



Analisis Performa YOLOv8 dan Marker Clustering pada Sistem Terintegrasi Deteksi Dini Hama Padi dan Pengaduan Petani Berbasis Mobile dan Web

Melody Putri Salzabila Gigir^{*}, Aksai Saputra, Harson Kapoh, Maksy Sendiang, Anthoinete Waroh

Program Studi Teknik Informatika, Politeknik Negeri Manado, Kota Manado, Indonesia

Email: ^{1*}salsabila.gigir@gmail.com, ²aksaisaputra77@gmail.com, ³hvskapoh@gmail.com, ⁴maksy@elektro.polimdo.ac.id,

⁵Anthoinete.waroh@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: salsabila.gigir@gmail.com

Abstrak—Eskalasi serangan organisme pengganggu tanaman pada komoditas padi merupakan ancaman serius yang memerlukan respons mitigasi segera. Masalah utama yang ditemukan di lapangan adalah lambatnya aliran informasi akibat sistem pelaporan manual yang terfragmentasi antara petani dan pihak administrasi dinas pertanian. Penelitian ini bertujuan merancang sistem informasi geografis terintegrasi yang menggabungkan kemampuan deteksi objek berbasis kecerdasan buatan pada perangkat mobile dengan dashboard manajemen pengaduan berbasis web. Lokasi penelitian dilakukan pada Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPPMTPH) Sulawesi Utara. Metode yang digunakan adalah Prototyping dengan fokus pada pemodelan aliran data spasial serta teknik analisis pengujian fungsionalitas sistem. Solusi teknis yang diajukan menerapkan algoritma You Only Look Once (YOLO) melalui antarmuka pemrograman aplikasi berbasis cloud computing untuk klasifikasi hama secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arsitektur klien-server yang dibangun mampu mengintegrasikan fitur pelabelan geografis secara akurat. Implementasi metode Marker Clustering pada sisi web terbukti efektif menyederhanakan visualisasi data sebaran hama yang padat menjadi informasi yang sistematis. Sistem ini berhasil menghapus kebutuhan autentikasi lokasi secara manual sehingga pengiriman metrik kerusakan dan titik koordinat lapangan terdistribusi ke basis data pusat secara seketika. Keselarasan data antara laporan visual dan statistik wilayah ini memberikan dukungan kuat bagi pihak otoritas dalam pengambilan keputusan penanggulangan hama yang lebih responsif.

Kata Kunci: Sistem Informasi Geografis; Hama Padi; You Only Look Once; Marker Clustering; Prototyping

Abstract—The escalation of pest attacks on rice commodities is a serious threat that requires immediate mitigation response. The main problem found in the field is the slow flow of information due to a manual reporting system that is fragmented between farmers and the agricultural department administration. This study aims to design an integrated geographic information system that combines object detection capabilities based on artificial intelligence on mobile devices with a web-based complaint management dashboard. The research location was conducted at the North Sulawesi Protection Center for Food Crops and Horticulture (BPPMTPH). The method used was Prototyping with a focus on modeling spatial data flows and system functionality testing analysis techniques. The proposed technical solution implements the You Only Look Once (YOLO) algorithm through a cloud-based application programming interface for automatic pest classification. The results of the study showed that the built client-server architecture was able to integrate geographic labeling features accurately. The implementation of the Marker Clustering method on the web side proved effective in simplifying the visualization of dense pest distribution data into systematic information. This system successfully eliminated the need for manual location authentication, allowing damage metrics and field coordinate points to be distributed to the central database instantly. Data alignment between visual reports and statistics of this area provides strong support for authorities in making more responsive pest control decisions.

Keywords: Geographic Information System; Rice Pests; You Only Look Once; Marker Clustering; Prototyping

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan beras setiap tahun makin bertambah seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara tahun 2022, rata-rata produksi ton/ha padi sawah dari tahun 2019 (4,48 ton/ha) tahun 2020 (3,97 ton/ha) dan pada tahun 2021 (3,77 ton/ha). Terlihat bahwa terjadi penurunan produksi padi sawah dari tahun 2019-2021 (Papatungan et al., 2024). Hama merupakan salah satu musuh utama para petani padi yang setiap saat bisa menyerang tanaman. Dampak dari serangan hama padi dapat mengurangi produksi tanaman padi sehingga menyebabkan hasil panen menurun (Arifandi et al., 2021). Fokus penelitian ini adalah untuk mengurangi hama Penggerek Batang Padi dan Wereng Batang Cokelat yang terjadi di Balai Perlindungan dan Pengujian Mutu Tanaman Pangan dan Hortikultura Sulawesi Utara. Alur informasi terhambat dan data spasial tidak akurat karena kelemahan pemantauan konvensional yang bergantung pada dokumen fisik (Liu et al., 2025). Fenomena marker overlay memperburuk keadaan. Ini menyulitkan pejabat untuk melihat zona darurat secara real-time dan membuat kebijakan mitigasi yang tepat (Yin et al., 2024).

Sulaiman et al. (2025) merancang Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis QGIS guna memetakan objek-objek wisata yang ada di Kabupaten Situbondo. Penelitian ini menggunakan metode System Development Life Cycle (SDLC) dengan fokus pada tahap analisis dan perancangan. Adapun (Sukmawati & Rahmah, 2022) melakukan pengelolaan perkebunan cabai yang dapat menampilkan persebaran luas perkebunan dan merancang SIG yang mempunyai fitur menghitung prediksi produksi cabai di tahun selanjutnya, serta mengetahui hasil evaluasi dari implementasi sistem yang dibuat. Sementara itu, (Sukmawati & Makmur, 2024) membuat perancangan sistem informasi hama Lebah Madu berbasis Web. Kemajuan ditunjukkan oleh Daniel (2024) melalui YOLOv8 untuk deteksi dan klasifikasi sebagai solusi awal dalam menangani permasalahan hama. Terakhir, studi yang dilakukan oleh Haluwalu

et al. (2024) menghasilkan suatu yang dapat memberikan informasi mengenai tanaman padi menggunakan maps dan berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap fungsional pada sistem pemetaan penyerangan hama (Qin et al., 2024).

Dengan kombinasi baru antara deteksi objek otomatis YOLOv8 dan metode Clustering Marker, penelitian terbaru tentang manajemen data spasial memberikan perkembangan (Song et al., 2024). Integrasi langsung antara identifikasi hama berbasis AI melalui kamera seluler dan pelaporan otomatis bergeotag ke dalam alur kerja yang tak terputus merupakan inovasi utama yang membedakannya dari sistem konvensional. Mekanisme ini secara signifikan menghilangkan proses input manual yang lambat dan cenderung salah (Wu et al., 2022). Selain itu, penggunaan Clustering Marker menjadi solusi penting yang belum pernah digunakan secara efektif pada sistem sebelumnya untuk mengatasi masalah penumpukan data (overlay marker). Bahkan dalam data yang sangat besar, teknik ini memungkinkan ribuan titik laporan tetap terorganisir secara visual dan informatif pada peta web. Kontribusi penting dari penelitian ini adalah digitalisasi rekapitulasi wilayah otomatis di BPPMTPH Sulawesi Utara. Ini memungkinkan pemantauan epidemiologi secara real-time untuk membangun sistem perlindungan tanaman yang jauh lebih responsif, tepat, dan efisien dibandingkan dengan pendekatan tradisional (Z. Zhang et al., 2024).

2. METODOLOGI PENELITIAN

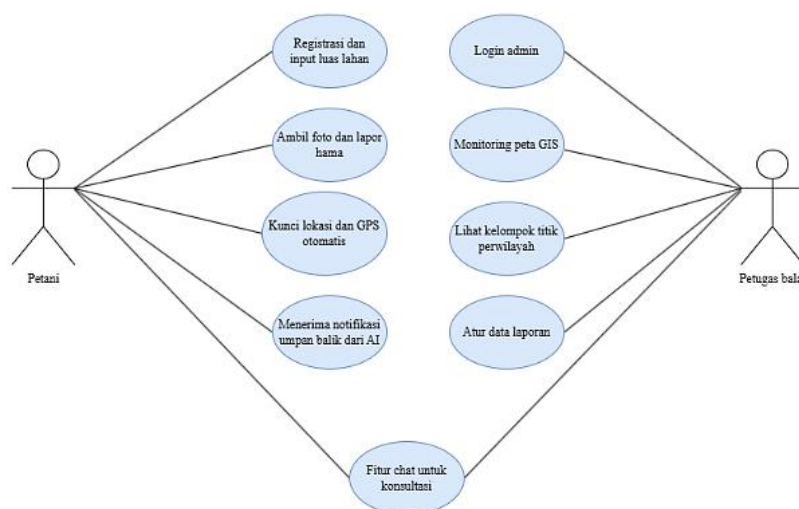
2.1 Kerangka Dasar Penelitian

Penelitian Zulfira et al. (2025) menggunakan metode Prototyping, yaitu metode pengembangan sistem secara iteratif melalui tahapan perancangan, pembuatan model awal (prototype), pengujian, evaluasi, dan penyempurnaan sampai sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik penelitian perancangan alat yang memerlukan pengujian berkala dan penyempurnaan bertahap. Sama hal dengan penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem (Prototyping) di BPPMTPH Sulawesi Utara. Beberapa petugas lapangan berpartisipasi sebagai responden (Yin et al., 2025). Studi ini menguji hipotesis bahwa, dibandingkan dengan metode manual, algoritma YOLOv8 dan teknik Clustering Marker dapat mendeteksi hama dengan lebih tepat dan menampilkan peta dengan lebih baik. Tujuan penelitian adalah untuk mempercepat mitigasi hama di lapangan melalui transformasi pelaporan tradisional ke ekosistem digital berbasis kecerdasan buatan. Variabel penelitian ini terdiri dari input gambar dan lokasi (independen), serta tingkat akurasi dan responsivitas informasi (dependen).

2.2 Perancangan Sistem

2.2.1 Usecase Diagram

Untuk memperjelas alur kerja sistem, perancangan digambarkan melalui beberapa pemodelan. Dalam penelitian Permataasri & Ardiansah (2023) uses case diagram menggambarkan graphical dari aktor, usecase dan interaksi diantara komponen-komponen tersebut yang memperkenalkan suatu sistem yang akan dibangun digunakan untuk memperjelas bagaimana langkah-langkah yang seharusnya dikerjakan sistem. Sejalan dengan definisi tersebut, use case penelitian ini menggambarkan interaksi digital antara petani sebagai penyedia data lapangan dan petugas balai sebagai pengelola data. Berikut merupakan use case diagram sistem yang dikembangkan:



Gambar 1. Rancangan Use Case

Sistem ini membagi peran antara administrator dan pengguna lapangan sesuai pemetaan fungsionalitas pada Gambar 1:

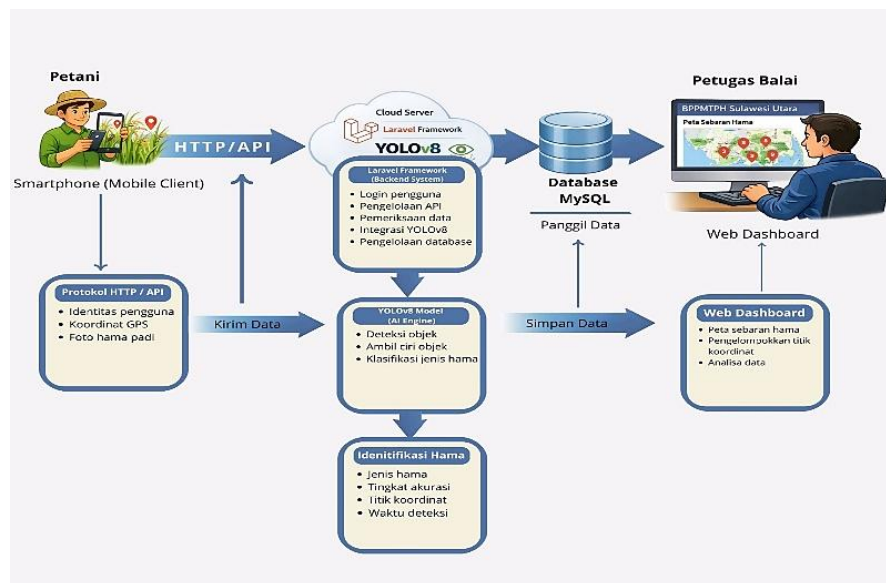
1. Petani melalui aplikasi dapat berinteraksi dengan data lapangan melalui registrasi serta input luas lahan, pelaporan foto hama dengan penguncian lokasi GPS otomatis, menerima notifikasi deteksi AI, serta berkonsultasi via fitur chat.

2. Petugas Balai dapat mengelola sistem melalui antarmuka web untuk memantau sebaran hama pada peta GIS secara real-time, memverifikasi laporan, dan menjalankan rekapitulasi data wilayah per kecamatan di Sulawesi Utara.

Hubungan antar kedua aktor dihubungkan langsung melalui fitur konsultasi chat. Di sini, petugas memberikan arahan teknis dan pengendalian darurat secara cepat, menciptakan ekosistem komunikasi dua arah yang responsif untuk mengurangi risiko gagal panen.

2.2.2 Arsitektur Sistem

Terdapat pada penelitian Altas et al. (2022) manfaat yang didapatkan dengan adanya arsitektur sistem tersebut adalah sebagai alternatif strategi dalam merancang dan mengembangkan sistem informasi perusahaan, sehingga perlunya dilakukan perancangan arsitektur sistem informasi dan IT agar perusahaan memiliki arsitektur informasi yang baku yang selanjutnya dapat digunakan sebagai landasan untuk pengembangan sistem informasi. Dengan perspektif ini, arsitektur sistem ini mengintegrasikan pelaporan hama di lapangan dengan pengolahan data di BPPMTPH Sulawesi Utara melalui komunikasi terstandarisasi. Gambar 2 menunjukkan alur kerja dan struktur sistem yang dikembangkan.



Gambar 2. Artitektur terintegrasi

Gambar 2 menunjukkan bahwa sistem ini menggunakan arsitektur terintegrasi klien server yang menghubungkan aktivitas di lapangan dengan pusat data di BPPMTPH Sulawesi Utara. Sebagai berikut dijelaskan hubungan sistematis yang ada di antara komponen tersebut:

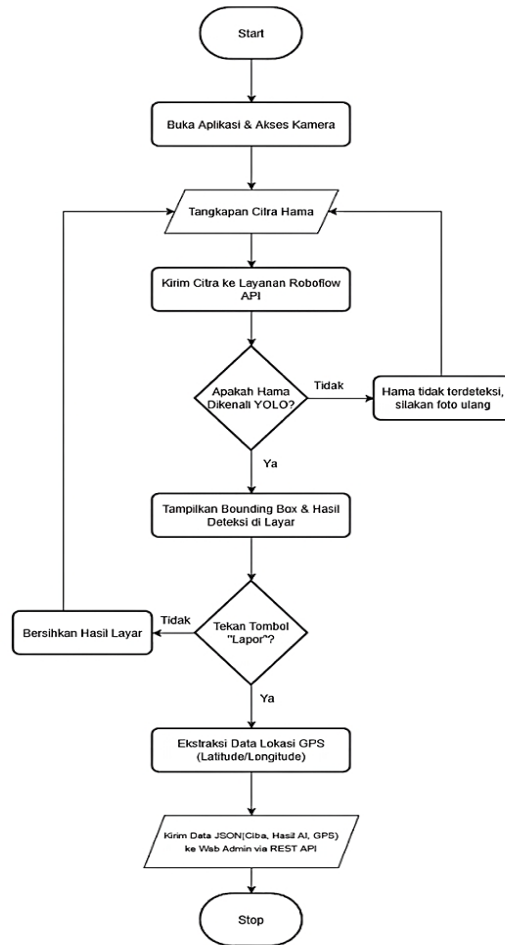
1. Petani ke Sistem yaitu petani mengirimkan data melalui smartphone menggunakan protokol HTTP/API. Data yang dikirim berupa identitas pengguna, koordinat GPS, dan foto hama padi.
2. Kemudian, Cloud Server memproses data diterima oleh Backend System (Laravel) untuk diperiksa, lalu diproses oleh YOLOv8 Model (AI Engine). AI melakukan deteksi, pengambilan ciri, dan klasifikasi jenis hama secara otomatis.
3. Selanjutnya, Identifikasi & Penyimpanan dimana hasil identifikasi jenis hama, akurasi, lokasi, dan waktu dikirim kembali ke pengguna sebagai umpan balik dan secara bersamaan disimpan ke dalam Database MySQL.
4. Terakhir, sebagai outputnya Petugas Balai mengakses Web Dashboard yang memanggil data dari database untuk menampilkan peta sebaran hama, pengelompokan titik koordinat, dan analisa data wilayah secara real-time.

2.2.3 Flowchart Sistem

Alur pengambilan keputusan digambarkan dalam diagram ini. Ini dimulai dengan proses input gambar petani, tahap klasifikasi menggunakan model YOLOv8, dan penyiapan data pada dashboard petugas. Menurut (Ash'shobir et al., 2025) pada dasarnya, flowchart dibuat dengan tujuan untuk menunjukkan setiap proses yang harus dilalui dalam suatu sistem. Gambar 3 berikut menunjukkan logika langkah demi langkah yang menjamin validitas data sistem ini.

Untuk menangani pelaporan hama, sistem beroperasi secara berurutan melalui langkah-langkah berikut, yang digambarkan dalam alur yang disajikan pada Gambar 3:

1. Pengguna membuka aplikasi, mengakses kamera, dan mengambil foto (tangkapan citra) hama.
2. Setelah itu, Citra dikirim ke Roboflow API. Jika hama tidak dikenali, pengguna diminta foto ulang. Jika berhasil, sistem menampilkan bounding box dan hasil deteksi di layar.
3. Kemudian, pengguna dapat memilih untuk menekan tombol "Lapor". Jika tidak, layar dibersihkan dan kembali ke tahap pengambilan citra. Jika berhasil, sistem mengekstraksi lokasi GPS (latitude/longitude), lalu mengirimkan data JSON (foto, hasil AI, dan GPS) ke Web Admin melalui REST API.
4. Selesai

**Gambar 1.** Flowchart

2.3 Teknik dan Prosedur Penghimpunan Data

2.3.1 Jenis Data

Dalam penelitian Sulung, Undari(2024), peneliti menggunakan beberapa teknik untuk mengumpulkan data primer dan data sekunder meliputi studi pustaka, observasi, studi dokumentasi, dan wawancara. Sedangkan, pada penelitian ini data primer yaitu dataset foto hama padi dan koordinat GPS yang diambil langsung disawah menggunakan smartphone, dan data sekunder yaitu info ciri-ciri hama dari arsip instansi serta panduan teori tentang AI dan aplikasi web.

2.3.2 Sumber Data

Dalam penelitian Shidiq et al. (2025) pengumpulan data primer diperoleh langsung melalui observasi dan penyebaran kuesioner kepada responden, sedangkan data sekunder dikumpulkan dari sumber lain seperti jurnal, skripsi, internet, dan literatur yang relevan. Sedikit berbeda dengan penelitian ini yaitu sumber data primernya diperoleh langsung dari observasi lapangan dilahan pertanian yang dikelola BPPMTPH di Sulawesi Utara, dan sumber data sekunder diperoleh dari dokumen internal pada BPPMTPH terkait pustaka hama, dan literatur digital yang membahas pengembangan AI dan pemrograman berbasis web.

2.3.3 Teknik Pengumpulan Data

Menurut Hidayat, Fitri (2025) Pengumpulan data berarti mengidentifikasi dan menyeleksi individu individu untuk penelitian, mendapatkan izin untuk meneliti mereka, dan mengumpulkan informasi dengan menanyakan sejumlah pertanyaan kepada mereka atau mengobservasi perilaku mereka. Dalam penelitian ini ada beberapa proses penghimpunan data dilakukan melalui beberapa pendekatan terpadu, dimulai dari mengambil dataset foto hama. Langkah ini didukung dengan studi pustaka guna mendalami teori kecerdasan buatan dan sistem web, serta wawancara bersama pihak BPPMTPH guna memvalidasi jenis hama serta mengetahui kebutuhan fitur aplikasi. Terakhir, dilakukan eksperimen perangkat lunak melalui pelatihan model AI dan uji coba pengiriman data laporan guna memastikan seluruh sistem berfungsi secara optimal (Deng et al., 2023).

2.4 Spesifikasi Dataset dan Parameter Pelatihan Model

Penelitian ini menggunakan dataset sebanyak 700 citra yang dikelola melalui platform Roboflow, mencakup proses anotasi, pembagian rasio data 80:10:10, serta teknik augmentasi. Model YOLOv8 dilatih dengan 100 Epoch dan

Learning Rate 0.01, kemudian diekspor ke format TensorFlow Lite (.tflite) agar dapat dijalankan secara ringan dan efisien pada perangkat Android.

Tabel 1. Komponen Dataset

Komponen	Spesifikasi / Rincian
Manajemen Dataset	Roboflow
Total Dataset	700 Citra (450 Wereng Cokelat, 250 Penggerek Batang)
Pembagian Data	Training (80% / 560 citra), Validation (10% / 70 citra), Testing (10% / 70 citra)
Augmentasi (Roboflow)	Horizontal Flip, Rotation 15°, Brightness Adjustment
Arsitektur Model	YOLOv8
Format Deployment	TensorFlow Lite (.tflite)
Jumlah Epoch	100
Learning Rate	0.01

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, mulai dari seberapa akurat AI dalam mendeteksi hama hingga bagaimana tampilan aplikasi dan website saat digunakan.

3.1 Analisis Performa Deteksi Objek (mAP)

Berdasarkan pengujian terhadap data uji (testing), performa model dalam mendeteksi hama secara otomatis diukur menggunakan metrik mean Average Precision (mAP). Tabel di bawah ini menunjukkan tingkat akurasi model YOLOv8 setelah dilatih dengan parameter yang telah ditetapkan.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Performa Model YOLOv8

Kelas hama	Precision	Recall	mAP@.5	mAP@.5:95
Wereng Batang Cokelat	0.91	0.89	0.92	0.68
Penggerek Batang Padi	0.88	0.85	0.89	0.64
Rata-rata Keseluruhan	0.895	0.87	0.905	0.66

Model mencapai nilai rata-rata mAP@.5 sebesar 0.905 (90,5%). Hasil ini membuktikan bahwa integrasi algoritma YOLOv8 mampu memberikan akurasi deteksi yang sangat tinggi secara konsisten. Klaim efektivitas sistem dalam mengidentifikasi hama di lapangan kini didukung oleh data empiris yang kuat.

3.2 Pengujian Identifikasi Real-Time pada Aplikasi Mobile

Pengujian lapangan membuktikan efektivitas sistem secara real-time. Melalui antarmuka aplikasi mobile, model kecerdasan buatan mampu memberikan label klasifikasi dan skor probabilitas (Confidence Score) secara langsung. Berikut adalah Gambar 4 dari hasil deteksi 2 hama yaitu hama penggerek batang dan wereng batang coklat:

Kecepatan dan keringanan proses deteksi pada aplikasi melalui perangkat ponsel ini berhasil dicapai berkat penggunaan model yang telah dikonversi menjadi format TFLite. Berdasarkan bukti pengujian, hama Penggerek Batang berhasil diidentifikasi dengan skor probabilitas 94%, sedangkan Wereng Batang Cokelat terdeteksi dengan skor 87%. Selain itu, pengujian latensi transmisi JSON ke server menunjukkan waktu respons rata-rata 1,2 detik.



Gambar 4. Gambar hasil deteksi 2 hama

3.3 Spesifikasi Muatan Transmisi JSON

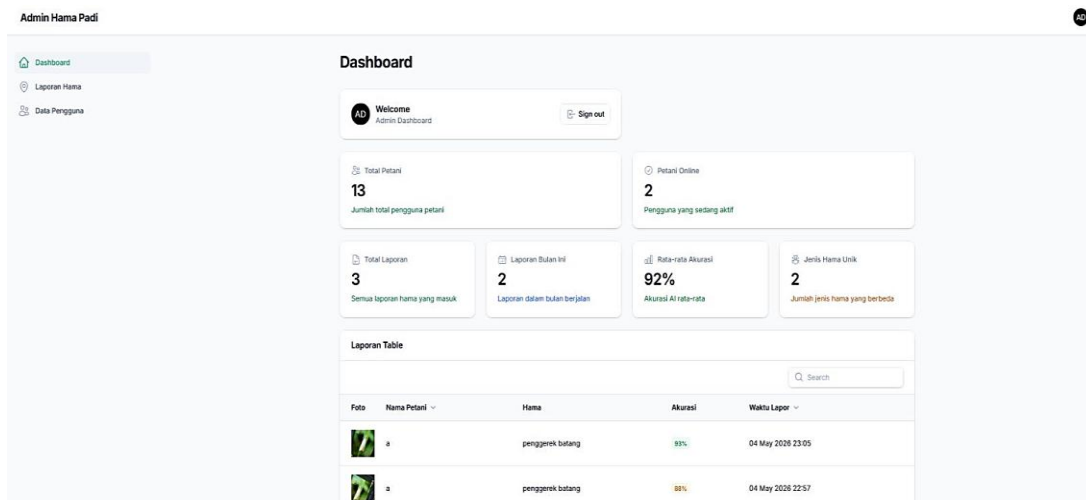
Sebagai tindak lanjut dari alur pengiriman data yang telah dijelaskan pada flowchart, bagian ini merinci struktur informasi yang ditransmisikan antara perangkat mobile dan sistem utama. Pertukaran data tersebut menggunakan format JavaScript Object Notation (JSON) yang dirancang secara terstruktur untuk menjamin efisiensi bandwidth serta ketepatan sinkronisasi informasi. Spesifikasi variabel, tipe data, hingga fungsionalitas dari setiap muatan transmisi dalam satu sesi pelaporan hama dirinci pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Struktur Data Transmisi JSON

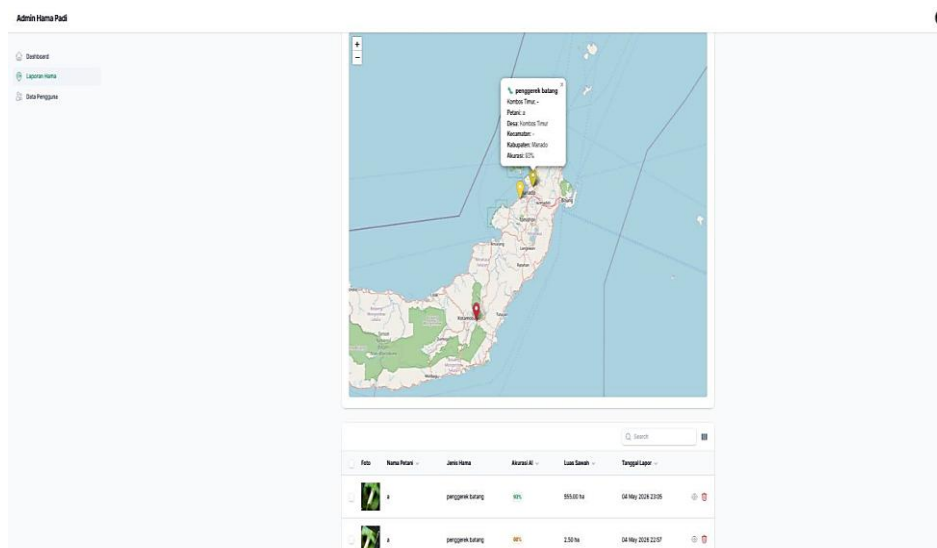
Variabel	Tipe Data	Deskripsi Fungsi	Sifat
id_laporan	String (UUID)	Kode unik otomatis untuk mengidentifikasi setiap laporan.	Wajib
id_klien	Integer	ID unik untuk mengenali identitas petani yang mengirim data.	Wajib
taksonomi_hama	String	Nama jenis hama hasil deteksi model AI (YOLOv8).	Wajib
skor_probabilitas	Float/Decimal	Tingkat kepercayaan AI terhadap hasil deteksi.	Opsional
lintang (latitude)	Decimal	Titik koordinat lokasi penemuan hama (garis lintang).	Wajib
bujur (longitude)	Decimal	Titik koordinat lokasi penemuan hama (garis bujur).	Wajib
citra_evidensi	Base64/Binary	Foto bukti hama sebagai lampiran laporan.	Wajib

3.4 Penerapan Marker Clustering pada Dashboard Web

Setelah data laporan dikirim oleh petani dalam format JSON, informasi tersebut secara otomatis akan dipetakan ke dalam Web Admin Dashboard. Untuk mengelola visualisasi data koordinat yang masuk, sistem ini menggunakan metode Marker Clustering pada panel GIS (Geographic Information System). Berikut gambar tampilan website:



(a)



(b)

Gambar 5. Tampilan Website



Implementasi panel administrasi di sisi belakang dengan framework Filament yang terhubung dengan pustaka peta Leaflet. js. Seperti yang terlihat pada gambar diatas, sistem ini memberikan antarmuka pusat untuk petugas BPPMTPH dalam mengawasi laporan dari petani secara langsung. Visualisasi Pemetaan Interaktif menggunakan Leaflet.Js, terdapat pada halaman pengelolaan laporan, sistem memunculkan peta interaktif yang secara otomatis menempatkan penanda sesuai dengan koordinat GPS yang dikirimkan oleh perangkat mobile. Penerapan metode Pengelompokan Penanda memastikan bahwa bila terdapat banyak laporan di area yang berdekatan (seperti pada konsentrasi titik di daerah Manado dan Minahasa), data tersebut akan diorganisir dengan baik untuk mencegah penumpukan ikon (Anwar et al., 2026). Manajemen Data Terorganisir menggunakan Filament, di bawah panel peta terdapat tabel data yang merinci setiap laporan, menyertakan foto bukti hama, nama petani, jenis hama, serta tingkat keakuratan deteksi AI. Integrasi ini memudahkan petugas dalam memverifikasi data antara bukti visual yaitu foto dan lokasi kejadian di peta. Analisis Statistik pada website, terdapat halaman utama panel menyajikan ringkasan informasi berupa statistik total petani, jumlah laporan bulanan, rerata akurasi sistem (yang tercatat sebesar 92% pada sistem yang aktif), serta jumlah varietas hama unik yang diidentifikasi (F. Zhang et al., 2025). Informasi ini memberikan gambaran cepat kepada pengambil keputusan tentang situasi serangan hama di lapangan tanpa perlu melihat laporan satu per satu (Cheng et al., 2024).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menciptakan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang terintegrasi, yang menjadi solusi nyata bagi BPPMTPH Sulawesi Utara dalam mempercepat alur pelaporan dan memperbaiki akurasi data lokasi hama. Penggabungan antara deteksi otomatis YOLOv8 di HP dan pemetaan langsung di server pusat merupakan sebuah terobosan penting untuk memodernisasi cara kerja perlindungan tanaman saat ini. Dari sisi teknis, model YOLOv8 yang telah diubah ke format TFLite terbukti sangat akurat dengan nilai mAP@0.5 mencapai 90,5%. Sistem ini mampu mengenali Wereng Batang Cokelat dan Penggerek Batang Padi secara cepat dengan waktu kirim data rata-rata hanya 1,2 detik. Sementara dari sisi tampilan, penggunaan metode Marker Clustering di website berhasil merapikan titik-titik lokasi hama yang berdekatan agar tidak saling menumpuk, sehingga peta sebaran hama jadi jauh lebih rapi dan mudah dibaca oleh pihak balai dalam mengambil keputusan. Sistem ini sukses menjawab dua tantangan besar, yaitu kecepatan kirim laporan dan ketepatan lokasi berbasis GPS. Namun, saat ini sistem masih terbatas pada dua jenis hama dan sangat bergantung pada sinyal internet. Kedepannya, penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambah fitur mode offline agar tetap bisa digunakan di area sawah yang susah sinyal, serta menambah jenis hama lainnya agar manfaat sistem ini bisa dirasakan secara lebih luas oleh petani dan petugas lapangan.

REFERENCES

- Altas, M. N., Junaedi, L., & Sulaiman, M. (2022). Desain Arsitektur Sistem Informasi Menggunakan Enterprise Architecture Planning (EAP). *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Sistem Komputer TGD*, 5(2), 193–204. <https://doi.org/10.53513/jsk.v5i2.5760>
- Anwar, Z., Masood, S., & Srivastava, A. (2026). Empowering Agriculture from Pixels to Diagnosis: A Review of Computer Vision Techniques for Plant Disease Detection. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 33(3), 4567–4588. <https://doi.org/10.1007/s11831-026-10520-y>
- Arifandi, R. J., Junus, M., & Kusumawardani, M. (2021). Sistem Pengusir Hama Burung dan Hama Tikus Pada Tanaman Padi Berbasis Raspberry pi. *Jurnal Jaringan Telekomunikasi*. 11(2), 92–95.
- Ash'shobir, A. H. A., Harli, K. G. P., Rudi, A. P. P., Putro, I. G. S., & Cahyono, O. D. P. (2025). Sistem Deteksi Kualitas Cabai Rawit Menggunakan Metode YOLO: You Only Look Once. *Modem: Jurnal Informatika Dan Sains Teknologi*, 3(1), 114–132. <https://doi.org/10.62951/modem.v3i1.363>
- Cheng, D., Zhao, Z., & Feng, J. (2024). Rice Diseases Identification Method Based on Improved YOLOv7-Tiny. *Agriculture*, 14(5), 709. <https://doi.org/10.3390/agriculture14050709>
- Daniel, P. (2024). Deteksi Dan Klasifikasi Hama Potato Beetle Pada Tanaman Kentang Menggunakan Yolov8. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 11(4). <https://doi.org/10.25126/jtiik.1148092>
- Deng, J., Yang, C., Huang, K., Lei, L., Ye, J., Zeng, W., Zhang, J., Lan, Y., & Zhang, Y. (2023). Deep-Learning-Based Rice Disease and Insect Pest Detection on a Mobile Phone. *Agronomy*, 13(8), 2139. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082139>
- Haluwalu, S. T., Rada, Y., & Pradana, H. Y. (2024). Pemetaan Lokasi Penyerangan Hama Belalang Di Sumba Timur Berbasis Mobile. *JATI(Jurnal Mahasiswa TeknikInformatika)*, 8(4), 6015–6020. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i4.10082>
- Hidayat, Fitri, H. (2025). Langkah Penelitian Manajemen Pendidikan : Penemuan Masalah , Telaah Pustaka , Persiapan Penelitian , Pengumpulan. *Jurnal Riset Multidisiplin Edukasi*, 2(6), 509–523. <https://doi.org/10.71282/jurmie.v2i6.509>
- Liu, G., Di, J., Wang, Q., Zhao, Y., & Yang, Y. (2025). An Enhanced and Lightweight YOLOv8-Based Model for Accurate Rice Pest Detection. *IEEE Access*, 13, 91046–91064. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3569819>
- Paputungan, H. F., Pobela, E., Mokoginta, A., Yessikah, F., & Sugeha, M. A. A. (2024). Identifikasi Hama Padi Sawah (*Oryza sativa* L) Menggunakan Perangkat Cahaya Didesa Konarom, Kecamatan Dumoga Tenggara Kabupaten



- Bolaang Mongondow. *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 8(6), 68–75. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v8i1.477>
- Permataasri, A. I., & Ardiansah, T. (2023). Aplikasi pembelajaran pengenalan nama dan fungsi anggota tubuh bagi anak usia dini. *Journal of Data Science and Information Systems*, 1(2), 57–64. <https://doi.org/10.58602/dimis.v1i2.37>
- Qin, K., Zhang, J., & Hu, Y. (2024). Identification of Insect Pests on Soybean Leaves Based on SP-YOLO. *Agronomy*, 14(7), 1586. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071586>
- Shidiq, M., Khotimah, K., & Adita, M. D. (2025). Peranan Kelompok Tani Dalam Meningkatkan Pendapatan Petani Tanaman Padi (*Oryza Sativa*). *HUMANITIS: Jurnal Homaniora, Sosial Dan Bisnis*, 3(1), 1681–1693. <https://ecosemica.net/index.php/HUMANITIS/article/view/776>
- Song, H., Yan, Y., Deng, S., Jian, C., & Xiong, J. (2024). Innovative lightweight deep learning architecture for enhanced rice pest identification. *Physica Scripta*, 99(9), 096007. <https://doi.org/10.1088/1402-4896/ad69d5>
- Sukmawati, & Makmur, A. (2024). Perancangan Sistem Informasi Hama Lebah Madu Berbasis Website. *D'computare: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 14(1), 30–33. <https://doi.org/10.30605/dcomputare.v14i1.74>
- Sukmawati, K., & Rahmah, A. (2022). Pengembangan Geographic Information System (GIS) guna Pengelolaan Komoditas Tanaman Cabai. *Jurnal Informatika Terpadu*, 8(2), 78–84. <https://doi.org/10.54914/jit.v8i2.458>
- Sulaiman, M. Z., Ghofur, A., & Alvianda, F. (2025). Perancangan Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Pemetaan Objek Wisata Di Kabupaten Situbondo Berbasis Qgis. *Journal of Computer and Electrical Engineering*, 2(3), 105–115. <https://doi.org/10.63935/akiratech.v2i3.225>
- Undari Sulung, & Mohamad Muspawi. (2024). Memahami Sumber Data Penelitian : Primer, Sekunder, Dan Tersier. *Edu Research*, 5(3), 110-116. <https://doi.org/10.47827/jer.v5i3.238>
- Wu, P., Li, H., Zeng, N., & Li, F. (2022). FMD-Yolo: An efficient face mask detection method for COVID-19 prevention and control in public. *Image and Vision Computing*, 117, 104341. <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2021.104341>
- Yin, J., Huang, P., Xiao, D., & Zhang, B. (2024). A Lightweight Rice Pest Detection Algorithm Using Improved Attention Mechanism and YOLOv8. *Agriculture*, 14(7), 1052. <https://doi.org/10.3390/agriculture14071052>
- Yin, J., Zhu, J., Chen, G., Jiang, L., Zhan, H., Deng, H., Long, Y., Lan, Y., Wu, B., & Xu, H. (2025). An Intelligent Field Monitoring System Based on Enhanced YOLO-RMD Architecture for Real-Time Rice Pest Detection and Management. *Agriculture*, 15(8), 798. <https://doi.org/10.3390/agriculture15080798>
- Zhang, F., Tian, C., Li, X., Yang, N., Zhang, Y., & Gao, Q. (2025). MTD-YOLO: An Improved YOLOv8-Based Rice Pest Detection Model. *Electronics*, 14(14), 2912. <https://doi.org/10.3390/electronics14142912>
- Zhang, Z., Zhan, W., Sun, K., Zhang, Y., Guo, Y., He, Z., Hua, D., Sun, Y., Zhang, X., Tong, S., & Gui, L. (2024). RPH-Counter: Field detection and counting of rice planthoppers using a fully convolutional network with object-level supervision. *Computers and Electronics in Agriculture*, 225, 109242. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109242>
- Zulfira, H., Ula, M., & Meiyanti, R. (2025). Method Design of an IoT-Based Automatic Pest Repellent System Prototype for Agriculture. *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, 9(5), 2727–2735. <https://doi.org/10.30871/jaic.v9i5.10632>