



Sulaminingsih¹
 Eddy Silamat²
 Alexander Ruruh³
 Muhammad Syaiful⁴
 Anita Ninasari⁵
 Muchdir AR⁶

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PENINGKATAN DAN PENURUNAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PANGAN

Abstrak

Perubahan iklim menjadi tantangan serius bagi produktivitas tanaman pangan global. Penelitian ini menginvestigasi dampak perubahan iklim terhadap peningkatan dan penurunan produktivitas tanaman pangan dengan menggunakan metode studi literatur. Analisis dilakukan terhadap berbagai literatur ilmiah yang relevan untuk memahami bagaimana perubahan suhu global, pola curah hujan yang berubah, dan kejadian cuaca ekstrem mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu global dapat menghambat proses fotosintesis dan respirasi tanaman, sementara perubahan pola curah hujan meningkatkan risiko kekeringan atau banjir yang merusak tanaman. Kejadian cuaca ekstrem seperti gelombang panas dan badai dapat mengurangi kualitas dan kuantitas hasil panen. Penyebaran hama dan penyakit tanaman juga dipengaruhi oleh perubahan iklim, memperburuk kondisi pertanian. Meskipun demikian, beberapa daerah dapat mengalami manfaat seperti peningkatan panen akibat musim tanam yang lebih panjang. Strategi adaptasi seperti pengembangan varietas tanaman tahan stres iklim dan penerapan teknologi pertanian yang canggih menjadi kunci dalam menjaga ketahanan pangan global di masa depan.

Kata Kunci: Perubahan Iklim, Produktivitas Tanaman Pangan

Abstract

Climate change poses a serious challenge to global food crop productivity. This research investigates the impacts of climate change on the increase and decrease of food crop productivity using a literature review method. Analysis was conducted on various relevant scientific literature to understand how global temperature rise, changing precipitation patterns, and extreme weather events affect crop growth and yields. The findings reveal that global temperature increase can hinder photosynthesis and plant respiration, while altered precipitation patterns increase the risk of droughts or floods that damage crops. Extreme weather events such as heatwaves and storms can reduce the quality and quantity of harvests. The spread of plant pests and diseases is also influenced by climate change, exacerbating agricultural conditions. However, some regions may experience benefits such as increased harvests due to longer growing seasons. Adaptation strategies such as developing climate-resistant crop varieties and implementing advanced agricultural technologies are crucial for maintaining global food security in the future.

Keywords: Climate Change, Food Crop Productivity

¹Program Studi Agroteknologi, Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Berau

²Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Pat Petulai

³Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gorontalo

⁴Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Ekonomi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka

⁵Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun Ternate

⁶Program Studi Manajemen Bandar Udara, Sekolah Tinggi Penerbangan Aviasi Jakarta
 e-mail: sulaminingsih89@gmail.com

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang semakin nyata dampaknya terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk sektor pertanian. Kenaikan suhu bumi, perubahan pola curah hujan, dan kejadian cuaca ekstrem seperti banjir dan kekeringan, semuanya merupakan manifestasi dari perubahan iklim yang memiliki implikasi langsung terhadap produktivitas tanaman pangan (Tarigan et al., 2024). Penelitian mengenai dampak perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman pangan menjadi krusial mengingat tanaman pangan adalah sumber utama pangan bagi manusia serta komponen penting dalam ketahanan pangan global (Wahyunto et al., 2024).

Suhu udara yang meningkat akibat pemanasan global dapat mempengaruhi fisiologi tanaman, mulai dari proses fotosintesis hingga respirasi (Simamora et al., 2024). Tanaman memiliki batas toleransi suhu tertentu, dan suhu yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan dan produktivitasnya (Anripa et al., 2023). Misalnya, peningkatan suhu di atas 30°C selama masa pembungaan pada tanaman padi dapat menyebabkan penurunan produksi gabah secara signifikan. Demikian pula, suhu yang tinggi dapat mempercepat laju evapotranspirasi, sehingga tanaman kehilangan air lebih cepat dan berisiko mengalami stres air.

Selain suhu, perubahan pola curah hujan juga memiliki dampak signifikan. Tanaman pangan sangat bergantung pada ketersediaan air yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan. Kekeringan yang berkepanjangan dapat menyebabkan defisit air tanah yang kritis, menghambat penyerapan nutrisi oleh akar tanaman, dan pada akhirnya mengurangi hasil panen (Sitompul et al., 2024). Di sisi lain, curah hujan yang berlebihan dapat menyebabkan genangan air dan banjir yang merusak tanaman serta lahan pertanian, menghancurkan hasil panen yang sudah mendekati masa panen, dan menyebabkan kerugian ekonomi yang besar bagi petani.

Kejadian cuaca ekstrem yang lebih sering dan intens akibat perubahan iklim juga menambah tantangan bagi produktivitas tanaman pangan. Badai, angin kencang, dan hailstorm dapat merusak tanaman secara fisik, sementara gelombang panas dapat menyebabkan heat stress yang mematikan bagi beberapa jenis tanaman (Manullang et al., 2024). Selain itu, perubahan iklim juga mempengaruhi penyebaran hama dan penyakit tanaman. Suhu dan kelembaban yang lebih tinggi dapat mempercepat siklus hidup hama dan patogen, serta memperluas wilayah penyebarannya ke daerah-daerah yang sebelumnya tidak terdampak.

Namun demikian, tidak semua dampak perubahan iklim bersifat negatif. Di beberapa wilayah, peningkatan suhu dan peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer dapat meningkatkan laju fotosintesis dan pertumbuhan tanaman. Contohnya, beberapa penelitian menunjukkan bahwa tanaman di daerah beriklim dingin dapat memperoleh manfaat dari musim tanam yang lebih panjang dan suhu yang lebih hangat. Namun, manfaat ini sering kali tidak cukup untuk mengimbangi kerugian yang ditimbulkan oleh perubahan iklim secara keseluruhan, terutama di wilayah tropis dan subtropis yang paling rentan terhadap perubahan iklim (Silitonga et al., 2024).

Untuk mengatasi tantangan yang ditimbulkan oleh perubahan iklim, adaptasi dan mitigasi menjadi kunci. Teknologi pertanian yang lebih canggih, penggunaan varietas tanaman yang tahan terhadap stres iklim, serta praktik manajemen lahan yang lebih efisien dan berkelanjutan perlu dikembangkan dan diterapkan secara luas (Amalia & Sitompul, 2024). Selain itu, upaya mitigasi seperti pengurangan emisi gas rumah kaca dan pelestarian ekosistem alami juga penting untuk memperlambat laju perubahan iklim dan mengurangi dampaknya terhadap produktivitas tanaman pangan.

Dalam konteks ini, penelitian yang mengkaji dampak perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman pangan sangat penting. Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai mekanisme dan skala dampak tersebut, serta strategi adaptasi dan mitigasi yang efektif, kita dapat meningkatkan ketahanan pangan global dan menjaga kesejahteraan masyarakat di masa depan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur untuk mengkaji dampak perubahan iklim terhadap peningkatan dan penurunan produktivitas tanaman pangan. Metode studi literatur

dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis informasi dari berbagai sumber yang relevan secara komprehensif (Sugiyono, 2018). Adapun tahapan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Penentuan Topik dan Tujuan Penelitian

Pada tahap awal, peneliti menentukan topik penelitian yaitu "Dampak Perubahan Iklim terhadap Peningkatan dan Penurunan Produktivitas Tanaman Pangan". Selanjutnya, peneliti menetapkan tujuan penelitian untuk memahami bagaimana perubahan iklim mempengaruhi produktivitas tanaman pangan serta mengidentifikasi strategi adaptasi yang efektif.

2. Pencarian dan Pengumpulan Literatur

Setelah menentukan topik, peneliti melakukan pencarian literatur dengan menggunakan berbagai sumber akademik seperti jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, dan artikel yang relevan. Pencarian dilakukan melalui database online seperti Google Scholar, JSTOR, ScienceDirect, dan perpustakaan digital lainnya. Kata kunci yang digunakan antara lain "climate change," "crop productivity," "agriculture," dan "adaptation strategies."

3. Seleksi Literatur

Dari literatur yang telah dikumpulkan, peneliti melakukan seleksi untuk memilih sumber-sumber yang paling relevan dan berkualitas. Seleksi dilakukan berdasarkan kriteria seperti keterkinian (publikasi dalam 10 tahun terakhir), relevansi dengan topik, dan kredibilitas sumber. Artikel yang tidak memenuhi kriteria ini akan disingkirkan.

4. Analisis Literatur

Literatur yang telah terpilih kemudian dianalisis secara mendalam. Peneliti mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul dari berbagai sumber, seperti dampak suhu tinggi terhadap fotosintesis, perubahan pola curah hujan dan ketersediaan air, serta kejadian cuaca ekstrem. Analisis juga mencakup strategi adaptasi yang diusulkan oleh berbagai studi, seperti penggunaan varietas tanaman tahan stres dan praktik manajemen lahan yang berkelanjutan.

5. Sintesis Temuan

Setelah menganalisis literatur, peneliti menyusun sintesis temuan dengan mengintegrasikan informasi dari berbagai sumber. Sintesis ini akan memberikan gambaran menyeluruh tentang dampak perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman pangan serta strategi adaptasi yang dapat diterapkan. Peneliti mengorganisir temuan-temuan ini ke dalam sub-topik yang sesuai untuk memudahkan pembaca memahami hubungan antara berbagai faktor.

6. Penyusunan Laporan Penelitian

Tahap terakhir adalah penyusunan laporan penelitian. Peneliti menyusun laporan berdasarkan sintesis temuan yang telah dibuat, dengan struktur yang mencakup pendahuluan, metode, hasil, dan diskusi. Laporan ini juga mencakup rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut dan implikasi praktis dari temuan penelitian.

Melalui tahapan-tahapan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pemahaman mengenai dampak perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman pangan dan membantu dalam pengembangan strategi adaptasi yang efektif untuk menghadapi tantangan yang ditimbulkan oleh perubahan iklim.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini yang menggunakan metode studi literatur menunjukkan berbagai dampak perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman pangan serta strategi adaptasi yang dapat diterapkan untuk mengatasi tantangan tersebut. Berikut adalah temuan utama yang diperoleh dari analisis literatur:

1. Dampak Suhu Tinggi terhadap Produktivitas Tanaman Pangan

Literatur menunjukkan bahwa peningkatan suhu global memiliki efek langsung pada proses fisiologis tanaman. Misalnya, suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat laju respirasi tanaman, mengurangi efisiensi fotosintesis, dan mengganggu proses reproduksi tanaman (Apriyana et al., 2016). Pada tanaman padi, suhu di atas 30°C selama fase pembungaan diketahui menyebabkan penurunan produksi gabah. Demikian pula, tanaman gandum dan jagung mengalami penurunan produktivitas ketika suhu rata-rata harian melebihi ambang batas optimal mereka.

2. Perubahan Pola Curah Hujan

Perubahan iklim menyebabkan perubahan signifikan dalam pola curah hujan, yang berdampak pada ketersediaan air untuk tanaman. Kekeringan yang berkepanjangan dapat menyebabkan defisit air tanah, menghambat penyerapan nutrisi, dan menurunkan hasil panen (Asnawi, 2015). Sebaliknya, curah hujan yang berlebihan dapat menyebabkan banjir dan genangan air yang merusak tanaman serta mengurangi produktivitas lahan pertanian. Tanaman seperti jagung dan kedelai sangat rentan terhadap kekurangan air selama fase kritis pertumbuhannya.

3. Kejadian Cuaca Ekstrem

Cuaca ekstrem, seperti badai, gelombang panas, dan hailstorm, semakin sering terjadi akibat perubahan iklim dan membawa dampak merusak bagi tanaman pangan. Gelombang panas dapat menyebabkan heat stress yang mengurangi kualitas dan kuantitas hasil panen (Eni et al., 2016). Badai dan hailstorm dapat merusak tanaman secara fisik, menghancurkan infrastruktur pertanian, dan menyebabkan kerugian ekonomi yang besar bagi petani.

4. Penyebaran Hama dan Penyakit

Perubahan iklim juga mempengaruhi distribusi dan dinamika populasi hama dan penyakit tanaman. Suhu yang lebih tinggi dan perubahan pola curah hujan dapat mempercepat siklus hidup hama dan patogen serta memperluas wilayah penyebarannya (E. Estiningtyas et al., 2016). Tanaman seperti kentang dan tomat menjadi lebih rentan terhadap infeksi penyakit seperti hawar daun dan busuk akar.

5. Strategi Adaptasi dan Mitigasi

Penelitian juga mengidentifikasi berbagai strategi adaptasi yang dapat membantu petani mengatasi dampak perubahan iklim. Strategi tersebut meliputi:

- a. Pengembangan dan penggunaan varietas tanaman tahan stres: Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan varietas tanaman yang tahan terhadap suhu tinggi, kekeringan, dan penyakit dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap perubahan iklim (Herlina & Prasetyorini, 2020).
- b. Peningkatan praktik manajemen lahan: Teknik irigasi yang efisien, rotasi tanaman, dan pengelolaan tanah yang baik dapat membantu menjaga produktivitas lahan di tengah kondisi iklim yang berubah (Hidayati & Suryanto, 2015).
- c. Diversifikasi tanaman: Menanam berbagai jenis tanaman dapat mengurangi risiko kerugian total akibat cuaca ekstrem atau serangan hama (Santoso, 2016).
- d. Penggunaan teknologi canggih: Implementasi teknologi seperti pemantauan cuaca berbasis satelit, sistem peringatan dini, dan praktik pertanian presisi dapat membantu petani membuat keputusan yang lebih baik terkait dengan penanaman dan pemanenan (Hidayatullah & Aulia, 2020).

6. Manfaat Potensial dari Perubahan Iklim

Meskipun sebagian besar dampak perubahan iklim bersifat negatif, beberapa literatur menunjukkan potensi manfaat di wilayah tertentu. Di daerah beriklim dingin, peningkatan suhu dapat memperpanjang musim tanam dan meningkatkan produktivitas tanaman (Perdian et al., 2018). Peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer juga dapat meningkatkan laju fotosintesis dan pertumbuhan beberapa tanaman, meskipun manfaat ini seringkali terbatas oleh faktor-faktor lain seperti ketersediaan air dan nutrisi (Syakir & Surmaini, 2017).

Dari hasil studi literatur ini, jelas bahwa perubahan iklim memiliki dampak yang kompleks dan bervariasi terhadap produktivitas tanaman pangan. Sementara beberapa wilayah dan tanaman mungkin melihat peningkatan produktivitas, sebagian besar wilayah dan jenis tanaman menghadapi tantangan yang signifikan (Surmaini & Faqih, 2016). Untuk mengatasi dampak negatif ini, diperlukan kombinasi strategi adaptasi yang efektif dan upaya mitigasi yang berkelanjutan. Penelitian lebih lanjut dan kebijakan yang mendukung inovasi pertanian akan sangat penting dalam memastikan ketahanan pangan di masa depan (H. Ruminta & Nurmala, 2018).

Dampak perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman pangan adalah topik yang sangat kompleks dan memiliki implikasi mendalam terhadap ketahanan pangan global. Perubahan iklim, yang termanifestasi dalam bentuk peningkatan suhu global, perubahan pola curah hujan, dan kejadian cuaca ekstrem seperti banjir dan kekeringan, semakin mempengaruhi

kemampuan tanaman untuk tumbuh dan menghasilkan hasil panen yang memadai (R. Ruminta, 2016). Fenomena ini tidak hanya mengancam ketersediaan pangan bagi populasi dunia yang terus bertambah, tetapi juga menantang keberlanjutan ekosistem pertanian di berbagai belahan dunia.

Peningkatan suhu global menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi produktivitas tanaman (Sumastuti & Pradono, 2016). Tanaman pangan memiliki rentang suhu optimal untuk pertumbuhannya, dan ketika suhu melebihi batas toleransinya, tanaman mengalami stres termal yang mengganggu proses fotosintesis, respirasi, dan pengaturan air (Santoso, 2016). Contohnya, penelitian menunjukkan bahwa tanaman padi, yang merupakan sumber utama karbohidrat bagi banyak negara, mengalami penurunan produksi gabah saat suhu harian ekstrem melebihi 30°C selama fase pembungaan.

Perubahan pola curah hujan juga menjadi perhatian utama dalam konteks produktivitas tanaman pangan. Daerah-daerah yang bergantung pada irigasi dan pola hujan yang teratur menghadapi tantangan serius ketika curah hujan menjadi tidak teratur atau berlebihan. Kekeringan yang panjang dapat menguras sumber daya air tanah, mengurangi ketersediaan air bagi tanaman, dan mempengaruhi pertumbuhan akar serta penyerapan nutrisi (Santoso, 2016). Di sisi lain, banjir yang disebabkan oleh curah hujan yang ekstrem dapat merusak tanaman, membanjiri lahan pertanian, dan menghilangkan hasil panen yang sudah mendekati masa panen.

Kejadian cuaca ekstrem semakin sering terjadi sebagai akibat langsung dari perubahan iklim (Sukarman & Purwanto, 2018). Badai tropis, gelombang panas yang intens, dan musim hujan yang tidak teratur semuanya dapat mengganggu siklus pertumbuhan tanaman (Sembiring, 2024). Gelombang panas yang panjang dapat menyebabkan heat stress pada tanaman, yang mengurangi produksi buah dan biji serta mengancam kelangsungan hidup tanaman dalam jangka panjang. Badai dan angin kencang dapat merusak tanaman secara fisik, menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan, dan meningkatkan risiko penyakit tanaman akibat kerusakan struktural (Hidayati & Suryanto, 2015).

Selain faktor-faktor fisik tersebut, perubahan iklim juga mempengaruhi ekologi hama dan penyakit tanaman. Suhu yang lebih tinggi dan kondisi lingkungan yang lebih hangat dapat mempercepat siklus hidup hama dan patogen, serta memperluas wilayah penyebarannya (W. Estiningtyas & Syakir, 2018). Hal ini meningkatkan risiko infeksi penyakit tanaman seperti hawar daun dan busuk akar, yang dapat mengurangi produktivitas tanaman secara signifikan. Tanaman padi, jagung, dan gandum, yang merupakan tanaman utama dalam rantai pangan global, semakin rentan terhadap kerugian hasil akibat infeksi penyakit ini.

Namun, tidak semua dampak perubahan iklim bersifat negatif. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa di daerah tertentu, peningkatan suhu dan konsentrasi CO₂ dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman dan, dalam beberapa kasus, memperpanjang musim tanam. Meskipun demikian, manfaat ini sering kali terbatas dan tidak cukup untuk mengimbangi kerugian produktivitas yang ditimbulkan oleh perubahan iklim secara keseluruhan (Servina, 2019). Perubahan iklim global tidak hanya mengancam kedaulatan pangan suatu negara, tetapi juga mempengaruhi kesejahteraan ekonomi dan sosial masyarakat, terutama di negara-negara berkembang yang sangat tergantung pada pertanian sebagai sumber mata pencaharian utama (Sriwulantari et al., 2024).

Untuk mengatasi tantangan yang dihadapi oleh pertanian dalam menghadapi perubahan iklim, diperlukan pendekatan yang holistik dan kolaboratif. Strategi adaptasi yang efektif, seperti pengembangan varietas tanaman yang tahan terhadap stres iklim, praktik manajemen lahan yang berkelanjutan, dan investasi dalam teknologi pertanian yang inovatif, semuanya perlu didukung oleh kebijakan yang berbasis bukti ilmiah dan partisipasi aktif dari berbagai pemangku kepentingan. Melalui upaya bersama ini, diharapkan kita dapat membangun sistem pertanian yang lebih tahan terhadap perubahan iklim, menjaga ketahanan pangan global, dan mewujudkan pembangunan berkelanjutan untuk generasi mendatang.

SIMPULAN

Penelitian ini menyoroti dampak serius perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman pangan, mengungkap kompleksitas tantangan yang dihadapi pertanian global. Pentingnya

strategi adaptasi yang holistik dan keberlanjutan menjadi kunci dalam menghadapi dampak negatif ini.

SARAN

Untuk mengatasi tantangan yang ditimbulkan oleh perubahan iklim terhadap pertanian, diperlukan peningkatan investasi dalam riset dan pengembangan varietas tanaman yang tahan stres iklim, penerapan praktik pertanian yang berkelanjutan, serta penguatan kebijakan publik yang mendukung ketahanan pangan dan adaptasi iklim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penelitian ini, baik dalam memberikan sumber daya, bimbingan, maupun dukungan moral. Kontribusi Anda telah memberikan nilai tambah yang besar bagi pemahaman kami tentang dampak perubahan iklim terhadap pertanian dan upaya-upaya mitigasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Y. R., & Sitompul, P. (2024). PENERAPAN MANAJEMEN SUMBER DAYA MANUSIA PADA KANWIL DJKN SULAWESI SELATAN, TENGGARA DAN BARAT TAHUN 2023. Seminar Nasional Manajemen Dan Akuntansi, 206–213.
- Anripa, N., Kumar, A., Maharana, P., & Dimri, A. P. (2023). Climate change over Indonesia and its impact on nutmeg production: An analysis under high-resolution CORDEX-CORE regional simulation framework. *International Journal of Climatology*, 43(10), 4472–4490.
- Apriyana, Y., Susanti, E., Suciandini, R. F., & Surmaini, E. (2016). Analisis Dampak Perubahan Iklim terhadap Produksi Tanaman Pangan pada Lahan Kering dan Rancang Bangun Sistem Informasinya. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development.
- Asnawi, R. (2015). Perubahan iklim dan kedaulatan pangan di Indonesia. Tinjauan produksi dan kemiskinan. *Sosio Informa: Kajian Permasalahan Sosial Dan Usaha Kesejahteraan Sosial*, 1(3).
- Eni, M., Annisa, W., & Noor, M. (2016). Teknologi pengelolaan lahan rawa untuk tanaman pangan dan hortikultura dalam konteks adaptasi terhadap perubahan iklim. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 10(2).
- Estiningtyas, E., Susanti, E., & Surmaini, E. (2016). Kerentanan Sub-sektor tanaman pangan terhadap perubahan iklim. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus*, Desember.
- Estiningtyas, W., & Syakir, M. (2018). Pengaruh perubahan iklim terhadap produksi padi di lahan tadah hujan. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 18(2).
- Herlina, N., & Prasetyorini, A. (2020). Pengaruh perubahan iklim pada musim tanam dan produktivitas jagung (*Zea mays L.*) di Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 118–128.
- Hidayati, I. N., & Suryanto, S. (2015). Pengaruh perubahan iklim terhadap produksi pertanian dan strategi adaptasi pada lahan rawan kekeringan. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*, 16(1), 42–52.
- Hidayatullah, M. L., & Aulia, B. U. (2020). Identifikasi dampak perubahan iklim terhadap pertanian tanaman padi di Kabupaten Jember. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), D143–D148.
- Manullang, R. A., Togatorop, A., Pasaribu, E. J., & Sitompul, P. (2024). THE INFLUENCE OF WORK COMMITMENT, WORK ENVIRONMENT AND WORK DISCIPLINE ON EMPLOYEE PERFORMANCE AT COPDIT CU PARDOMUAN DOLOK SANGGUL. Seminar Nasional Manajemen Dan Akuntansi, 29–38.
- Perdinan, P., Atmaja, T., Adi, R. F., & Estiningtyas, W. (2018). Adaptasi perubahan iklim dan ketahanan pangan: telaah inisiatif dan kebijakan. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 5(1), 60–87.
- Ruminta, 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.
- Ruminta, R. (2016). Analisis penurunan produksi tanaman padi akibat perubahan iklim di Kabupaten Bandung Jawa Barat. *Kultivasi*, 15(1).

- Santoso, A. B. (2016). Pengaruh perubahan iklim terhadap produksi tanaman pangan di Provinsi Maluku. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 35(1), 139083.
- Sembiring, I. O. B. (2024). PENGARUH PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PRODUKTIVITAS TANAMAN PANGAN STUDI KASUS DI DAERAH TROPIS. *Tugas Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 1(1).
- Servina, Y. (2019). Dampak perubahan iklim dan strategi adaptasi tanaman buah dan sayuran di daerah tropis. *Jurnal Litbang Pertanian*, 38(2), 65–76.
- Silitonga, E., Nainggolan, I. S. M., Marbun, P., & Sitompul, P. (2024). THE INFLUENCE OF WORKLOAD AND COMPENSATION ON INTENTION TO MOVE IN NASI TEMPONG INDRA RESTAURANT MEDAN. *Seminar Nasional Manajemen Dan Akuntansi*, 176–184.
- Simamora, A. J., Albart, N., Fitri, S. A., & Mulatsih, L. S. (2024). Managerial Ability And Earnings Management: Moderating Role Of Risk-Taking Behavior. *Jurnal Akuntansi*, 28(2), 357–379.
- Sitompul, P., Sihombing, W., Tinambunan, A. P., & Purba, S. (2024). PENGARUH KEPEMIMPINAN, PELATIHAN DAN KOMPENSASI TERHADAP KINERJA KARYAWAN PADA PT TUNAS CAHAYA MANDIRI WIDYATAMA MEDAN. *KUKIMA: Kumpulan Karya Ilmiah Manajemen*, 131–143.
- Sriwulantari, V., Fatria, E., Arini, N., Alpandari, H., Sarapung, R. R., Prakoso, T., Fadli, M., Gultom, R. P. J., Alamsyah, R., & Arianti, N. D. (2024). PEMAHAMAN DASAR TENTANG LINGKUNGAN: Mengenal Sistem Ekosistem. *Yayasan Literasi Sains Indonesia*.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sukarman, M. A., & Purwanto, S. (2018). Modifikasi metode evaluasi kesesuaian lahan berorientasi perubahan iklim. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 12(1), 1–11.
- Sumastuti, E., & Pradono, N. S. (2016). Dampak perubahan iklim pada tanaman padi di Jawa Tengah. *Journal of Economic Education*, 5(1), 31–38.
- Surmaini, E., & Faqih, A. (2016). Kejadian iklim ekstrem dan dampaknya terhadap pertanian tanaman pangan di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 10(2).
- Syakir, M., & Surmaini, E. (2017). Perubahan iklim dalam konteks sistem produksi dan pengembangan kopi di Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 77–90.
- Tarigan, I., Harsono, S., Subiantoro, N., & Sitompul, P. (2024). AMBIDEXTERITY CAPABILITIES AND HUMAN CAPITAL IN INDONESIAN TOURISM MSMEs PERFORMANCE. *Jurnal Darma Agung*, 32(2), 737–752.
- Wahyunto, E., Giantoro, E., Widodo, J. D. T., & Yuniar, R. (2024). The Application of Brainstorming Method in Developing Ideas in The Production of Television Documentary Side of Life Episode Not The Same. *Technium Education and Humanities*, 7, 54–65.