pada perubahan suhu dan pola cuaca dalam jangka panjang. Pergeseran ini terjadi secara alami, misalnya melalui variasi siklus matahari. Dalam Pasal 1 (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2009 Tentang Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika, 2009) menjelaskan bahwa perubahan iklim adalah berubahnya iklim yang diakibatkan, langsung atau tidak langsung, oleh aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan komposisi atmosfer secara global serta perubahan variabilitas iklim alamiah yang teramati pada kurun waktu yang dapat dibandingkan. Maksud dari perubahan iklim adalah perubahan jangka panjang pada suhu dan pola cuaca yang terjadi akibat variasi alami maupun aktivitas manusia yang memengaruhi komposisi atmosfer dan variabilitas iklim global.

Secara global, perubahan iklim sebagian besar disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan, deforestasi, dan pertumbuhan industri yang pesat. Di Indonesia sendiri, kondisi ini diperburuk dengan adanya pembalakan liar, konversi hutan menjadi lahan perkebunan, serta kebakaran hutan, yang semakin memperburuk kualitas udara dan merusak ekosistem. Aktivitas-aktivitas ini memicu peningkatan emisi gas rumah kaca yang merusak lapisan atmosfer, mempercepat pemanasan global, dan pada akhirnya berkontribusi besar terhadap perubahan iklim di seluruh dunia. Akibatnya, kondisi iklim semakin tidak menentu, yang memperparah risiko ketahanan pangan, karena lahan pertanian menjadi lebih rentan terhadap bencana alam. Berbagai laporan menunjukkan bahwa perubahan iklim berdampak signifikan terhadap ketahanan pangan di Indonesia. Ketidakpastian cuaca yang meningkat menyebabkan pola musim menjadi tidak terprediksi, mengganggu siklus produksi pangan. Di Jawa, fenomena El Niño dan La Niña memengaruhi intensitas kekeringan dan banjir, menyebabkan kerusakan tanaman di area yang luas. Misalnya, kekeringan akibat El Niño bisa mengurangi hasil panen sekitar 250 ribu hektar, sementara banjir terkait La Niña merusak sekitar 90 ribu hektar lahan tanaman pangan utama seperti padi, jagung, dan kedelai. Hama juga lebih sering muncul saat curah hujan tinggi atau selama peralihan musim, yang memperparah kerusakan tanaman pangan (Wityasari, 2019).

Di sisi lain, kebutuhan pangan yang meningkat karena pertumbuhan populasi mengharuskan sektor pertanian meningkatkan produksi, yang sulit tercapai di tengah tantangan iklim. Kondisi ini diperparah oleh rendahnya adopsi teknologi adaptasi iklim dan dukungan kelembagaan. Profesor dari Universitas Gadjah Mada menyarankan agar koperasi pertanian diperkuat untuk meningkatkan daya saing dan ketahanan pangan,

mengingat peran koperasi sukses di negara-negara lain seperti Denmark dan Korea Selatan. Pengembangan koperasi ini diharapkan dapat membantu mengatasi tantangan perubahan iklim dengan mengefisienkan produksi dan memperbaiki distribusi pangan (Rusmayadi dkk., 2024). Dampak perubahan iklim terhadap kehidupan sehari-hari masyarakat terlihat pada meningkatnya biaya pangan, kesulitan dalam produksi pangan, serta penurunan kualitas gizi makanan yang tersedia (Rusmayadi dkk., 2024). Tidak hanya masyarakat yang merasakan dampaknya, tetapi juga ekosistem yang menjadi penopang produksi pangan nasional. Lingkungan yang semakin rusak, tanah yang tidak lagi subur, serta terbatasnya sumber daya air, semua ini menghambat kapasitas negara untuk mempertahankan ketahanan pangan yang stabil. Ketersediaan komoditas utama, seperti padi, yang menjadi bahan pangan pokok, kini semakin terancam oleh ketidakpastian iklim. Sebelum dampak ini terlihat, Indonesia memiliki ketahanan pangan yang lebih baik, tetapi kini ketahanan tersebut terus diuji oleh ancaman yang tidak dapat dihindari seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

Prediksi mengenai dampak perubahan iklim terhadap ketahanan pangan sebenarnya sudah ada sejak beberapa dekade lalu. Meski prediksi tersebut mengakui adanya peningkatan suhu dan curah hujan ekstrem, masih terdapat keterbatasan dalam memprediksi besarnya kerentanan sistem pangan yang dihadapi saat ini. Kajian-kajian terdahulu kurang memperhatikan kondisi lokal, khususnya di wilayah tropis seperti Indonesia, di mana kerentanannya sangat berbeda dengan negara-negara beriklim sedang. Ketidaklengkapan prediksi ini menjadi tantangan besar dalam perencanaan kebijakan, karena perubahan iklim terjadi lebih cepat dari yang diperkirakan. Ketahanan pangan Indonesia kini sangat membutuhkan solusi yang spesifik untuk dapat bertahan di tengah kondisi iklim yang semakin tidak menentu.

Menurut (*Food and Agriculture Organization, 2003*), ketahanan pangan adalah kondisi saat setiap individu memiliki akses fisik, sosial, dan ekonomi terhadap pangan yang cukup, aman, dan bergizi untuk memenuhi kebutuhan hidup yang sehat dan aktif. *United Nations' Committee on World Foods Security* Komite PBB tentang Ketahanan Pangan Dunia, Ketahanan pangan adalah semua orang setiap saat memiliki akses fisik, sosial, dan ekonomi ke pangan yang cukup, aman, dan bergizi yang memenuhi preferensi pangan dan kebutuhan pangan mereka. Ketahanan Pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi semua orang dan negara setiap saat tercermin dari makanan bergizi, aman, bermutu, beragam, terjangkau dan tidak bertentangan dengan agama, keyakinan dan budaya Masyarakat (Wityasari, 2019). Dalam artian ketahanan pangan merupakan kondisi ketika setiap individu dan Negara memiliki akses fisik, sosial, dan ekonomi terhadap pangan yang cukup, aman, bermutu, bergizi, terjangkau, beragam, serta sesuai dengan preferensi, keyakinan, dan budaya masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidup sehat dan aktif.

Metode penelitian Kajian Pustaka (*library research*) digunakan untuk menyusun artikel ini. Kajian Pustaka merupakan proses pencarian data dengan mengumpulkan beberapa artikel jurnal baik nasional maupun internasional, berita serta buku-buku yang memaparkan teori dan pembahasan terdahulu kemudian dilakukan penyaringan data hingga menghasilkan pemaparan terkait kondisi perubahan iklim yang terjadi di

Indonesia, pengaruhnya terhadap sektor pertanian dan hubungan antara fenomena perubahan iklim dan ketahanan pangan di Indonesia.

Pembahasan

Perubahan Iklim dan Dampak pada Sektor Pertanian di Indonesia

Perubahan Iklim memiliki pengaruh yang tersebar ke berbagai wilayah. Secara umum, perubahan iklim berpengaruh pada kenaikan suhu, intensitas cuaca ekstrem, perubahan pola curah hujan dan intensitas penyinaran matahari yang berdampak langsung dengan para masyarakat yang memiliki matapencaharian sebagai petani. Hal tersebut terdapat di berbagai belahan dunia khususnya untuk wilayah yang berada di dekat garis ekuator yang sangat bergantung dengan menyinar matahari dan kondisi angin dan laut. Berdasarkan hasil penelusuran terhadap database bencana alam internasional Berdasarkan hasil penelusuran terhadap database bencana alam internasional (*International Disaster Database*) banyak bencana alam yang masuk ke dalam kategori bencana global sebanyak 345 bencana. Sekitar 60% dari bencana alam tersebut ialah bencana alam akibat kejadian iklim ekstrem seperti banjir, kekeringan, kebakaran hutan, angin kencang/badai, tanah longsor, gelombang pasang tinggi dan meledaknya penyaki.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Shrestha dkk., 2017), menunjukkan bahwa perubahan utama yang dirasakan oleh para petani adalah peningkatan suhu dan gelombang panas, yang dapat meningkatkan frekuensi kekeringan di musim panas, meningkatkan variabilitas curah hujan di musim hujan, dan periode pertumbuhan lebih pendek. Menurut *International Panel On Climate Change* (IPCC) membuktikan gejala perubahan iklim dengan observasi yang menunjukkan terjadi peningkatan suhu udara dan lautan secara global, lelehnya es di kutub secara cepat dan luas serta meningkatkan ketinggian permukaan air laut secara global (Azizah dkk., 2021). Dari perubahan utama yang dirasakan langsung oleh petani tersebut berdampak pada kecukupan pasokan pangan wilayah (Nurhayati dkk., 2020). Khususnya Indonesia terdapat beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan untuk mempersiapkan mitigasi dan membangun persepsi menyeluruh kepada masyarakat terkait pengaruh perubahan iklim pada ketahanan pangan yaitu perubahan suhu, gelombang panas, serta pola curah hujan.

Perubahan Suhu di Indonesia

Perubahan suhu di Indonesia selama periode 2019 hingga 2024 menunjukkan tren pemanasan yang cukup signifikan. Menurut data dari BMKG (Sudirman, 2024), suhu udara rata-rata tahunan di Indonesia terus mengalami kenaikan, dengan catatan anomali suhu sebesar 0,5 °C pada 2023 dibandingkan rata-rata jangka panjang antara 1991 hingga 2020. Secara keseluruhan, rata-rata suhu udara di Indonesia naik dari 26,7 °C pada periode normal tersebut menjadi sekitar 27,2 °C pada 2023, yang menjadikannya salah satu tahun terpanas setelah 2016. Dampak dari kenaikan ini mengindikasikan pengaruh perubahan iklim global, terutama dalam pola cuaca ekstrem, seperti kemarau yang lebih panjang dan intensitas curah hujan yang berubah-ubah.

Dalam sektor pertanian, perubahan suhu berdampak besar terhadap produksi tanaman pangan, terutama beras. Petani mengalami penurunan hasil panen karena

pergeseran musim tanam yang sulit diprediksi dan suhu tinggi yang memengaruhi pertumbuhan tanaman (Hidayat, 2023). Misalnya, padi memerlukan kondisi iklim tertentu, tetapi kenaikan suhu bisa mengakibatkan kekeringan dan gagal panen di beberapa wilayah, mengancam ketahanan pangan Indonesia. Selain itu, anomali suhu ini berpotensi meningkatkan serangan hama, yang semakin memperburuk produktivitas pertanian di daerah-daerah penghasil utama. Kondisi tersebut menuntut adaptasi dalam praktik pertanian, seperti pengembangan varietas tanaman yang tahan terhadap suhu tinggi dan perubahan pola irigasi. Langkah-langkah mitigasi dan adaptasi ini penting untuk menjaga stabilitas produksi pangan di Indonesia dan membantu para petani mengatasi tantangan akibat perubahan iklim yang semakin terasa.

Efek Gelombang Panas di Indonesia

Periode 2019–2024 menunjukkan peningkatan fenomena suhu panas ekstrem di berbagai negara Asia, termasuk Indonesia. Sementara wilayah seperti India dan Thailand mengalami gelombang panas parah hingga di atas 45°C, Indonesia umumnya tidak mengalami gelombang panas yang signifikan dalam definisi Organisasi Meteorologi Dunia (WMO), yaitu periode suhu ekstrem selama lima hari berturut-turut dengan kenaikan lebih dari 5°C di atas rata-rata (World Meteorological Organization, 2024). Hal ini karena Indonesia beriklim tropis yang stabil di sekitar ekuator, sehingga dinamika atmosfernya berbeda dibanding wilayah lintang menengah-tinggi yang rentan terhadap fenomena ini.

Namun, Indonesia tetap terdampak oleh kenaikan suhu akibat pengaruh fenomena El Niño, terutama pada 2023 dan 2024 (Dale, 2024). Kenaikan ini, meskipun tidak termasuk gelombang panas ekstrem, menyebabkan suhu di beberapa wilayah mencapai hingga 37,3°C, seperti di Deli Serdang pada April 2024 (Sudirman, 2024). Kondisi ini berdampak pada sektor pertanian, dengan risiko peningkatan gagal panen akibat stres panas yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan produktivitas hasil tani, serta ancaman pada ketahanan pangan nasional. Pemerintah dan BMKG terus memantau serta mengambil langkah mitigasi untuk menjaga kestabilan sektor pangan di tengah kondisi iklim yang semakin tidak menentu (Putra, 2023).

Perubahan Pola Curah Hujan di Indonesia

Perubahan pola curah hujan di Indonesia dari 2019 hingga 2024 menunjukkan kecenderungan peningkatan intensitas hujan yang tidak merata sepanjang tahun. Faktor-faktor seperti La Niña dan pengaruh El Niño serta osilasi musiman (seperti ITCZ dan monsun Asia) berkontribusi pada variasi ekstrem ini. Sebagai contoh, selama tahun 2022, kondisi La Niña dan monsun Asia menyebabkan curah hujan meningkat di sebagian besar wilayah Indonesia, sementara El Niño di 2023 berdampak pada musim kemarau yang lebih kering di beberapa wilayah. Fenomena ini berdampak besar bagi sektor pertanian dan ketahanan pangan. Peningkatan hujan ekstrem dapat menyebabkan banjir yang merusak tanaman padi dan hortikultura di daerah seperti Jawa dan Sumatera, sementara musim kering yang lebih panjang menghambat pertumbuhan tanaman di wilayah yang mengandalkan air hujan. Pada tahun 2023, musim kering yang lebih panjang akibat El Niño mengurangi produksi beras, yang pada gilirannya mengancam ketahanan pangan nasional. Secara keseluruhan, perubahan pola curah

hujan ini menunjukkan perlunya adaptasi berkelanjutan dalam praktik pertanian, seperti penggunaan varietas padi tahan kekeringan dan peningkatan sistem irigasi, untuk menjaga keberlanjutan sektor pertanian dan ketahanan pangan di tengah ancaman perubahan iklim.

Perubahan Iklim dan Dampak pada Sektor Pertanian di Indonesia

Perubahan iklim memang lebih banyak memberi dampak negatif pada ketahanan pangan, seperti memicu cuaca ekstrem yang menghambat produksi pangan. Namun, ada beberapa potensi positif, walau tidak selalu signifikan (Wityasari, 2019). Misalnya, suhu lebih hangat dapat memperpanjang musim tanam di wilayah tertentu, meningkatkan kesempatan panen. Di dataran tinggi Indonesia, beberapa tanaman mungkin berproduksi lebih baik karena peningkatan suhu yang cocok untuk tanaman subtropis. Namun, manfaat ini sering tidak sebanding dengan risiko besar perubahan pola curah hujan, kekeringan, dan serangan hama yang meningkat.

Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Produktivitas Tanaman. Perubahan iklim menyebabkan anomali cuaca yang semakin sulit diprediksi. Cuaca ekstrem seperti kekeringan panjang akibat El Niño dan hujan deras akibat La Niña mengganggu waktu tanam dan kualitas hasil panen (Putra, 2023). Akibatnya, produktivitas tanaman pangan utama, seperti padi, mengalami penurunan, mengancam stabilitas pangan nasional. Gangguan Musim Tanam dan Kekurangan Air. Kenaikan suhu dan penurunan curah hujan di beberapa wilayah mempersulit ketersediaan air untuk irigasi. Petani mengalami kesulitan menentukan waktu tanam yang ideal, yang mengakibatkan tanaman menjadi rentan terhadap gagal panen. Hal ini telah terjadi di wilayah sentra pangan seperti Jawa dan Sumatera, yang pada akhirnya berisiko pada ketahanan pangan Indonesia.

Dampak pada Kualitas dan Harga Pangan: Fenomena perubahan iklim membuat ketahanan pangan semakin rentan. Misalnya, saat cuaca panas berlebihan pada 2023, produksi padi turun, sehingga harga beras naik, dan daya beli masyarakat menurun. Keadaan ini menunjukkan perlunya adaptasi untuk mempertahankan produksi pangan di tengah kondisi iklim yang semakin menantang. Perubahan iklim memiliki dampak yang sangat luas pada ketahanan pangan di Indonesia, terutama melalui perubahan pola cuaca yang memengaruhi musim tanam, ketersediaan air, dan produktivitas tanaman. Cuaca ekstrem yang makin sering, seperti kekeringan akibat El Niño atau hujan ekstrem selama La Niña, telah mengganggu musim tanam dan merusak hasil pertanian. Sebagai contoh, pada 2023, El Niño yang berkepanjangan membuat petani di beberapa wilayah, seperti Jawa Timur dan Sulawesi Selatan, mengalami kekurangan air irigasi, sehingga hasil panen mereka menurun (Dale, 2024). Dampak ini memaksa pemerintah untuk meningkatkan impor beras guna menutupi kekurangan, yang memengaruhi harga dan daya beli masyarakat.

Perubahan iklim juga memicu peningkatan serangan hama dan penyakit pada tanaman. Suhu yang lebih tinggi dan kelembapan ekstrem menjadi lingkungan yang ideal bagi perkembangan hama seperti wereng dan ulat, yang merusak padi dan tanaman lain. Di Indonesia, serangan hama meningkat selama cuaca panas pada 2023, yang menyebabkan kerugian besar bagi petani padi di daerah seperti Sumatra dan Jawa

Tengah(Dale, 2024). Kasus ini menunjukkan bahwa perubahan iklim mengancam keberlanjutan produksi pangan di berbagai wilayah strategis bagi ketahanan pangan nasional. Untuk menghadapi tantangan ini, pemerintah Indonesia bersama lembaga pertanian mulai mengembangkan strategi adaptasi, seperti penerapan pertanian berbasis teknologi pintar (smart agriculture), penggunaan varietas tanaman yang lebih tahan terhadap kekeringan, dan penerapan irigasi hemat air (Wahyudi Priyanto dkk., 2021). Langkah-langkah ini diharapkan mampu menjaga stabilitas produksi pangan di tengah kondisi iklim yang terus berubah.

Kesimpulan dan Saran

Perubahan iklim memberikan dampak besar terhadap sektor pertanian, khususnya melalui gangguan pola cuaca dan curah hujan yang ekstrem. Di Indonesia, fenomena seperti El Niño dan La Niña mempengaruhi panjangnya musim kering atau curah hujan berlebih, yang pada akhirnya menurunkan produktivitas tanaman pangan utama, seperti padi dan jagung. Suhu yang lebih tinggi juga meningkatkan risiko serangan hama dan penyakit, sehingga petani harus menghadapi biaya produksi yang lebih tinggi dan potensi gagal panen. Kondisi ini menunjukkan betapa rentannya sektor pertanian terhadap perubahan iklim, yang menuntut adanya langkah mitigasi dan adaptasi di level lokal dan nasional.

Ketahanan pangan Indonesia semakin terancam akibat perubahan iklim yang tidak hanya berdampak pada hasil panen, tetapi juga pada stabilitas ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Kekurangan hasil produksi akibat cuaca ekstrem menyebabkan fluktuasi harga pangan, yang pada akhirnya mempengaruhi daya beli masyarakat dan akses terhadap pangan. Pemerintah Indonesia mulai menerapkan berbagai strategi adaptasi, seperti teknologi pertanian cerdas, pengembangan varietas tanaman tahan iklim ekstrem, dan efisiensi irigasi untuk menjaga ketahanan pangan di tengah ketidakpastian iklim. Adaptasi ini diharapkan dapat mengurangi dampak buruk perubahan iklim pada ketahanan pangan dan keberlanjutan sektor pertanian.

Daftar Pustaka

- Dale, B. (2024, 14. Januari). 2023 jadi tahun terpanas sepanjang sejarah, apa yang perlu diwaspadai tahun ini? BBC News Indonesia. <https://www.bbc.com/indonesia/articles/c8722p5pgrmo>
- Food and Agriculture Organization. (2003). *Food security: concepts and measurement*. TRADE REFORMS AND FOOD SECURITY.
- Hidayat, A. (2023). DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PERTANIAN DAN STRATEGI ADAPTASI YANG DITERAPKAN OLEH PETANI. PREPRINTS, 1–11. <https://doi.org/10.31219/osf.io/mw5ge>
- UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 31 TAHUN 2009 TENTANG METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA.
- Nurhayati, D., Dhokhikah, Y. & Mandala, M. (2020). Persepsi dan Strategi Adaptasi Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim di Kawasan Asia Tenggara Perceptions and

- Strategies for Community Adaptation to Climate Change in the Southeast Asian Region. *JURNAL PROTEKSI: JURNAL LINGKUNGAN BERKELANJUTAN*, 1, 40–44. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/PROTEKSI/article/view/20380>
- Perserikatan Bangsa-Bangsa Indonesia. (2014). *Apa Itu Perubahan Iklim*.
- Putra, D. H. A. (2023, 29. September). *Cegah Krisis Pangan, BMKG Ajari Petani Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim*. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- Rusmayadi, G., Rubijantoro, S., Silamat, E., Abidin, Z., Anripa, N. & Sitopu, J. W. (2024). ANALISIS DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PRODUKTIVITAS TANAMAN PANGAN. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 7(3), 9488–9495. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i3.31300>
- Shrestha, R., Chaweewan, N. & Arunyawat, S. (2017). Adaptation to Climate Change by Rural Ethnic Communities of Northern Thailand. *Climate*, 5(3), 57. <https://doi.org/10.3390/cli5030057>
- Sudirman, M. (2024, 1. Januari). *Anomali Suhu Udara Rata-Rata Tahun 2023*. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. <https://www.bmkg.go.id/iklim/anomali-suhu-udara-tahunan.bmkg?p=anomali-suhu-udara-rata-rata-tahun-2023&tag=&lang=ID#:~:text=Berdasarkan%20data%20dari%20116%20stasiun%20pengamatan%20BMKG%2C%20suhu,udara%20rata-rata%20tahun%202023%20sebesar%200.5%20%20C>.
- Wahyudi Priyanto, M., Toiba, H. & Hartono, R. (2021). STRATEGI ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM: FAKTOR YANG MEMPENGARUHI DAN MANFAAT PENERAPANNYA. 5, 1169–1178. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2021.005.04.19>
- Wityasari, N. (2019). *Pengertian Ketahanan Pangan Aspek, Tujuan dan Faktor yang Mempengaruhi*. Dinas Ketahanan Pangan Kab Probolinggo.
- World Meteorological Organization. (2024). *Climate Change*. <https://wmo.int/topics/climate-change>