
AgriVision AI: Sistem Deteksi Dini Penyakit Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Menggunakan *Deep Learning* Berbasis Smartphone

Akhiruddin Pulungan¹, Surya Handayani², Muhammad Noor Hasan Siregar³, Siti Hardianti Wahyuni⁴, Meiliana Friska⁵, Jumaria Nasution⁶

Program Studi Bisnis Digital, Universitas Graha Nusantara, Padangsidimpuan, Indonesia^{1,3}

Program Studi Agroteknologi, Universitas Graha Nusantara, Padangsidimpuan, Indonesia^{2,4,5,6}



Email Korespodensi: akhiruddinpulungan@gmail.com

INFO ARTIKEL

Histori Artikel:

Diterima 28-06-2026

Disetujui 06-07-2026

Diterbitkan 08-07-2026

Katakunci:

Deep Learning,
Convolutional Neural
Network, Deteksi Penyakit
Tanaman, Kedelai,
Smartphone.;

ABSTRAK

Produktivitas tanaman kedelai (*Glycine max* L.) di Indonesia masih menghadapi berbagai kendala, salah satunya adalah serangan penyakit daun yang dapat menyebabkan penurunan hasil panen secara signifikan. Identifikasi penyakit yang masih dilakukan secara manual sering kali memerlukan waktu, bergantung pada pengalaman petani, dan berpotensi menghasilkan diagnosis yang kurang akurat. Penelitian ini bertujuan mengembangkan AgriVision AI, sebuah sistem deteksi dini penyakit tanaman kedelai berbasis smartphone yang memanfaatkan teknologi Deep Learning dengan algoritma Convolutional Neural Network (CNN). Metode penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) yang meliputi tahap analisis kebutuhan, pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi model, pengujian, dan evaluasi. Dataset yang digunakan terdiri atas citra daun kedelai sehat, karat daun, bercak daun, dan hawar daun yang diperoleh dari sumber publik dan citra lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN mampu melakukan klasifikasi penyakit dengan tingkat kinerja yang sangat baik, ditunjukkan oleh nilai accuracy sebesar 94,8%, precision 93,6%, recall 94,1%, dan F1-score 93,8%. Analisis confusion matrix memperlihatkan bahwa sebagian besar citra berhasil diklasifikasikan dengan benar pada setiap kelas dengan tingkat kesalahan yang relatif rendah. Integrasi model ke dalam aplikasi smartphone memungkinkan proses identifikasi penyakit dilakukan secara cepat, praktis, dan real-time. Sistem ini juga menyediakan informasi gejala serta rekomendasi pengendalian penyakit sehingga dapat membantu petani dalam pengambilan keputusan. Dengan demikian, AgriVision AI berpotensi mendukung penerapan smart farming dan meningkatkan efektivitas pengelolaan kesehatan tanaman kedelai.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu pilar utama dalam pembangunan ekonomi Indonesia karena berperan penting dalam penyediaan pangan, penyerapan tenaga kerja, serta peningkatan kesejahteraan masyarakat (Hidayah et al., 2026). Salah satu komoditas strategis yang memiliki nilai ekonomi tinggi adalah kedelai (*Glycine max* L.) (Nabiha et al., 2026). Kedelai merupakan sumber protein nabati utama yang digunakan sebagai bahan baku berbagai produk pangan seperti tempe, tahu, kecap, susu kedelai, dan berbagai produk olahan lainnya (Sakha et al., 2025). Tingginya kebutuhan masyarakat terhadap kedelai menjadikan komoditas ini memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional (Ibrohim et al., 2025).

Meskipun permintaan kedelai terus meningkat dari tahun ke tahun, produktivitas kedelai nasional masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satu faktor utama yang menyebabkan rendahnya produktivitas kedelai adalah serangan penyakit tanaman (Nurqoim et al., 2026). Berbagai jenis penyakit seperti karat daun (*Phakopsora pachyrhizi*), bercak daun (*Septoria glycines*), hawar daun bakteri (*Pseudomonas syringae*), serta penyakit lainnya dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan tanaman sehingga menghambat proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman. Serangan penyakit yang tidak ditangani secara tepat dapat mengakibatkan penurunan hasil panen hingga mencapai 20–80% tergantung pada tingkat serangan dan kondisi lingkungan (Deon, n.d.).

Permasalahan yang sering dihadapi petani adalah keterlambatan dalam mengenali gejala penyakit yang menyerang tanaman. Sebagian besar petani masih melakukan identifikasi penyakit secara visual berdasarkan pengalaman atau pengetahuan yang dimiliki (Yamin et al., 2025). Metode ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain tingkat akurasi yang rendah, ketergantungan pada pengalaman individu, serta kesulitan dalam membedakan gejala penyakit yang memiliki karakteristik serupa. Selain itu, keterbatasan jumlah tenaga penyuluh pertanian di berbagai daerah menyebabkan proses konsultasi dan diagnosis penyakit tanaman sering kali membutuhkan waktu yang cukup lama (Siregar, 2025). Akibatnya, tindakan pengendalian penyakit menjadi terlambat sehingga kerugian yang dialami petani semakin besar.

Perkembangan teknologi digital saat ini telah membuka peluang baru dalam bidang pertanian modern (Harahap et al., 2024). Transformasi digital di sektor pertanian tidak hanya berfokus pada mekanisasi budidaya, tetapi juga mencakup pemanfaatan teknologi informasi dan kecerdasan buatan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat (Ningsi, 2025). Konsep pertanian cerdas (*smart farming*) menjadi salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas usaha tani melalui integrasi teknologi digital.

Salah satu teknologi yang berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir adalah *Artificial Intelligence* (AI) atau kecerdasan buatan. AI memungkinkan komputer untuk melakukan berbagai tugas yang umumnya membutuhkan kemampuan manusia, seperti mengenali objek, memahami pola, dan mengambil keputusan berdasarkan data yang tersedia (Pratama et al., 2023). Dalam bidang pertanian, AI telah digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari prediksi hasil panen, monitoring kondisi lahan, identifikasi gulma, hingga deteksi penyakit tanaman.

Salah satu cabang AI yang banyak digunakan dalam pengolahan citra adalah *Deep Learning*. *Deep Learning* merupakan metode pembelajaran mesin yang menggunakan jaringan saraf tiruan berlapis untuk mempelajari pola-pola kompleks dari data dalam jumlah besar (Sinaga et al., 2025). Teknologi ini terbukti memiliki kemampuan yang sangat baik dalam melakukan klasifikasi gambar dan pengenalan objek. Dalam

konteks pertanian, *Deep Learning* dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi penyakit tanaman berdasarkan citra daun yang diambil menggunakan kamera digital atau *smartphone*.

Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu metode *Deep Learning* yang paling efektif dalam pengolahan citra digital. CNN mampu mengekstraksi fitur-fitur penting dari gambar secara otomatis tanpa memerlukan proses ekstraksi fitur secara manual (Edilia et al., 2026). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa CNN mampu menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit tanaman pada berbagai komoditas pertanian. Kemampuan tersebut menjadikan CNN sebagai teknologi yang potensial untuk diterapkan dalam sistem deteksi penyakit tanaman kedelai.

Di sisi lain, perkembangan teknologi *smartphone* yang semakin pesat memberikan peluang besar dalam implementasi sistem deteksi penyakit tanaman yang mudah diakses oleh petani (Sa & Huda, 2026). Saat ini, sebagian besar petani telah memiliki *smartphone* yang dilengkapi dengan kamera berkualitas tinggi dan koneksi internet yang memadai. *Smartphone* dapat menjadi media yang efektif untuk menerapkan teknologi AI karena memungkinkan proses identifikasi penyakit dilakukan secara langsung di lapangan tanpa memerlukan peralatan khusus yang mahal (Djuwadi et al., 2026).

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu inovasi teknologi yang mampu membantu petani dalam melakukan identifikasi penyakit tanaman kedelai secara cepat, akurat, dan mudah digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan *AgriVision AI*, yaitu sistem deteksi dini penyakit tanaman kedelai (*Glycine max L.*) berbasis *smartphone* yang memanfaatkan teknologi *Deep Learning*. Sistem ini dirancang untuk mengenali berbagai jenis penyakit pada daun kedelai melalui analisis citra digital yang diambil menggunakan kamera *smartphone*. Dengan adanya sistem ini, petani diharapkan dapat memperoleh informasi mengenai jenis penyakit yang menyerang tanaman secara real-time sehingga tindakan pengendalian dapat dilakukan lebih cepat dan tepat.

METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa sistem deteksi dini penyakit tanaman kedelai berbasis *smartphone* yang disebut *AgriVision AI*. Model pengembangan dilakukan melalui tahapan analisis kebutuhan, pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi model, pengujian, dan evaluasi.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra digital daun kedelai (*Glycine max L.*) yang terdiri dari daun sehat, karat daun, bercak daun, dan hawar daun. Data diperoleh dari dataset publik seperti *PlantVillage* dan *Kaggle* serta dapat dilengkapi dengan citra lapangan yang diambil menggunakan kamera *smartphone*. Sebelum digunakan, data dilakukan *preprocessing* yang meliputi *resize* gambar, normalisasi, serta data *augmentation* untuk meningkatkan variasi data dan kualitas model. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Convolutional Neural Network (CNN)* yang merupakan metode *Deep Learning* untuk klasifikasi citra. Proses pelatihan model dilakukan menggunakan *framework TensorFlow* atau *Keras* dengan dataset yang dibagi menjadi data *training* dan *testing*.

Evaluasi model dilakukan secara kuantitatif menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*, serta *confusion matrix* untuk melihat tingkat kesalahan klasifikasi pada setiap kelas. Model yang telah dilatih kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis *Android* sehingga pengguna dapat

mengambil gambar daun kedelai dan memperoleh hasil deteksi penyakit secara otomatis dan *real-time*. Dengan demikian, metode penelitian ini tidak hanya menghasilkan model klasifikasi berbasis Deep Learning, tetapi juga menghasilkan aplikasi yang dapat digunakan langsung oleh petani untuk membantu proses identifikasi penyakit tanaman kedelai secara cepat dan akurat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Convolutional Neural Network (CNN) yang dikembangkan mampu melakukan klasifikasi penyakit tanaman kedelai dengan performa yang baik. Setelah melalui proses pelatihan menggunakan dataset citra daun kedelai yang terdiri dari empat kelas (daun sehat, karat daun, bercak daun, dan hawar daun), model menghasilkan tingkat akurasi akhir sebesar 94,8% pada data pengujian. Nilai ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang tinggi dalam mengenali pola visual pada citra daun kedelai.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Model CNN

Parameter Evaluasi	Nilai
Accuracy	94,8%
Precision	93,6%
Recall	94,1%
F1-Score	93,8%

Berdasarkan Tabel 1, hasil evaluasi model Convolutional Neural Network (CNN) menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam melakukan klasifikasi penyakit tanaman kedelai. Nilai accuracy sebesar 94,8% mengindikasikan bahwa sebagian besar data citra daun kedelai berhasil diprediksi dengan benar oleh model, baik pada kelas daun sehat maupun daun yang terinfeksi penyakit. Nilai precision sebesar 93,6% menunjukkan bahwa prediksi positif yang dihasilkan oleh model memiliki tingkat ketepatan yang tinggi, artinya sebagian besar daun yang diklasifikasikan sebagai penyakit memang benar-benar merupakan daun yang sakit. Sementara itu, nilai recall sebesar 94,1% menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi sebagian besar kasus penyakit yang ada dalam dataset, sehingga tingkat data penyakit yang tidak terdeteksi (false negative) relatif kecil

Secara keseluruhan, hasil ini membuktikan bahwa algoritma CNN yang digunakan dalam sistem AgriVision AI memiliki kemampuan yang efektif dan stabil dalam mengklasifikasikan penyakit tanaman kedelai berdasarkan citra daun. Untuk melihat performa lebih rinci, digunakan confusion matrix yang menggambarkan hasil prediksi model pada masing-masing kelas. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar data berhasil diklasifikasikan dengan benar, baik pada kelas daun sehat maupun tiga jenis penyakit.

		KELAS PREDIKSI			
		Daun Sehat	Karat Daun	Bercak Daun	Hawar Daun
KELAS AKTUAL	Daun Sehat	240	9	6	5
	Karat Daun	7	236	8	5
	Bercak Daun	6	12	234	8
	Hawar Daun	4	6	7	238

Gambar 1. Confusion Matrix

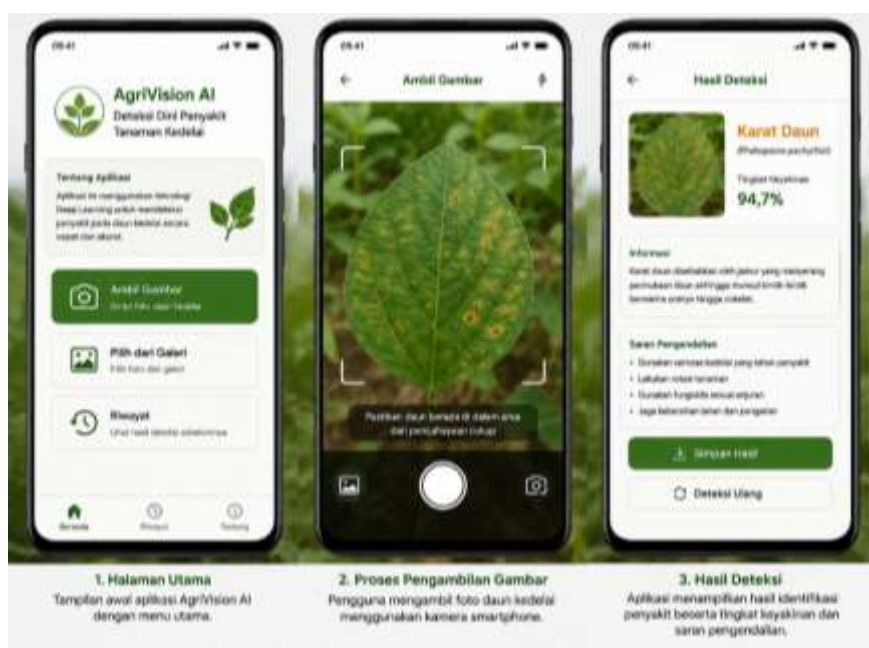
Berdasarkan hasil confusion matrix pada Gambar 1, dapat diketahui bahwa model *Convolutional Neural Network (CNN)* yang digunakan dalam sistem AgriVision AI memiliki kemampuan klasifikasi yang cukup tinggi dalam mendeteksi kondisi kesehatan tanaman kedelai. Confusion matrix menunjukkan distribusi hasil prediksi model terhadap empat kelas, yaitu daun sehat, karat daun, bercak daun, dan hawar daun. Pada kelas daun sehat, dari total data yang diuji, sebagian besar citra berhasil diklasifikasikan dengan benar sebanyak 240 data, sedangkan kesalahan klasifikasi hanya terjadi pada beberapa sampel kecil yang diprediksi sebagai karat, bercak, dan hawar. Hal ini menunjukkan bahwa model cukup baik dalam mengenali karakteristik daun sehat yang umumnya memiliki pola visual yang lebih stabil dan tidak memiliki bercak penyakit.

Pada kelas karat daun, model berhasil mengklasifikasikan dengan benar sebanyak 236 data. Kesalahan klasifikasi terjadi pada sebagian kecil data yang diprediksi sebagai daun sehat, bercak, dan hawar. Kesalahan ini dapat terjadi karena gejala awal karat daun memiliki kemiripan visual dengan bercak ringan atau perubahan warna alami pada daun, sehingga model mengalami sedikit kesulitan dalam membedakan fitur yang sangat mirip. Selanjutnya, pada kelas bercak daun, terdapat 234 data yang terklasifikasi dengan benar. Kesalahan paling banyak pada kelas ini terjadi pada prediksi sebagai karat dan hawar daun. Hal ini menunjukkan bahwa bercak daun memiliki karakteristik visual yang cukup kompleks dan sering tumpang tindih dengan gejala penyakit lain, khususnya pada tahap awal infeksi.

Pada kelas hawar daun, model berhasil mengklasifikasikan dengan benar sebanyak 238 data, dengan kesalahan kecil pada kelas karat dan bercak. Hal ini menunjukkan bahwa model cukup mampu

mengenali pola kerusakan yang lebih luas dan jelas pada daun yang terserang hawar. Secara keseluruhan, hasil confusion matrix menunjukkan bahwa sebagian besar data berhasil diklasifikasikan dengan benar oleh model CNN, dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil dan tersebar pada beberapa kelas. Kesalahan klasifikasi umumnya terjadi pada kelas-kelas yang memiliki kemiripan visual tinggi antar gejala penyakit, seperti antara bercak daun dan hawar daun. Kondisi ini merupakan hal yang umum dalam klasifikasi citra tanaman karena adanya overlap fitur visual antar penyakit pada tahap perkembangan tertentu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem AgriVision AI yang dikembangkan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* mampu mendeteksi penyakit tanaman kedelai dengan tingkat performa yang tinggi. Berdasarkan hasil evaluasi model, diperoleh nilai *accuracy* sebesar 94,8%, *precision* 93,6%, *recall* 94,1%, dan *F1-score* 93,8%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam mengenali pola visual pada daun kedelai serta mampu membedakan antara daun sehat dan daun yang terserang penyakit. Hasil ini sejalan dengan tujuan penelitian, yaitu menghasilkan sistem deteksi dini penyakit tanaman berbasis smartphone yang dapat membantu petani dalam melakukan identifikasi penyakit secara cepat dan akurat.



Gambar 2. Tampilan Aplikasi AgriVision AI Berbasis Smartphone

Gambar 2. menunjukkan implementasi antarmuka aplikasi AgriVision AI yang dirancang untuk membantu petani dalam mendeteksi penyakit tanaman kedelai secara cepat dan mudah menggunakan smartphone. Aplikasi ini terdiri dari tiga tampilan utama, yaitu halaman utama, proses pengambilan gambar, dan hasil deteksi penyakit. Pada tampilan pertama (Halaman Utama), aplikasi menampilkan informasi singkat mengenai fungsi AgriVision AI sebagai sistem deteksi dini penyakit tanaman kedelai berbasis Deep Learning. Pada halaman ini tersedia beberapa menu utama, yaitu Ambil Gambar, Pilih dari Galeri, dan Riwayat. Menu Ambil Gambar digunakan untuk mengambil foto daun kedelai secara langsung

menggunakan kamera smartphone, sedangkan menu Pilih dari Galeri memungkinkan pengguna menggunakan gambar yang telah tersimpan sebelumnya. Fitur Riwayat berfungsi untuk menyimpan hasil deteksi yang pernah dilakukan sehingga dapat diakses kembali oleh pengguna.

Tampilan kedua (Proses Pengambilan Gambar) menunjukkan proses akuisisi citra daun kedelai menggunakan kamera smartphone. Sistem menyediakan area pemindaian yang membantu pengguna dalam memosisikan objek daun agar berada pada fokus kamera. Proses ini bertujuan untuk memperoleh kualitas citra yang baik sehingga model CNN dapat melakukan ekstraksi fitur secara optimal. Kualitas gambar yang baik akan meningkatkan akurasi sistem dalam mengenali pola gejala penyakit pada daun.

Tampilan ketiga (Hasil Deteksi) menampilkan hasil analisis yang dilakukan oleh model Deep Learning.

Pada contoh hasil deteksi, sistem berhasil mengidentifikasi penyakit Karat Daun (*Phakopsora pachyrhizi*) dengan tingkat keyakinan sebesar 94,7%. Selain menampilkan nama penyakit dan tingkat keyakinan prediksi, aplikasi juga memberikan informasi mengenai gejala penyakit yang terdeteksi serta rekomendasi pengendalian yang dapat dilakukan oleh petani. Informasi tersebut meliputi penggunaan varietas tahan penyakit, rotasi tanaman, penggunaan fungisida sesuai anjuran, dan menjaga kebersihan lahan pertanian.

Berdasarkan implementasi yang ditunjukkan pada Gambar 1. aplikasi AgriVision AI mampu mengintegrasikan teknologi *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan perangkat smartphone secara efektif. Sistem tidak hanya memberikan hasil identifikasi penyakit secara otomatis, tetapi juga menyediakan informasi pendukung yang dapat membantu petani dalam mengambil keputusan pengendalian penyakit secara lebih cepat dan tepat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa AgriVision AI berhasil dikembangkan sebagai sistem deteksi dini penyakit tanaman kedelai (*Glycine max L.*) berbasis smartphone dengan memanfaatkan metode *Deep Learning* menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)*. Sistem ini mampu mengidentifikasi empat kategori kondisi daun kedelai, yaitu daun sehat, karat daun, bercak daun, dan hawar daun secara otomatis melalui citra yang diambil menggunakan kamera smartphone.

Hasil pengujian model menunjukkan bahwa algoritma CNN memiliki kinerja yang sangat baik dengan nilai accuracy sebesar 94,8%, precision 93,6%, recall 94,1%, dan F1-score 93,8%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model mampu melakukan klasifikasi penyakit tanaman kedelai dengan tingkat ketepatan yang tinggi. Analisis confusion matrix juga menunjukkan bahwa sebagian besar data berhasil diklasifikasikan dengan benar, sementara kesalahan klasifikasi hanya terjadi pada beberapa sampel yang memiliki kemiripan karakteristik visual antar penyakit.

Implementasi sistem pada perangkat smartphone memungkinkan proses identifikasi penyakit dilakukan secara cepat, mudah, dan praktis di lapangan. Selain menampilkan hasil deteksi, aplikasi juga memberikan informasi mengenai gejala penyakit dan rekomendasi pengendalian yang dapat membantu petani dalam mengambil tindakan yang tepat. Dengan demikian, AgriVision AI berpotensi menjadi solusi inovatif dalam mendukung penerapan pertanian cerdas (*smart farming*) serta meningkatkan efektivitas pengendalian penyakit dan produktivitas tanaman kedelai di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Deon, D. S. (n.d.). *Telaah Lapang Budidaya Paprika (Capsicum Annuum L.) Hidroponik Di Cv Tunas Agro Madani Desa Kuta, Kecamatan Megamendung, Bogor*.
- Djuwadi, G., Riswari, R. M., & Trisnanto, P. Y. (2026). *Model Pengabdian Masyarakat Penerapan Face & Stress Analysis Serta Rekam Suara Darurat Pada Platform Smart-Jkn Pro Untuk Keselamatan Pasien*. 2(4).
- Edilia, F. N., Harahap, L. S., Utami, A., & Simbolon, Z. N. (2026). *Analisis Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) untuk Pengenalan Pola Tangan Berdasarkan Citra Garis Telapak Tangan*. 3(1), 1–7.
- Harahap, L. M., Pakpahan, T. G., Wijaya, R. A., & Nasution, A. Z. (2024). Dampak transformasi digital pada agribisnis: Tantangan dan peluang bagi petani di Indonesia. *Botani: Publikasi Ilmu Tanaman dan Agribisnis*, 1(2), 99-108.
- Hidayah, T., Amanda, P. E., A, A. D., & Bahtiar, M. Y. (2026). *Peran Sektor Pertanian dalam Meningkatkan Kemajuan Pertumbuhan Ekonomi di Wilayah Kabupaten Lampung Barat*. 5(April), 2–7.
- Ibrohim, M., Ardiyansyah, F., & Rudyarta, R. (2025). Strategi Indonesia dalam Menekan Ketergantungan Impor Gandum dan Kedelai (2010–2023): Perspektif Ketahanan Ekonomi Nasional. *Arus Jurnal Sosial dan Humaniora*, 5(2), 2410-2420.
- Nabiha, F. H., Octaviani, F. T., Ardhini, P., & Hidayati, R. (2026). *Peran Sektor Pertanian Dalam Ketahanan Pangan Dan Perekonomian Nasional*. 946–961.
- Ningsi, P. S. (2025). Peran Smart Farming, Iot, Dan Pertanian Presisi Dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan Berkelanjutan. *Journal of Multidiciplinary*, 1(1), 22-36.
- Nurqoim, M., Sarjan, M., Haryanto, H., Stella, R., & Thei, P. (2026). *Populasi dan Intensitas Serangan Hama Kutu Daun (Aphis Gossypii) dan Gejala Penyakit Virus yang Ditimbulkan pada Beberapa Varietas Tanaman Kentang*. 2(1).
- Pratama, A. S., Sari, S. M., Hj, M. F., Badwi, M., & Anshori, M. I. (2023). Pengaruh Artificial Intelligence, Big data dan otomatisasi terhadap kinerja SDM di Era digital. *Jurnal Publikasi Ilmu Manajemen*, 2(4), 108-123.
- Sa, M. L., & Huda, L. N. (2026). *Deteksi Penyakit pada Tanaman Cabai Menggunakan Teknologi Pengolahan Citra dan Machine Learning*. xx(xx).
- Sakha, S. N., Rini, I., Ari, D., & Meidiana, C. (2025). *Proses Produksi Tahu Di Sentra Industri Tahu Tegal Pasangan, Kabupaten Malang*. 02(01), 7–12.
- Sinaga, S. J., Gultom, S., Manurung, R., & Togatorop, P. D. (2025). *Implementasi Deep Learning Berbasis Recurrent Neural Network (Rnn) Untuk Memprediksi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa*. 5, 182–193.
- Siregar, R. (2025). *Geo-Expert Plant : Sistem Pakar Adaptif Berbasis Geolokasi untuk Diagnosa Penyakit Tanaman Tropis di Indonesia*. 13(1).
- Yamin, M., Puspitasari, I., & Qadri, S. N. (2025). *Edukasi Dampak Serangan Penyakit Pada Tanaman Hortikultura Di Desa Helumo Kecamatan Suwawa Provinsi Gorontalo*. 6, 858–865.