

Transformasi Pertanian Cerdas Iklim (*Climate-Smart Agriculture*) sebagai Upaya Meningkatkan Ketahanan Pangan di Era Perubahan Iklim

¹Lalu Ayaturrohman ²Hilalludin Hilalludin

¹Sekolah Tinggi Ilmu Tarbiyah Madani Yogyakarta, Indonesia

²Universitas Alma Ata Yogyakarta, Indonesia

Email: laluayaturrohman@gmail.com¹ hilalluddin34@gmail.com²

ABSTRAK

Perubahan iklim telah menjadi tantangan global yang berdampak signifikan terhadap produktivitas pertanian dan ketahanan pangan. Peningkatan suhu, perubahan pola curah hujan, serta meningkatnya frekuensi cuaca ekstrem menyebabkan ketidakstabilan produksi pangan dan meningkatkan risiko kerawanan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran Transformasi Pertanian Cerdas Iklim (*Climate-Smart Agriculture/CSA*) dalam meningkatkan ketahanan pangan di era perubahan iklim. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur (*library research*) melalui analisis berbagai jurnal ilmiah, buku, laporan lembaga internasional, dan dokumen kebijakan yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Climate-Smart Agriculture* mampu meningkatkan produktivitas pertanian, memperkuat kapasitas adaptasi petani terhadap perubahan iklim, serta mendukung keberlanjutan lingkungan melalui pengelolaan sumber daya yang lebih efisien. Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis komprehensif yang menempatkan *Climate-Smart Agriculture* sebagai pendekatan transformasional yang mengintegrasikan peningkatan produktivitas, adaptasi iklim, dan penguatan ketahanan pangan dalam satu kerangka yang berkelanjutan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa transformasi pertanian cerdas iklim berkontribusi terhadap peningkatan ketersediaan pangan, stabilitas produksi, dan ketahanan sistem pangan secara keseluruhan. Implikasi penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan kebijakan pertanian berkelanjutan, penguatan kapasitas petani, serta pengembangan penelitian lanjutan terkait inovasi pertanian adaptif terhadap perubahan iklim.

Kata Kunci: *Climate-Smart Agriculture, Ketahanan Pangan, Perubahan Iklim, Pertanian Berkelanjutan, Adaptasi Iklim.*

ABSTRACT

Climate change has become a global challenge that significantly affects agricultural productivity and food security. Rising temperatures, changing rainfall patterns, and the increasing frequency of extreme weather events have caused instability in food production and heightened the risk of food insecurity. This study aims to analyze the role of Climate-Smart Agriculture (CSA) transformation in enhancing food security in the era of climate change. The research employed a qualitative approach using a library research method through the analysis of scientific journals, books, reports from international organizations, and relevant policy documents. The findings reveal that the implementation of Climate-Smart Agriculture can improve agricultural productivity, strengthen farmers' adaptive capacity to climate change, and support environmental sustainability through more efficient resource management. The novelty of this study lies in its comprehensive analysis that positions Climate-Smart Agriculture as a transformational approach integrating productivity improvement, climate adaptation, and food security enhancement within a sustainable framework. The results indicate that climate-smart agricultural transformation contributes to food availability, production stability, and overall food system resilience. The implications of this study can serve as a reference for developing sustainable agricultural policies, strengthening farmers' capacities, and advancing future research on climate-adaptive agricultural innovations.

Keywords: *Climate-Smart Agriculture, Food Security, Climate Change, Sustainable Agriculture, Climate Adaptation.*

PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah menjadi salah satu tantangan terbesar yang dihadapi sektor pertanian global pada abad ke-21 (Elza, 2025). Peningkatan suhu rata-rata bumi, perubahan pola curah hujan, frekuensi kejadian cuaca ekstrem, serta meningkatnya risiko kekeringan dan banjir telah memberikan dampak signifikan terhadap produktivitas pertanian dan ketersediaan pangan. Kondisi tersebut menjadi ancaman serius bagi ketahanan pangan, terutama di negara-negara berkembang yang masih sangat bergantung pada sektor pertanian sebagai penopang utama perekonomian dan sumber penghidupan masyarakat. Di Indonesia, perubahan iklim telah menyebabkan ketidakpastian musim tanam, penurunan hasil panen, serta meningkatnya kerentanan petani terhadap gagal panen. Situasi ini menuntut adanya transformasi sistem pertanian yang tidak hanya mampu meningkatkan produksi pangan, tetapi juga adaptif terhadap perubahan iklim dan berkelanjutan dalam jangka Panjang (Noor Rizkiyah dkk., t.t.).

Ketahanan pangan merupakan kondisi terpenuhinya kebutuhan pangan yang cukup, aman, bergizi, dan terjangkau bagi seluruh masyarakat. Namun, berbagai dampak perubahan iklim telah menghambat upaya pencapaian ketahanan pangan tersebut. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa perubahan pola iklim berpengaruh langsung terhadap produktivitas tanaman pangan, efisiensi penggunaan air, serta stabilitas hasil pertanian (Winarno & Lestari, 2025). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan inovatif yang mampu menjawab tantangan produksi pangan sekaligus meningkatkan kapasitas adaptasi sektor pertanian terhadap perubahan iklim. Salah satu pendekatan yang saat ini mendapat perhatian luas adalah *Climate-Smart Agriculture* (CSA) atau Pertanian Cerdas Iklim, yaitu konsep pertanian yang mengintegrasikan peningkatan produktivitas, adaptasi terhadap perubahan iklim, dan pengurangan emisi gas rumah kaca secara berkelanjutan (Ilham, 2023).

Berbagai penelitian terdahulu telah membahas implementasi *Climate-Smart Agriculture* dalam meningkatkan produktivitas pertanian dan kemampuan adaptasi petani terhadap perubahan iklim (June dkk., t.t.). Beberapa studi menyoroti pemanfaatan teknologi irigasi hemat air, penggunaan varietas tanaman tahan kekeringan, penerapan sistem pertanian terpadu, serta pemanfaatan teknologi digital dalam pengelolaan lahan pertanian. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan CSA mampu meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi risiko kerugian akibat perubahan iklim (Hasibuan dkk., 2026). Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek teknis penerapan teknologi pertanian dan belum banyak mengkaji secara komprehensif bagaimana transformasi *Climate-Smart Agriculture* dapat berkontribusi terhadap penguatan ketahanan pangan secara berkelanjutan. Selain itu, masih terdapat keterbatasan kajian yang mengintegrasikan aspek produktivitas, adaptasi iklim, dan keberlanjutan sistem pangan dalam satu kerangka analisis yang utuh (Purnama dkk., 2024).

Kesenjangan penelitian (research gap) tersebut menunjukkan perlunya kajian yang lebih mendalam mengenai transformasi Pertanian Cerdas Iklim sebagai strategi utama dalam menghadapi ancaman perubahan iklim terhadap ketahanan pangan. Penelitian ini menjadi penting karena ketahanan pangan tidak hanya ditentukan oleh peningkatan produksi pertanian, tetapi juga oleh kemampuan sistem pangan dalam beradaptasi terhadap berbagai tekanan lingkungan dan perubahan iklim yang semakin kompleks. Di sisi lain, percepatan transformasi sektor pertanian menuju

sistem yang lebih tangguh dan berkelanjutan menjadi agenda penting dalam mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs), khususnya tujuan penghapusan kelaparan dan aksi terhadap perubahan iklim (Lubis dkk., 2026).

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada analisis yang menempatkan *Climate-Smart Agriculture* tidak hanya sebagai inovasi teknologi pertanian, tetapi sebagai pendekatan transformasional yang mengintegrasikan aspek adaptasi perubahan iklim, peningkatan produktivitas, keberlanjutan lingkungan, dan penguatan ketahanan pangan secara simultan. Penelitian ini berupaya memberikan perspektif yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara penerapan Pertanian Cerdas Iklim dan upaya peningkatan ketahanan pangan di tengah tantangan perubahan iklim yang terus berkembang (Intan, 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana transformasi Pertanian Cerdas Iklim (*Climate-Smart Agriculture*) dapat menjadi strategi efektif dalam meningkatkan ketahanan pangan di era perubahan iklim. Secara khusus, penelitian ini berupaya menjawab pertanyaan: (1) bagaimana dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian dan ketahanan pangan; (2) bagaimana konsep dan implementasi *Climate-Smart Agriculture* dalam menghadapi tantangan tersebut; serta (3) sejauh mana transformasi Pertanian Cerdas Iklim mampu memperkuat ketahanan pangan secara berkelanjutan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik dan praktis dalam pengembangan kebijakan serta inovasi pertanian yang lebih adaptif, produktif, dan berkelanjutan (Afifah dkk., 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur (library research) untuk menganalisis peran Transformasi Pertanian Cerdas Iklim (*Climate-Smart Agriculture/CSA*) dalam meningkatkan ketahanan pangan di era perubahan iklim. Data penelitian diperoleh dari berbagai sumber sekunder yang relevan, meliputi artikel jurnal ilmiah, buku, laporan organisasi internasional, dokumen kebijakan pemerintah, serta hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan perubahan iklim, pertanian berkelanjutan, dan ketahanan pangan. Pengumpulan data dilakukan melalui teknik dokumentasi dengan menelusuri, memilih, dan mengkaji literatur yang memiliki relevansi dan kredibilitas tinggi terhadap fokus penelitian. Untuk menjamin keabsahan data, penelitian ini menerapkan triangulasi sumber dengan membandingkan informasi dari berbagai referensi sehingga diperoleh data yang akurat dan komprehensif (Nufus dkk., 2025).

Analisis data dilakukan menggunakan teknik analisis isi (content analysis) yang meliputi tahap reduksi data, penyajian data, interpretasi, dan penarikan Kesimpulan (Laimeheriwa, 2026). Pada tahap reduksi, data yang relevan dengan tema penelitian diseleksi dan dikelompokkan berdasarkan fokus kajian, yaitu dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian, implementasi *Climate-Smart Agriculture*, serta kontribusinya terhadap ketahanan pangan. Selanjutnya, data dianalisis secara deskriptif dan kritis untuk mengidentifikasi pola, hubungan, serta temuan-temuan penting yang dapat menjelaskan efektivitas transformasi pertanian cerdas iklim dalam menghadapi tantangan perubahan iklim. Seluruh proses penelitian dilakukan dengan menjunjung tinggi etika akademik melalui pencantuman sumber rujukan secara tepat

guna menjaga integritas ilmiah dan menghindari plagiarisme (Nurmasyahyati dkk., 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dampak Perubahan Iklim terhadap Sektor Pertanian dan Ketahanan Pangan Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa perubahan iklim telah memberikan dampak yang semakin nyata terhadap sektor pertanian. Berbagai fenomena iklim seperti peningkatan suhu rata-rata global, perubahan pola curah hujan, meningkatnya frekuensi kekeringan, banjir, serta cuaca ekstrem menyebabkan terganggunya aktivitas produksi pertanian. Kondisi tersebut tidak hanya memengaruhi produktivitas tanaman, tetapi juga berdampak pada keberlanjutan sistem pangan secara keseluruhan (ZEGA, 2025). Di berbagai wilayah pertanian, ketidakpastian musim tanam mengakibatkan petani mengalami kesulitan dalam menentukan waktu tanam dan panen yang tepat, sehingga meningkatkan risiko gagal panen dan kerugian ekonomi (Fathrio dkk., 2025).

Selain itu, perubahan iklim juga menyebabkan penurunan kualitas sumber daya alam yang menjadi penopang utama sektor pertanian. Ketersediaan air irigasi semakin terbatas akibat perubahan pola hujan yang tidak menentu, sementara peningkatan suhu mempercepat penguapan dan menurunkan kelembapan tanah. Dampak tersebut secara langsung memengaruhi pertumbuhan tanaman dan produktivitas hasil pertanian. Dalam konteks ketahanan pangan, kondisi ini berpotensi mengurangi ketersediaan pangan serta meningkatkan kerentanan masyarakat terhadap krisis pangan (Pembengo & Rahim, 2025).

Tabel 1. Dampak Perubahan Iklim terhadap Sektor Pertanian

No	Indikator	Dampak Utama
1	Perubahan Curah Hujan	Ketidakpastian musim tanam
2	Peningkatan Suhu	Penurunan produktivitas tanaman
3	Kekeringan Berkepanjangan	Berkurangnya ketersediaan air irigasi
4	Banjir dan Cuaca Ekstrem	Meningkatnya risiko gagal panen
5	Degradasi Lahan	Menurunnya kesuburan tanah

Sumber: Hasil Analisis Literatur (2026)

Berdasarkan Tabel 1, perubahan curah hujan dan peningkatan suhu merupakan faktor yang paling dominan memengaruhi produktivitas pertanian. Kedua faktor tersebut berkontribusi terhadap penurunan hasil produksi dan meningkatnya risiko ketidakstabilan pasokan pangan (Rochmawan & Putri, 2025).

Implementasi Climate-Smart Agriculture dalam Menghadapi Tantangan Perubahan Iklim.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Climate-Smart Agriculture (CSA) menjadi salah satu pendekatan yang mampu menjawab berbagai tantangan yang muncul akibat perubahan iklim (Kurniawan dkk., 2025). CSA mengintegrasikan tiga tujuan utama, yaitu meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan, memperkuat kemampuan adaptasi terhadap perubahan iklim, dan mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh aktivitas pertanian. Pendekatan ini menempatkan inovasi teknologi, efisiensi sumber daya, dan keberlanjutan lingkungan sebagai fondasi utama pembangunan pertanian masa depan (Elza, 2025).

Implementasi CSA dilakukan melalui berbagai strategi, seperti penggunaan varietas tanaman tahan kekeringan dan tahan genangan, penerapan sistem irigasi hemat air, diversifikasi komoditas pertanian, pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dalam pengambilan keputusan pertanian, serta pengelolaan lahan yang ramah lingkungan. Berbagai strategi tersebut terbukti mampu membantu petani mengurangi risiko produksi dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya pertanian.

Tabel 2. Strategi Implementasi Climate-Smart Agriculture

No	Strategi CSA	Manfaat
1	Varietas tahan iklim	Mengurangi risiko gagal panen
2	Irigasi hemat air	Meningkatkan efisiensi penggunaan air
3	Diversifikasi tanaman	Mengurangi kerugian produksi
4	Teknologi digital pertanian	Meningkatkan akurasi pengambilan keputusan
5	Pengelolaan lahan berkelanjutan	Menjaga kesuburan tanah dan produktivitas

Sumber: Hasil Analisis Literatur (2026)

Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan CSA tidak hanya berfungsi sebagai strategi adaptasi terhadap perubahan iklim, tetapi juga menjadi sarana untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem pertanian (Wulandari & Kurniati, 2025).

Kontribusi Transformasi Pertanian Cerdas Iklim terhadap Peningkatan Ketahanan Pangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa transformasi Pertanian Cerdas Iklim memberikan kontribusi yang signifikan terhadap penguatan ketahanan pangan. Melalui penerapan berbagai strategi adaptif dan inovatif, sektor pertanian menjadi lebih mampu mempertahankan produktivitas meskipun menghadapi berbagai tekanan akibat perubahan iklim. Stabilitas produksi yang terjaga berdampak langsung terhadap peningkatan ketersediaan pangan bagi Masyarakat (Bahri dkk., 2026). Selain itu, penerapan CSA juga berkontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan petani melalui efisiensi produksi dan pengurangan risiko kerugian akibat cuaca ekstrem. Dampak positif tersebut tidak hanya memperkuat dimensi ketersediaan pangan, tetapi juga meningkatkan akses masyarakat terhadap pangan yang cukup dan berkualitas. Dengan demikian, transformasi Pertanian Cerdas Iklim menjadi bagian penting dalam upaya mewujudkan sistem pangan yang tangguh dan berkelanjutan (Jacky Chin dkk., 2025).

Tabel 3. Kontribusi Climate-Smart Agriculture terhadap Ketahanan Pangan

No	Aspek Ketahanan Pangan	Kontribusi CSA
1	Ketersediaan Pangan	Produksi pertanian lebih stabil
2	Akses Pangan	Pendapatan petani meningkat
3	Pemanfaatan Pangan	Kualitas hasil pertanian lebih baik
4	Stabilitas Pangan	Risiko gangguan produksi menurun
5	Keberlanjutan Pangan	Sistem pangan lebih tangguh terhadap perubahan iklim

Sumber: Hasil Analisis Literatur (2026)

Data tersebut menunjukkan bahwa Climate-Smart Agriculture memiliki peran yang luas dalam mendukung seluruh dimensi ketahanan pangan, mulai dari produksi hingga keberlanjutan sistem pangan.

PEMBAHASAN

Dampak Perubahan Iklim terhadap Sektor Pertanian dan Ketahanan Pangan Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan iklim merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi sektor pertanian pada era modern. Ketidakstabilan pola cuaca telah menyebabkan perubahan signifikan pada sistem produksi pangan yang selama ini bergantung pada kondisi iklim yang relatif stabil. Peningkatan suhu global menyebabkan percepatan evapotranspirasi, berkurangnya kelembapan tanah, dan meningkatnya kebutuhan air tanaman. Sementara itu, perubahan pola curah hujan mengakibatkan ketidakpastian musim tanam yang berdampak pada penurunan produktivitas pertanian (Mariyanto, 2025).

Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa perubahan iklim berpotensi mengurangi produktivitas tanaman pangan utama seperti padi, jagung, dan gandum. Penurunan produktivitas tersebut tidak hanya berdampak pada petani sebagai produsen pangan, tetapi juga memengaruhi stabilitas pasokan pangan nasional. Apabila kondisi ini terus berlanjut tanpa adanya upaya adaptasi yang memadai, maka risiko kerawanan pangan diperkirakan akan semakin meningkat pada masa mendatang.

Implementasi Climate-Smart Agriculture dalam Menghadapi Tantangan Perubahan Iklim.

Temuan penelitian memperlihatkan bahwa *Climate-Smart Agriculture* merupakan pendekatan yang relevan untuk menjawab tantangan perubahan iklim. Konsep CSA menawarkan transformasi sistem pertanian yang tidak hanya berorientasi pada peningkatan produksi, tetapi juga memperhatikan aspek adaptasi dan keberlanjutan lingkungan. Pendekatan ini menjadi penting karena model pertanian konvensional sering kali tidak mampu merespons perubahan iklim yang terjadi secara cepat dan kompleks (Bulan dkk., 2025).

Penerapan teknologi pertanian yang efisien, penggunaan varietas unggul yang adaptif, serta pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan terbukti mampu meningkatkan ketahanan sektor pertanian terhadap tekanan iklim. Selain itu, pemanfaatan teknologi digital memungkinkan petani memperoleh informasi cuaca, kondisi lahan, dan rekomendasi budidaya secara lebih akurat sehingga dapat mengurangi risiko kerugian akibat ketidakpastian iklim. Oleh karena itu, CSA dapat dipandang sebagai bentuk inovasi pertanian yang mengintegrasikan kemajuan teknologi dengan prinsip keberlanjutan.

Kontribusi Transformasi Pertanian Cerdas Iklim terhadap Peningkatan Ketahanan Pangan.

Hasil penelitian menegaskan bahwa transformasi Pertanian Cerdas Iklim memberikan kontribusi yang nyata dalam memperkuat ketahanan pangan. Peningkatan produktivitas yang dihasilkan melalui penerapan CSA berdampak langsung terhadap ketersediaan pangan, sedangkan kemampuan adaptasi terhadap perubahan iklim membantu menjaga stabilitas produksi dalam jangka panjang. Dengan kata lain, CSA tidak hanya berfungsi sebagai strategi peningkatan hasil pertanian, tetapi juga sebagai instrumen untuk membangun sistem pangan yang lebih tangguh terhadap berbagai risiko lingkungan (Zuhroh dkk., 2025).

Lebih lanjut, transformasi Pertanian Cerdas Iklim juga berkontribusi terhadap pencapaian pembangunan berkelanjutan karena mampu mengintegrasikan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan secara seimbang. Dari sisi ekonomi, CSA membantu meningkatkan efisiensi produksi dan pendapatan petani. Dari sisi sosial, CSA mendukung ketersediaan pangan bagi masyarakat secara berkelanjutan. Sementara dari sisi lingkungan, CSA berperan dalam menjaga kualitas tanah, efisiensi penggunaan air, serta mengurangi tekanan terhadap ekosistem pertanian. Dengan demikian, transformasi Pertanian Cerdas Iklim dapat menjadi strategi utama dalam mewujudkan ketahanan pangan yang berkelanjutan di tengah tantangan perubahan iklim yang semakin kompleks dan dinamis (Sumantri dkk., 2025).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa transformasi Pertanian Cerdas Iklim (*Climate-Smart Agriculture*) merupakan strategi yang efektif dalam menghadapi tantangan perubahan iklim sekaligus memperkuat ketahanan pangan. Perubahan iklim yang ditandai dengan peningkatan suhu, perubahan pola curah hujan, serta meningkatnya frekuensi cuaca ekstrem telah memberikan dampak yang signifikan terhadap produktivitas pertanian. Namun, melalui penerapan berbagai praktik *Climate-Smart Agriculture*, seperti penggunaan teknologi pertanian adaptif, pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan, serta pemanfaatan inovasi digital, sektor pertanian mampu meningkatkan kapasitas adaptasi dan menjaga stabilitas produksi pangan di tengah kondisi iklim yang tidak menentu.

Selain meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian, *Climate-Smart Agriculture* juga berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan dan penguatan seluruh aspek ketahanan pangan, mulai dari ketersediaan, akses, pemanfaatan, hingga stabilitas pangan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa transformasi pertanian yang berorientasi pada adaptasi iklim tidak hanya memberikan manfaat bagi petani melalui peningkatan hasil produksi dan pendapatan, tetapi juga mendukung terwujudnya sistem pangan yang lebih tangguh dan berkelanjutan. Oleh karena itu, pengembangan dan implementasi *Climate-Smart Agriculture* perlu terus didorong melalui dukungan kebijakan, inovasi teknologi, serta kolaborasi berbagai pemangku kepentingan guna menjamin ketahanan pangan di era perubahan iklim.

Daftar Pustaka

- Afifah, A. A. N., Fajar, R., & Trisnawan, A. (2024). Application of Climate Smart Agriculture in the Implementation of the Primadona Program (Sustainable Innovative Independent Mango Farming). *Progress In Social Development*, 5(2), 128–139.
- Bahri, S., Jaya, G. W., & Zulfiah, Z. (2026). PENERAPAN PERTANIAN CERDAS BERBASIS INTERNET OF THINGS DAN AGROGEOFISIKA DI MADRASAH ALIYAH ITTAQOLLAH AMBON. *Jurnal Abdi Insani*, 13(1), 80–87.
- Bulan, M. T., S ST, M., Heryanto, R., ST, S., Amir, I. A. A., SP, M. S., Mardiantono, S., Khairul Fahmi Purba, S. P., Karo-Karo, E. F., & Andelia, S. R. (2025). *Agribisnis dan ketahanan pangan berkelanjutan*. LSO Creative.
- Darwis, K., & Raisa, D. M. (2025). *Membangun Ketahanan Pangan yang Tangguh dan Berkelanjutan: Pendekatan Berbasis Bukti dan Sistem Integrasi Sapi-Kelapa Sawit (SISKA)*. Penerbit NEM.

- Elza, P. (2025). Analisis Potensi Implementasi Pertanian Cerdas Iklim (*Climate Smart Agriculture*) di Kawasan Pertanian Subak Bali. *Jurnal Agroteknologi Indonesia*, 1(1), 37–46.
- Fathrio, I., Nuryanto, D. E., Estiningtyas, W., Nugroho, B. D. A., Kombara, P. Y., Muharsyah, R., Arafat, S., Sunus, M. A., June, T., & Subrata, B. A. G. (2025). *Prediksi Iklim untuk Ketahanan Pangan*.
- Hasibuan, I., Fahri, R., Silahooy, C., Ilahude, Z., Akbar, H., Ririhena, R. E., Hindersah, R., Pollo, R., Kalay, A. M., & La Habi, M. (2026). *Pertanian dan Perubahan Iklim*. PT Penerbit Qriset Indonesia.
- Ilham, A. (2023). *PENGEMBANGAN MODEL DESA CERDAS BERBASIS TEKNOLOGI PERTANIAN 4.0; UNTUK MENDUKUNG KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN= The Development of a Smart Village Model Based on Agricultural Technology 4.0 to Support Sustainable Food Security*. Universitas Hasanuddin.
- Intan, D. F. (2024). *PERILAKU PETANI KOPI DALAM PENERAPAN PERTANIAN CERDAS IKLIM (CLIMATE SMART AGRICULTURE):(KASUS PETANI KOPI DI HUTAN KEMASYARAKATAN REGISTER 31, KESATUAN PENGELOLAAN HUTAN KOTA AGUNG UTARA, KABUPATEN TANGGAMUS)*. UNIVERSITAS LAMPUNG.
- Jacky Chin, S. T., Agus Jalpi, S. K. M., Syamsu Rijal, S. E., Farida Arinie Soelistianto, S. T., Rahmad Surya Hadi Saputra, S. S., RA, W., Ns Andro Ruben Runtu, S. K., & SH, M. K. (2025). *Kesehatan Dan Ketahanan Pangan: Solusi Untuk Mengatasi Krisis Kesehatan Global Di Tengah Perubahan Iklim*. PT. Nawala Gama Education.
- June, T., Sarvina, Y., Subrata, B. A. G., & Ansari, A. (t.t.). *Taufan Alam Bab XIII Peran Sains dan Teknologi Atmosfer dalam Upaya Mewujudkan Ketahanan Pangan dan Pertanian Berkelan-jutan Menghadapi Perubahan Iklim*..... 393 Ibnu Fathrio, Danang Eko Nuryanto.
- Kurniawan, E. W., Mentari, F. S. D., Rochman, P., Ayu, I. W., Setyabudi, I. F., Triwahyuningsih, N., Admantin, C. Y., & Suhartini, S. (2025). *Pertanian Modern: Teknologi, Inovasi, dan Keberlanjutan*. Star Digital Publishing.
- Laimeheriwa, I. S. (2026). *Agra-inovasi berkelanjutan. Agro-Inovasi Berkelanjutan: Strategi Produksi Untuk Era Krisis Iklim*, 33.
- Lubis, M. M., Ramut, A., Nopembereni, E. D., Okasa, A. M., & Manaqib, I. W. (2026). *Sistem Pertanian Modern Dan Ketahanan Pangan*. Star Digital Publishing.
- Mariyanto, J. (2025). Krisis global dan implikasinya bagi pertanian Indonesia: Perubahan iklim, konflik geopolitik, dan spekulasi pasar. *Jurnal Perencanaan Pembangunan Pertanian*, 2(1), 22–43.
- Noor Rizkiyah, S. P., Mahfudlotul’Ula, M. P., Prihantini, C. I., Prasada, I. Y., Suhartini, I., Baladina, M. D. N., & SP, M. (t.t.). *MASA DEPAN EKONOMI PERTANIAN: MENYIKAPI PERUBAHAN IKLIM DAN ERA DIGITAL*.
- Nufus, A. E., Sudika, I. W., Tekayadi, F. K., Tanata, A., Zahratu, R., Dewi, A. R., Hudaibilah, M., Al-Maeda, B., Putri, A. H., & Andrian, B. (2025). *INOVASI MEDIA TANAM SEBAGAI STRATEGI PENERAPAN CLIMATE SMART AGRICULTURE (CSA) DI DESA UNTUK KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN*. *Jurnal Wicara Desa*, 3(4), 630–640.
- Nurmasyahyati, N., Maulida, D., Fauzan, F., Safrida, S., & Kurniawan, R. (2024). Policy Transfer: Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan Melalui Pendekatan *Climate-Smart Agriculture (CSA)* dalam Mengatasi Perubahan Iklim di Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Trias Politika*, 8(2), 221–246.
- Pembengo, W., & Rahim, Y. (2025). *PENERAPAN TEKNOLOGI CLIMATE SMART AGRICULTURE GUNA PENINGKATAN KAPASITAS DALAM MENDUKUNG*

- RENCANA AKSI MITIGASI IKLIM DI BIDANG PERTANIAN. *Jurnal Abdi Insani*, 12(11), 6429–6437.
- Prihartini, I., Dahliani, L., Rustiyana, R., Lubis, M. M., Ayu, I. W., Yuniwati, E. D., Lairing, N., Surjati, E., Triwahyuningsih, N., & Sutawi, S. (2025). *Sistem Pertanian Berkelanjutan: Tantangan, Model dan Pengembangan*. Star Digital Publishing.
- Purnama, A. C., Rahayu, S. N., & Dirgantara, S. T. (2024). Achievements of climate smart agriculture practices in horticultural agriculture in the Tawangargo smart eco-farming village program. *E-Proceeding Conference: Indonesia Social Responsibility Award*, 2(5).
- Rochmawan, H., & Putri, D. D. (2025). KAJIAN IMPLEMENTASI DAN STRATEGI CLIMATE SMART AGRICULTURE (CSA) DI INDONESIA. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 9(4), 1419–1433.
- Sumantri, S. P., Karina Rahmah, S. P., Ir Nurliani, M. S., Mustaqim, S., Waliah Nur Rahayu, S. P., Christian Yosua Salomo Aritonang, S. S. T., Ir Rustam Abdul Rauf, S. P., Mukhlis, A. M., SP, M. S., & Candra Sigalingging, S. (2025). *Pembangunan pertanian*. Azzia Karya Bersama.
- Winarno, R. A., & Lestari, Y. M. (2025). Strategies for Digital Technology–Based Modern Agricultural Transformation: A Literature Review on the Role of the Millennial Generation in Driving Sustainable Agricultural Innovation in the Digital Era: Strategi Transformasi Pertanian Modern Berbasis Teknologi Digital: Studi Literatur Tentang Peran Generasi Milenial dalam Mendorong Inovasi Pertanian Berkelanjutan di Era Digital. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor*, 3(3), 474–490.
- Wulandari, E., & Kurniati, E. (2025). Karakteristik pertanian di Indonesia: Antara tradisi, tantangan struktural, dan peluang transformasi. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 2(1), 57–72.
- ZEGA, D. R. (2025). *PERAN NON-GOVERNMENTAL ORGANISZATION DALAM MEMBANGUN KETANGGUHAN PETANI MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM GLOBAL*.
- Zuhroh, M. U., Samudin, S., Yuristia, R., Yustisia, D., Purba, J. H., Afriani, S. R., Perwitasari, F. D., Husain, I., & Monde, A. (2025). *Sistem Pertanian Terpadu*. Azzia Karya Bersama.