

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SISTEM PERTANIAN CERDAS BERBASIS IOT
UNTUK DETEKSI DINI HAMA PADA TANAMAN PADI**

DISUSUN OLEH

MUHAMMAD IRFAN

2109020073



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2025

**PENGEMBANGAN SISTEM PERTANIAN CERDAS BERBASIS IOT
UNTUK DETEKSI DINI HAMA PADA TANAMAN PADI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
(S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi pada Fakultas Ilmu Komputer
dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

MUHAMMAD IRFAN

NPM. 2109020073

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2023

LEMBAR PENGESAHAN

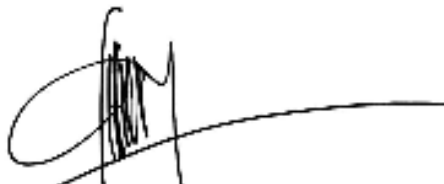
Judul Skripsi : PENGEMBANGAN SISTEM PERTANIAN CERDAS
BERBASIS IOT UNTUK DETEKSI DINI HAMA PADA
TANAMAN PADI
Nama Mahasiswa : MUHAMMAD IRFAN
NPM : 2109020073
Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui
Komisi Pembimbing



(Fatmasari Hutagalung, S.Kom. M.Kom.)
NIDN. 0117088902

Ketua Program Studi



(Fatmasari Hutagalung, S.Kom. M.Kom.)
NIDN. 0117088902

Dekan



(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

PENGEMBANGAN SISTEM PERTANIAN CERDAS BERBASIS IOT UNTUK DETEKSI DINI HAMA PADA TANAMAN PADI

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Muhammad Irfan

NPM. 2109020073

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Muhammad Irfan
NPM	: 2109020073
Program Studi	: Teknologi Informasi
Karya Ilmiah	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

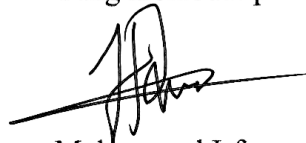
**PENGEMBANGAN SISTEM PERTANIAN CERDAS BERBASIS IOT
UNTUK DETEKSI DINI HAMA PADA TANAMAN PADI**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Muhammad Irfan

NPM. 2109020073

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap	: Muhammad Irfan
Tempat dan Tanggal Lahir	: Dolok Masihul, 4 April 2003
Alamat Rumah	: Jln. Gn. Seulawah no.11a
Telepon/Faks/HP	: 081360832370
E-mail	: irfansiddik23@gmail.com
Instansi Tempat Kerja	: -
Alamat Kantor	: -

DATA PENDIDIKAN

SD	: SDN 102071 DOLOK MASIHUL	TAMAT: 2015
SMP	: MTSN SERDANG BEDAGAI	TAMAT: 2018
SMA	: MAN SERDANG BEDAGAI	TAMAT: 2021

ABSTRAK

PENGEMBANGAN SISTEM PERTANIAN CERDAS BERBASIS IOT UNTUK DETEKSI DINI HAMA PADA TANAMAN PADI

MUHAMMAD IRFAN

Serangan hama, khususnya keong mas, menjadi ancaman serius terhadap produktivitas tanaman padi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pertanian cerdas berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan deteksi dini hama keong mas secara otomatis. Sistem menggunakan kamera eksternal (Logitech) untuk menangkap citra sawah yang dianalisis oleh model deteksi objek berbasis YOLOv8. Hasil deteksi ditampilkan melalui antarmuka web lokal secara real-time. Sistem juga dilengkapi dengan sensor DHT22 (suhu dan kelembapan udara), soil moisture sensor (kelembapan tanah), dan LDR (intensitas cahaya) untuk memantau kondisi mikroklimat. Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D), dengan pengujian sistem dilakukan di lahan pertanian padi di Dolok Masihul selama tiga hari pada waktu berbeda. Evaluasi sistem dilakukan melalui observasi lapangan, pengujian fungsional, dan kuesioner kepada petani berdasarkan model Technology Acceptance Model (TAM). Hasil menunjukkan sistem mampu mendeteksi keong mas secara efektif dalam berbagai kondisi pencahayaan serta menyajikan data lingkungan secara akurat. Tanggapan pengguna menunjukkan tingkat penerimaan sangat tinggi, dengan nilai rata-rata persentase sebesar 90,63% yang mencerminkan kemudahan penggunaan dan kebermanfaatan sistem dalam praktik pertanian. Dengan demikian, sistem ini menjadi solusi awal menuju pertanian presisi yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan berbasis teknologi terbuka.

Kata kunci: IoT, pertanian cerdas, deteksi hama, keong mas, YOLOv8, sistem monitoring

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF AN IOT-BASED SMART FARMING SYSTEM FOR EARLY PEST DETECTION IN RICE CROPS

MUHAMMAD IRFAN

Pest attacks, particularly by golden apple snails, pose a serious threat to the productivity of rice crops. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based smart farming system capable of automatically detecting the early presence of golden apple snail pests. The system utilizes an external camera (Logitech) to capture images of the rice fields, which are then analyzed using an object detection model based on YOLOv8. The detection results are displayed in real-time through a local web interface. The system is also equipped with DHT22 sensors (for air temperature and humidity), soil moisture sensors, and LDRs (for light intensity) to monitor microclimate conditions. The research employed a Research and Development (R&D) method, with system testing conducted over three days at different times in a rice farming area in Dolok Masihul. System evaluation was carried out through field observation, functional testing, and questionnaires distributed to farmers based on the Technology Acceptance Model (TAM). The results indicate that the system is effective in detecting golden apple snails under various lighting conditions and accurately provides environmental data. User responses showed a very high level of acceptance, with an average percentage score of 90.63%, reflecting the system's ease of use and practical benefits in agricultural activities. Thus, this system serves as an initial solution toward efficient, adaptive, and sustainable precision agriculture based on open technology.

Keywords: *IoT, smart farming, pest detection, golden apple snail, YOLOv8, monitoring system.*

KATA PENGANTAR

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنِ اللَّهُ بِسْمِ

۱۰ أَلَيْمِ عَذَابٍ مِّنْ تُجِبْتُمْ تِجَارَةً عَلَىٰ أَلْسِنَتِكُمْ هَلْ آمَنُوا الَّذِينَ يَأْتِيهَا

۱۱ تَعْلَمُونَ كُنْتُمْ ۖ إِنَّ لَكُمْ خَيْرَ دَلِيلٍ ۖ وَأَنْفُسِكُمْ بِأَمْوَالِكُمْ اللَّهُ سَبِيلٍ فِي وَتُجَاهِدُونَ وَرَسُولِهِ بِاللَّهِ تَوَكَّلُونَ

Artinya : “Hai orang-orang yang beriman, sukakah kamu aku tunjukkan suatu perniagaan yang dapat menyelamatkanmu dari azab yang pedih?. (yaitu) kamu beriman kepada Allah dan RasulNya dan berjihad di jalan Allah dengan harta dan jiwamu. Itulah yang lebih baik bagimu, jika kamu mengetahui.” (As-Shaff Ayat 10-11)

Assalamu’alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini sebagai salah satu persyaratan untuk mengikuti memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan.

Skripsi ini berjudul **“Pengembangan Sistem Pertanian Cerdas Berbasis IoT untuk Deteksi Dini Hama pada Tanaman Padi”**. Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan berkah-Nya yang telah memberi penulis kekuatan dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
2. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
4. Ibu Fatma Sari Hutagalung, M.Kom. Selaku Kaprodi yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menyusun skripsi.
5. Bapak Mhd Basri, S.Si, M.Kom. Selaku Sekretaris Prodi Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Fatma Sari Hutagalung, M.Kom. Dosen Pembimbing saya yang telah membantu untuk memberikan bimbingan pada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
7. Ibu, dan Bapak dosen Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara khususnya Ibu, Bapak dosen Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi yang telah berbagi ilmu kepada penulis selama penulis menempuh pendidikan di Program Studi Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Terutama sekali, terima kasih kepada kedua orang tua tercinta, yaitu Ayahanda Lismanto, S.Pd.SD, yang dengan latar belakang pendidikannya telah menjadi teladan dalam semangat belajar dan bekerja keras. Dengan kedua tangan dan kaki beliau, penulis bisa menapaki jalan hingga meraih gelar Sarjana. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibunda tercinta, Ibu Mariani, yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, dan semangat tiada henti. Penulis sangat berterima kasih sebesar-besarnya kepada kedua orang tua atas segala bentuk dukungan, baik secara moril, finansial, maupun fasilitas yang terus mengalir selama proses pendidikan ini berlangsung.
9. Kepada pemilik NIM 211434138 (Atika Maulida), seseorang yang sangat penulis sayangi, dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus atas kehadiran dan kebersamaan selama kurang lebih delapan tahun

perjalanan hingga terselesaikannya skripsi ini. Terima kasih telah menjadi tempat berkeluh kesah, pendengar setia, sekaligus sumber kekuatan yang tak tergantikan. Dukungan dan semangat yang diberikan telah menjadi bagian penting dalam proses ini, membuat penulis mampu bertahan dan terus melangkah. Semoga segala kebaikan tersebut berakhir dengan kebahagiaan yang indah.

10. Kepada teman-teman kkn desa tanah merah yang tak henti memberi semangat, dan menemani setiap langkah perkuliahan hingga masa akhir. Terimakasih telah menjadi bagian penting dalam perjalanan ini.

11. Dan teruntuk diri sendiri, terimakasih telah berjuang, bertahan, dan dapat mengendalikan diri dari berbagai rasa yang terlintas hingga detik ini. Karena sesulit apapun diri ini tidak berfikir untuk menyerah dan menanamkan “apapun rintangan di dunia perkuliahan, pulanglah sebagai sarjana”.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan di masa yang akan datang.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi informasi, serta menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya.

Medan, 2025

(Muhammad Irfan)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II	6
LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Pertanian Cerdas	6
2.1.1 Fungsi Pertanian Cerdas	7
2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Pertanian Cerdas	9
2.2 Hama Keong Mas pada Tanaman Padi.....	10
2.2.1 Identifikasi Keong Mas	11
2.2.2 Dampak Hama Keong Mas Pada Tanaman Padi	11
2.2.3 Teknologi IoT Dalam Pertanian	12
2.2.4 Komponen Utama Dalam Sistem IoT Pertanian.....	13
2.3 Manfaat Penerapan Teknologi IoT dalam Pertanian Cerdas.....	18
2.4 Sistem Deteksi Hama Keong Mas Berbasis IoT	19
2.4.1 Strategi Pengolahan Data dalam Sistem Pertanian Berbasis IoT	21
2.4.2 Integrasi IoT dengan Sistem Peringatan Dini	22
2.5 YOLOv8 (<i>You Only Look Once</i> versi 8).....	23
BAB III.....	25
METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Metode Penelitian	25
3.2 Model Pengembangan Sistem	25
3.3 Subjek, Objek, Waktu Penelitian.....	27
3.4 Perancangan Sistem	27
3.4.1 Rancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	28
3.4.2 Rancangan Perangkat lunak (<i>Software</i>)	29
3.4.3 Alur Kerja Sistem	29
3.5 Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data.....	33
3.5.1 Observasi Lapangan	34

3.5.2	Pengujian Sistem.....	34
3.5.3	Kuesioner.....	35
3.5.4	Intrumen Penelitian	35
3.6	Teknik Analisis Data	37
3.6.1	Analisis Data Kuisisioner.....	37
3.7	Metode Pengolahan Data	38
3.8	Pengujian dan Evaluasi Sistem.....	39
BAB IV		42
HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Gambaran Umum Sistem	42
4.2	Tampilan dan Fitur Sistem	43
4.2.1	Antarmuka Web Lokal	44
4.2.2	Visualisasi Deteksi Keong mas	45
4.2.3	Tampilan Data Sensor	47
4.2.4	Tampilan Data Admin	49
4.2.5	Tampilan Laporan Sistem	50
4.2.6	Dokumentasi Perangkat Keras IoT	52
4.3	Hasil Pengujian Deteksi dan Sensor	53
4.3.1	Hasil Deteksi Visual (YOLOv8).....	53
4.3.2	Hasil Pembacaan Sensor dan Web Lokal	54
4.3.3	Analisis Pengamatan Lapangan	55
4.4	Cuplikan Kode Program	57
4.4.1	Kode Pemrosesan Kamera dan YOLOv8.....	58
4.4.2	Kode Pembacaan Sensor	59
4.4.3	Kode Web Antarmuka Lokal.....	61
4.5	Hasil Kuesioner Tanggapan Pengguna	62
4.5.2	Analisis Berdasarkan Model TAM	63
	Berikut hasil analisis kuisisioner berdasarkan keempat aspek TAM: ...	63
4.6	Pembahasan	64
BAB V		68
KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 DHT 22	14
Gambar 2. 2 Capacitive Soil Moisture.....	14
Gambar 2. 3 LDR Sensor	15
Gambar 2. 4 Logitech	15
Gambar 2. 5 ESP32.....	16
Gambar 2. 6 Baterai silinder 18650	16
Gambar 2.7 Layar LCD	17
Gambar 3. 1 Alur Pengembangan Sistem Deteksi Hama Keong Mas Berbasis IoT	31
Gambar 3. 2 Alur Deteksi Hama Keong Mas Menggunakan Kamera dan Sensor Berbasis IoT	33
Gambar 4. 1 Halaman Login Sistem.....	44
Gambar 4. 2 Menu Navigasi Sistem	44
Gambar 4. 3 Tampilan Hasil Deteksi Visual Keong Mas (YOLOv8).....	45
Gambar 4. 4 Tampilan Tabel Riwayat Deteksi Hama	46
Gambar 4. 5 Grafik Data Sensor Lingkungan	47
Gambar 4. 6 Tabel Riwayat Data Sensor	48
Gambar 4. 7 Tampilan Data Admin.....	49
Gambar 4. 8 menampilkan halaman Cetak Laporan Data Admin	50
Gambar 4. 9 menampilkan halaman Cetak Laporan Data Sensor	51
Gambar 4. 10 halaman Cetak Laporan Data Riwayat Deteksi Hama Padi	51
Gambar 4. 11 Perangkat prototipe sistem IoT.....	52
Gambar 4. 12 Dokumentasi Hasil Pengujian Sistem di Lapangan	56
Gambar 4. 13 Dokumentasi Pengujian Sistem oleh Peneliti.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kisi-kisi Instrumen Kuisisioner Model (TAM).....	36
Tabel 3. 2 Klasifikasi Hasil Kuisisioner Responden.....	37
Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan Deteksi dan Sensor	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi digital saat ini berlangsung sangat pesat, merambah ke berbagai sektor termasuk pertanian. Para ahli terus mengembangkan solusi teknologi, seperti *Internet of Things* (IoT), sensor, dan platform digital, untuk mendukung aktivitas pertanian dan meningkatkan kesejahteraan petani kecil di Indonesia. Pertanian merupakan sektor utama yang berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional di Indonesia. Namun, sektor ini juga menghadapi berbagai tantangan, salah satunya adalah serangan hama yang dapat menurunkan produktivitas tanaman padi. Salah satu hama yang cukup merusak adalah keong mas, terutama pada fase awal pertumbuhan, di mana kehadirannya dapat menyebabkan kerusakan bibit dan penurunan hasil panen secara signifikan (Herdianti, dkk, 2021).

Perkembangan teknologi digital turut membuka peluang baru dalam pengelolaan lahan pertanian melalui penerapan konsep pertanian cerdas (*smart farming*). Salah satu bentuk implementasinya adalah pemanfaatan *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan perangkat digital saling terhubung untuk melakukan pemantauan kondisi lingkungan maupun aktivitas hama secara otomatis dan real-time. Pemanfaatan teknologi IoT dalam bidang pertanian telah menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya serta mempercepat proses pengambilan keputusan berbasis data.

Sebagai bentuk solusi terhadap permasalahan deteksi hama di lapangan, penelitian ini merancang sistem deteksi dini keberadaan keong mas menggunakan kamera eksternal (Logitech) yang terhubung ke laptop. Sistem ini memanfaatkan metode pengenalan visual berbasis *Machine Learning* (YOLOv8) yang dapat secara otomatis mengidentifikasi kehadiran keong mas dari citra sawah. Deteksi dilakukan secara berkala melalui pengambilan gambar melalui kamera, lalu hasil analisis visual ditampilkan melalui antarmuka web lokal, yang memungkinkan petani memantau kondisi sawah secara langsung tanpa harus turun ke lapangan.

Untuk mendukung deteksi yang lebih akurat, sistem juga dilengkapi dengan beberapa sensor lingkungan, yaitu sensor suhu dan kelembapan udara (DHT22), sensor kelembapan tanah, serta sensor cahaya (LDR). Meskipun fitur seperti cloud dan notifikasi belum diimplementasikan, sistem ini sudah menunjukkan elemen penting dari pertanian cerdas berbasis IoT melalui integrasi teknologi digital dan pemantauan lingkungan secara otomatis. Penerapan teknologi ini merupakan langkah strategis dalam mendukung transformasi digital di sektor pertanian, terutama dalam membangun sistem yang adaptif terhadap berbagai tantangan, seperti keterbatasan tenaga kerja dan dampak perubahan iklim. Melalui pemanfaatan data dan otomatisasi, petani dapat merespons kondisi lapangan secara lebih cepat dan akurat, sehingga produktivitas pertanian dapat terus ditingkatkan secara berkelanjutan.

Dengan mempertimbangkan permasalahan hama keong mas yang berdampak serius terhadap produktivitas padi serta peluang penerapan teknologi digital dalam sektor pertanian, maka pengembangan sistem deteksi dini berbasis visual dan sensor lingkungan cerdas berbasis IoT yang mendukung pemantauan hama secara

lebih efisien, presisi, dan berkelanjutan, sekaligus mendorong petani untuk lebih terbuka terhadap teknologi digital dalam pengelolaan lahan pertanian.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan utama dalam penelitian ini berfokus pada bagaimana merancang dan membangun sistem deteksi dini hama keong mas berbasis visual dengan menggunakan kamera eksternal yang terintegrasi dengan metode *Machine Learning* YOLOv8, sehingga sistem mampu mengenali objek secara otomatis.

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya akan fokus pada deteksi hama keong yang umum menyerang tanaman padi.
2. Sistem yang akan dikembangkan menggunakan kamera eksternal (Logitech) dan pemrosesan visual otomatis berbasis *Machine Learning* (YOLOv8), serta menampilkan hasil deteksi melalui halaman web lokal.
3. Penelitian dilakukan di lahan pertanian padi di Dolok Masihul, dengan kondisi agronomi dan iklim yang terbatas pada waktu pelaksanaan.
4. Metode deteksi dalam penelitian ini terbatas pada pengolahan citra visual, tanpa melibatkan sensor gerak fisik seperti PIR ataupun metode pengamatan manual.
5. Data yang dianalisis dalam penelitian ini mencakup hasil deteksi visual serta data lingkungan dari sensor pendukung, seperti suhu udara kelembapan, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya. Namun, analisis data lingkungan hanya dilakukan secara deskriptif untuk mendukung konteks deteksi, tanpa pembahasan korelasi statistik yang mendalam.

6. Petani hanya dilibatkan sebagai responden melalui kuesioner untuk mengetahui tanggapan terhadap sistem, tanpa dilakukan pelatihan penggunaan alat secara langsung dilapangan.
7. Evaluasi sistem dibatasi pada keberhasilan deteksi visual dan keterbacaan data lingkungan melalui antarmuka web, tanpa membahas aspek notifikasi otomatis maupun dampak ekonomi secara kuantitatif.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membangun sistem deteksi hama keong mas berbasis visual menggunakan kamera eksternal (Logitech) dan metode *Machine Learning*.
2. Mengintegrasikan sensor pendukung (suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya) sebagai informasi tambahan dalam sistem monitoring.
3. Menguji kinerja sistem dalam mendeteksi kehadiran hama keong mas di lapangan pada waktu dan kondisi lingkungan berbeda.
4. Mengetahui tanggapan pengguna (petani) terhadap sistem yang dikembangkan, khususnya dari segi kemudahan penggunaan dan manfaat potensial dalam kegiatan pertanian.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Menyediakan sistem pemantauan visual hama keong mas yang dapat membantu deteksi hama secara lebih cepat, sehingga dapat mendukung keputusan pengendalian yang lebih tepat, meskipun sistem masih berbasis lokal.
2. Memberikan gambaran awal tentang penerapan kamera eksternal dan metode *Machine learning* (YOLOv8) dalam mendeteksi hama tanaman padi sebagai pendekatan awal dari pertanian cerdas.

3. Menjadi acuan awal dalam pengembangan sistem berbasis visual dan sensor lingkungan pada bidang pertanian, dengan pemanfaatan teknologi terbuka dan sumber daya terbatas
4. Menjadi dasar untuk inovasi ketahap selanjutnya, seperti integrasi dengan kamera internal (ESP32-CAM), pengiriman data ke cloud, ataupun manual melalui dashboard lokal.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pertanian Cerdas

Pertanian cerdas yang juga dikenal sebagai *smart farming* melibatkan pemanfaatan teknologi otomasi dan *Internet of Things* (IoT) dalam praktik pertaniannya. Inovasi teknologi ini memiliki peran sentral dalam meningkatkan daya saing dan dinamika pertanian di Indonesia. Saat ini, sektor tanaman pangan di tingkat nasional masih mengandalkan sumber daya alam dan belum sepenuhnya memanfaatkan potensi teknologi untuk meningkatkan produktivitas dan hasil panen yang optimal. Untuk menggalakkan penggunaan teknologi ini, berbagai pihak, seperti lembaga riset, perguruan tinggi, petani, dan pelaku usaha di bidang tanaman pangan yang memiliki aspek komersial, sedang aktif mengembangkan teknologi yang dapat diakses oleh petani. Meskipun begitu, diperlukan lebih banyak penelitian yang mendalam di bidang ini (Dodi Yudo, dkk, 2024).

Teknologi *smart farming* saat ini tidak hanya berkembang di negara maju, ditengah gencarnya arus informasi dan teknologi (seperti penggunaan handphone dan penggunaan internet), beberapa Negara berkembang sudah menggunakan metode *smart farming* (Rachmawati, 2020). *Smart farming* atau pertanian digital adalah Solusi pintar di sektor pertanian yang memanfaatkan system jaringan berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk melakukan pemantauan dan pengendalian otomatis pada area pertanian (Arta, 2023). Hasil dari teknologi pertanian cerdas perlu dibagikan dan dipahami agar lebih memahami gagasan bahwa teknologi pertanian cerdas dapat menghasilkan perubahan positif (Rachmawati, 2020). Manfaat teknologi pertanian cerdas akan memberikan perubahan pada pendapatan dan peningkatan produktivitas petani, serta memperbaiki kondisi struktur sosial

ekonomi khususnya masyarakat petani. Implementasi *Smart Farming* menawarkan berbagai teknologi seperti sensor tanah, sensor kamera, dan analisis big data yang memungkinkan menjadi lebih presisi dan efisien (Anwarudin, 2020).

Menurut beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa *Smart farming* atau pertanian cerdas merupakan penerapan teknologi otomasi dan *Internet of Things* (IoT) dalam sektor pertanian untuk meningkatkan daya saing dan produktivitas. Di Indonesia, sektor pertanian masih bergantung pada sumber daya alam dan belum sepenuhnya memanfaatkan teknologi. Oleh karena itu, berbagai pihak seperti lembaga riset, perguruan tinggi, dan pelaku usaha tengah mengembangkan teknologi yang dapat diakses oleh petani. Meskipun teknologi ini lebih berkembang di negara maju, beberapa negara berkembang juga mulai menerapkan *smart farming* dengan memanfaatkan jaringan IoT untuk pemantauan dan pengendalian otomatis pertanian. Implementasi teknologi ini membawa manfaat signifikan, seperti peningkatan pendapatan petani, efisiensi produksi, serta perbaikan sosial ekonomi. Teknologi yang digunakan mencakup sensor tanah, sensor kamera, dan analisis big data untuk meningkatkan presisi pertanian. Penyebaran informasi mengenai *smart farming* menjadi penting agar lebih banyak pihak memahami dampak positifnya dalam sektor pertanian.

2.1.1 Fungsi Pertanian Cerdas

Ditengah tantangan yang dihadapi oleh sektor pertanian, seperti perubahan iklim dan meningkatnya kebutuhan pangan, pertanian cerdas muncul sebagai pendekatan inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dengan memanfaatkan teknologi modern, pertanian cerdas tidak berbasis data. Berikut adalah beberapa fungsi utama dari sistem pertanian cerdas, khususnya dalam konteks deteksi hama keong mas:

1) Pemantaun Lingkungan Secara *Real-Time*

Sistem menggunakan berbagai sensor seperti DHT22 (suhu dan kelembapan udara), sensor kelembapan tanah, dan sensor cahaya (LDR) untuk memantau kondisi lingkungan secara berkala. Informasi ini membantu mengenali kondisi mikroklimat yang dapat mendukung aktivitas hama, sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan dengan lebih cepat.

2) Deteksi Hama Melalui Kamera Eksternal dan Pemrosesan Visual

Sistem ini memanfaatkan kamera eksternal (Logitech) yang terhubung ke labtop untuk mengambil citra secara berkala. Citra tersebut dianalisis oleh model *Machine Learning* (YOLOv8) untuk mendeteksi keberadaan hama keong mas secara otomatis dan langsung.

3) Analisis Data Lingkungan untuk Mendukung Deteksi

Data dari sensor lingkungan digunakan secara deskriptif untuk mendukung proses interpretasi deteksi visual. Meskipun tidak dianalisis secara statistik mendalam, data ini memberikan gambaran umum mengenai kondisi yang mempengaruhi munculnya hama.

4) Penyajian Data Melalui Antarmuka Web Lokal

Hasil deteksi ditampilkan dalam bentuk visual melalui halaman web lokal yang dapat diakses oleh pengguna (petani). Antarmuka ini memungkinkan pemantauan kondisi sawah tanpa harus turun langsung kelapangan.

5) Pengumpulan Data untuk Pengembangan Sistem Selanjutnya

Sistem ini merekam dan menyimpan data deteksi serta kondisi lingkungan yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan sistem lanjutan. Potensi pengembangan termasuk integrasi notifikasi otomatis dan pengiriman data ke cloud.

2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Pertanian Cerdas

Dalam era pertanian yang semakin maju, pertanian cerdas menjadi salah satu solusi inovatif untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Namun, seperti teknologi lainnya, penerapan pertanian juga memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan. Berikut adalah beberapa point kelebihan dan kekurangan pertanian cerdas:

1. Kelebihan Pertanian Cerdas

1) Peningkatan Produktivitas dan Efisiensi

Penerapan teknologi pertanian cerdas dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan meningkatkan hasil panen melalui pemantauan kondisi lahan secara real-time (Lilik Sutiarto, 2019).

2) Pengelolaan Sumber Daya yang Lebih Baik

Mengidentifikasi bahwa teknologi pertanian cerdas membantu dalam pengelolaan air dan nutrisi secara efisien, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan keberlanjutan lingkungan (Santoso, 2014).

3) Adaptasi terhadap Perubahan Iklim

Organisasi Internasional melalui pertanian cerdas, petani dapat beradaptasi lebih baik terhadap ketidakpastian yang disebabkan oleh perubahan iklim, memitigasi dampak lingkungan, dan meningkatkan ketahanan produksi pertanian (ISO, 2023)

2. Kekurangan Pertanian Cerdas

1) Keterbatasan Infrastruktur dan Akses Implementasi

Pertanian cerdas memerlukan standarisasi teknologi yang kompatibel dan infrastruktur teknologi informasi yang memadai, yang seringkali belum tersedia di banyak daerah (Lilik Sutiarto, 2019)

2) Biaya Implementasi yang Tinggi

Keterbatasan modal dan akses terhadap teknologi menjadi hambatan bagi petani, terutama mereka dengan lahan sempit dan sumber daya terbatas, untuk mengadopsi teknologi pertanian cerdas (Santoso, 2014)

3) Keterampilan dan Pengetahuan SDM yang terbatas

Menggaris bawahi bahwa transformasi menuju pertanian modern memerlukan peningkatan kualitas sumber daya manusia dalam mengakses dan menggunakan teknologi pertanian cerdas secara efektif (Lilik Sutiarto, 2019)

2.2 Hama Keong Mas pada Tanaman Padi

Tanaman padi merupakan sumber makanan utama bagi mayoritas penduduk Indonesia. Meskipun ada alternatif makanan lain yang dapat menggantikan padi, nasi memiliki nilai khusus bagi mereka yang terbiasa mengonsumsinya dan sulit digantikan oleh sumber makanan lain. Padi adalah satu sumber pangan yang kaya nutrisi dan memberikan energi yang cukup bagi tubuh manusia, karena mengandung komponen yang mudah di ubah menjadi energi. Keong mas termasuk hama penting bagi tanaman padi di berbagai daerah di Indonesia. Hama ini menyerang tanaman mulai dari tahap persemaian hingga pertanaman. Serangan yang paling parah terjadi pada saat tanaman berusia 1-7 hari setelah pindah tanam hingga berusia 30 hari. Keong mas terutama menyerang bakal anakan tanaman padi, yang mengakibatkan pengurangan jumlah anakan.

Keong mas dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman padi dengan intesitas antara 13,2% hingga 96,5%. Salah satu faktor utama yang membuat keong mas sulit diberantas adalah kemampuannya yang tinggi untuk beradaptasi, sehingga ia dapat hidup di berbagai jenis habitat. Selain itu, tingginya daya reproduksi, serta

kemampuannya untuk bertahan dikondisi lingkungan yang kering, juga menjadi alasan mengapa keong mas merupakan hama yang banyak ditemukan di sawah.

2.2.1 Identifikasi Keong Mas

Keong mas diidentifikasi sebagai salah satu hama yang paling merusak tanaman padi, terutama di daerah rawa dan sawah (Prasetyo & Raharjo, 2014). Hama ini memiliki siklus hidup yang cepat dan dapat berkembang biak dengan sangat baik, sehingga populasi keong mas dapat meningkat pesat dalam waktu yang singkat (Rahayu, dkk, 2016). Serangan keong mas dapat mengurangi produksi padi secara signifikan dengan menyerang bakal anakan, yang mengakibatkan penurunan hasil panen (Widiastuti, 2018).

Selain itu, keong mas memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan, sehingga sulit untuk dikendalikan (Novianty, 2019). Hama ini juga mampu bertahan hidup dalam kondisi ekstrim, termasuk kekeringan, yang menambah kesulitan bagi petani (Setiawan & Cahyono, 2020). Penggunaan metode pertanian cerdas dapat membantu petani mengurangi dampak serangan keong mas dan meningkatkan ketahanan tanaman (Lestari, dkk, 2021). Oleh karena itu, pengendalian terpadu sangat penting dalam mengatasi hama ini, termasuk pengelolaan habitat dan penggunaan pestisida ramah lingkungan (Hidayati, 2022). Selain mengancam hasil pertanian, keong mas juga dapat mempengaruhi ekosistem perairan di sekitarnya (Sari & Nugroho, 2023).

2.2.2 Dampak Hama Keong Mas Pada Tanaman Padi

Hama keong mas memberikan dampak signifikan terhadap tanaman padi. Serangan keong mas dapat menyebabkan kerusakan parah pada tanaman, terutama pada fase persemaian dan pertumbuhan awal, yang mengakibatkan penurunan jumlah anakan padi (Prasetyo & Raharjo, 2014). Dengan kemampuan reproduksi

yang tinggi, keong mas dapat berkembang biak dengan cepat, sehingga populasi hama ini meningkat pesat dan memperburuk tingkat kerusakan (Rahayu, dkk, 2016).

Serangan keong mas tidak hanya mengurangi hasil panen, tetapi juga mempengaruhi kualitas padi yang dihasilkan (Widiastuti, 2018). Selain itu, keong mas juga dapat bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan, sehingga sulit untuk dikendalikan dan seringkali menyebabkan kerugian ekonomi yang besar bagi para petani. Dengan demikian, dampak hama keong mas pada tanaman padi sangat kompleks dan memerlukan strategi pengendalian yang efektif untuk meminimalkan kerugian yang ditimbulkan (Novianty, 2019).

Pengendalian hama keong mas harus dilakukan secara terpadu, mengingat hama ini tidak hanya menyerang satu fase pertumbuhan tanaman, tetapi juga dapat menginfeksi berbagai varietas padi. Pentingnya pemantauan rutin dan penerapan metode pengendalian biologis seperti pemanfaatan predator alami untuk mengurangi populasi keong mas. Dengan pendekatan ini, diharapkan kerugian yang diakibatkan oleh hama ini dapat diminimalkan, dan keberlanjutan produksi padi dapat terjaga.

2.2.3 Teknologi IoT Dalam Pertanian

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membuka peluang besar untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi di sektor pertanian. Dalam konteks pertanian modern, IoT memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time, pengelolaan sumber daya, dan otomatisasi proses pertanian (Ullo & Sinha, 2021), selain itu IoT adalah jaringan perangkat yang terhubung melalui internet, memungkinkan komunikasi, pengumpulan data real-time, dan pengambilan keputusan berbasis informasi (Fakhrudin, dkk, 2024).

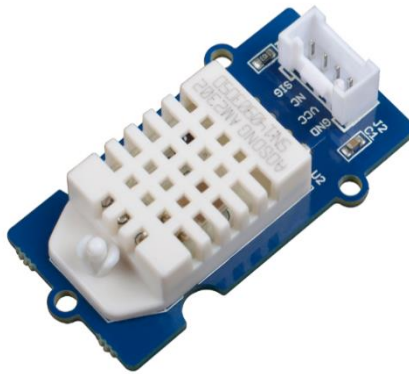
Kemajuan Teknologi Informasi (TI) telah menghasilkan dampak signifikan dan perubahan yang sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam sektor pertanian (Subeesh & Mehta, 2021), kemampuan IoT mencakup pengumpulan data, pengolahan informasi secara otomatis, dan kontrol yang dapat dilakukan kapan saja. Dengan memanfaatkan teknologi ini, sektor pertanian desa dapat mempercepat transformasi digitalnya, memberikan akses yang lebih besar terhadap teknologi pintar, dan memungkinkan petani untuk membuat keputusan berbasis data (Susanto et al., 2022).

Berdasarkan pengertian *Internet of Things* (IoT) menurut para ahli perkembangan teknologi *Internet of Things* meningkatkan produktivitas dan efisiensi sektor pertanian melalui pemantauan real-time, pengelolaan sumber daya, dan otomatisasi proses. IoT sebagai jaringan perangkat terhubung, memungkinkan komunikasi dan pengambilan keputusan berbasis data. Kemajuan Teknologi Informasi (TI) juga membawa perubahan signifikan dalam pertanian, mempercepat transformasi digital dan memberi petani akses yang lebih besar terhadap teknologi pintar untuk pengambil keputusan yang lebih baik.

2.2.4 Komponen Utama Dalam Sistem IoT Pertanian

Dalam era digital ini, teknologi semakin berperan penting dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam pertanian. Dengan penerapan *Internet of Things* (IoT), petani dapat mengoptimalkan proses pertanian, meningkatkan efisiensi, dan meminimalkan risiko kerugian. Berikut adalah komponen utama dalam sistem IoT pertanian:

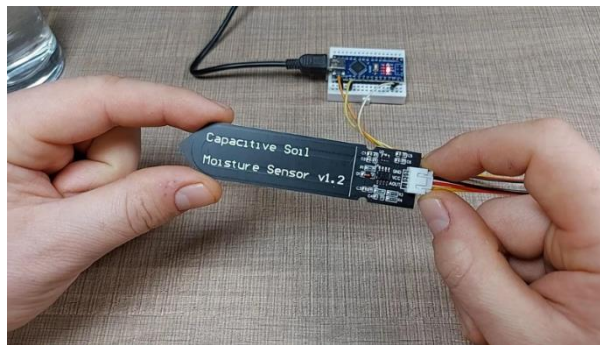
1) Sensor



Gambar 2. 1 DHT 22

Sumber : <https://www.seeedstudio.com/blog/2020/04/20/dht11-vs-dht22-am2302-which-temperature-humidity-sensor-should-you-use/>

Sensor digital yang mengukur suhu dan kelembapan udara, penting untuk memantau kondisi lingkungan di sekitar tanaman padi. Membantu petani memahami kondisi mikroklimat yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan aktivitas hama.



Gambar 2. 2 Capacitive Soil Moisture

Sumber : <https://www.instructables.com/Capacitive-Soil-Moisture-Sensor-Basics/>

Sensor yang mengukur kelembapan tanah dengan prinsip kapasitansi. Mengonfirmasi petani tentang tingkat kelembapan tanah, yang dapat memengaruhi Kesehatan tanaman dan potensi serangan hama. Kelembapan yang tidak tepat dapat menarik hama tertentu.



Gambar 2. 3 LDR Sensor

Sumber : <https://elektronikindo.com/jenis-jenis-sensor-ldr/>

Resistor yang nilai resistensinya bervariasi tergantung pada identitas cahaya. Memantau tingkat cahaya di area pertanian, yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan aktivitas hama. Hama tertentu mungkin lebih aktif pada kondisi cahaya tertentu.

2) Modul Kamera

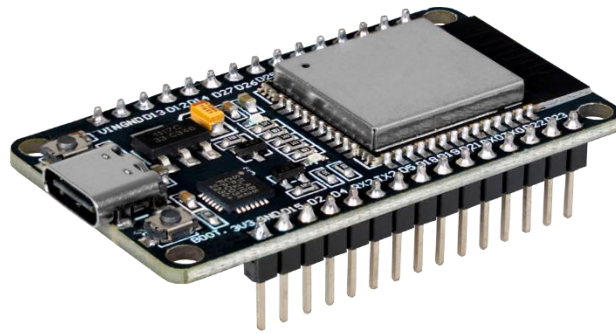


Gambar 2. 4 Logitech

Sumber: <https://www.logitech.com/id-id/shop/p/c310-hd-webcam>

Kamera ini terhubung ke labtop melalui kabel USB dan digunakan untuk mengambil gambar sawah secara berkala. Gambar tersebut dianalisis menggunakan model Machine Learning (YOLOv8) untuk mendeteksi keberadaan hama keongmas. Hasil deteksi kemudian ditampilkan melalui antarmuka web lokal.

3) Koneksi Jaringan



Gambar 2. 5 ESP32

Sumber : <https://joy-it.net/en/products/SBC-NodeMCU-ESP32-C>

Digunakan sebagai mikrokontroler utama yang menghubungkan dan membaca data dari berbagai sensor (DHT22, soil moisture, LDR). Mikrokontroler ini memiliki kemampuan komunikasi nirkabel, namun dalam sistem ini hanya digunakan untuk membaca data dan mengirimkannya secara lokal ke tampilan antarmuka.

4) Sumber daya



Gambar 2. 6 Baterai silinder 18650

Sumber: <https://indonesian.tacbattery.com/sale-35070343-recharge-lithium-ion-cylindrical-battery-icr18650-3-6v-2500mah-with-usb-terminal.html>

Baterai silinder 18650 adalah jenis baterai lithium-ion berbentuk silindris dengan dimensi sekitar 18 mm x 65 mm. Baterai ini dirancang untuk menyimpan energi dalam bentuk kimia dan dapat diisi ulang. Baterai 18650 sering digunakan dalam sistem IoT dan perangkat portabel karena kapasitas penyimpanan yang tinggi dan daya tahan yang baik. Dalam konteks pertanian cerdas, baterai ini menyediakan sumber daya listrik yang diperlukan untuk menjalankan sensor dan perangkat pengendali secara mandiri, sehingga meningkatkan efisiensi dalam pemantauan dan deteksi hama tanaman padi.

5) Layar LCD



Gambar 2. 7 LCD yang terhubung dengan ESP32

Sumber : <https://www.oreilly.com/library/view/intelligent-iot-projects/9781787286429/580cc3e3-ddec-4a9f-bfe4-b48c2b90834e.xhtml>

Layar LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan informasi singkat secara langsung di lapangan, seperti hasil pembacaan sensor suhu, kelembapan, atau kondisi tanah. Modul ini sangat membantu petani dalam memantau kondisi lingkungan secara langsung di lokasi tanpa harus membuka laptop atau mengakses antarmuka web. Penggunaan LCD juga menambah nilai portabilitas sistem, karena data penting bisa segera dibaca dari alat.

2.3 Manfaat Penerapan Teknologi IoT dalam Pertanian Cerdas

Teknologi Internet of Things (IoT) memberikan banyak manfaat dalam konteks pertanian cerdas (smart farming), terutama dalam meningkatkan efisiensi pemantauan, pengambilan keputusan dalam penelitian ini masih berada pada tahap prototipe, penerapan teknologi berbasis sensor dan pengolahan citra otomatis telah menunjukkan potensi besar dalam mendukung produktivitas dan ketahanan pertanian. Berikut adalah beberapa manfaat penerapan teknologi IoT dalam sistem ini :

1) Deteksi Hama Secara Dini

Dengan memanfaatkan kamera eksternal (Logitech) dan model deteksi visual berbasis YOLOv8, sistem dapat mengidentifikasi keberadaan hama keong mas secara otomatis melalui citra yang ditangkap dari area sawah. Hal ini memungkinkan petani untuk melakukan tindakan lebih cepat dalam menanggulangi potensi kerusakan tanaman.

2) Pemantauan Lingkungan yang Akurat

Sensor DTH22, *Capacitive Soil Moisture* dan LDR digunakan untuk memantau suhu udara, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya secara real-time. Data ini memberikan informasi penting tentang kondisi lingkungan yang memengaruhi aktivitas hama dan pertumbuhan tanaman.

3) Efisiensi dalam Penggunaan Sumber Daya

Dengan informasi lingkungan yang lebih akurat, petani dapat mengatur penggunaan air dan pestisida secara lebih tepat. Hal ini tidak hanya menghemat biaya operasional, tetapi juga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan akibat penggunaan bahan kimia yang berlebihan.

4) Peningkatan Kualitas dan Produktivitas

Deteksi hama yang lebih tepat sasaran membantu mengurangi Tingkat serangan yang merusak tanaman, sehingga dapat meningkatkan hasil panen dan menjaga kualitas produk pertanian.

5) Kemudahan Akses Data Melalui Web Lokal

Hasil deteksi dan data sensor ditampilkan melalui antarmuka web lokal yang dapat diakses dengan mudah melalui perangkat labtop di sekitar alat. Ini memberikan kemudahan pemantauan tanpa perlu koneksi internet atau aplikasi tambahan.

2.4 Sistem Deteksi Hama Keong Mas Berbasis IoT

Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam sektor pertanian semakin berkembang pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem monitoring otomatis dan efisien. IoT memungkinkan pengumpulan data lingkungan dan kondisi lapangan secara real-time, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam praktik pertanian (Kristiana Bude, dkk, 2024). Teknologi ini mendukung otomatisasi dan presisi dalam pengelolaan tanaman serta menjadi pilar utama dalam pertanian cerdas (Wolfert, dkk, 2017).

Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi hama keong mas berbasis IoT menggunakan pendekatan visual berbantuan kamera eksternal dan algoritma deteksi objek berbasis Machine Learning. Sistem ini memanfaatkan kamera Logitech yang dihubungkan langsung ke labtop untuk menangkap gambar sawah secara berkala. Citra yang diperoleh kemudian diproses menggunakan model YOLOv8 (*You Only Look versi 8*) yang telah dilatih khusus untuk mengenali objek keong mas dari data set citra pelatihan. Penggunaan YOLO dalam bidang pertanian telah terbukti efisien dalam mendeteksi hama dan objek tanaman dengan kecepatan serta akurasi tinggi (Frentinos, 2018).

Pendekatan visual dinilai efektif dalam pemantauan hama secara otomatis, bahkan tanpa bantuan sensor gerak fisik seperti PIR. Penelitian terdahulu juga membuktikan bahwa deteksi objek berbasis kamera dan deep learning dapat bekerja optimal dalam kondisi lapangan yang kompleks (Sa, dkk, 2016). Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pemrosesan citra daripada sensor gerakan.

Hasil deteksi yang dilakukan oleh model YOLOv8 ditampilkan melalui antarmuka web lokal. Petani atau pengguna sistem dapat membuka tampilan web ini dari labtop yang terhubung langsung ke sistem. Tidak seperti sistem berbasis cloud, sistem ini tidak memerlukan koneksi internet atau server eksternal, sehingga lebih hemat daya dan cocok untuk daerah pertanian terpencil. Sistem prototipe seperti ini juga dinilai tetap efektif untuk mendukung aktivitas pertanian presisi berskala kecil (Misir, dkk, 2018).

Untuk melengkapi data visual, sistem ini juga mengintegrasikan tiga sensor lingkungan utama, yaitu DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, capacitive soil moisture sensor untuk kelembapan tanah, dan sensor LDR untuk mengukur intensitas cahaya sekitar. Ketiga sensor ini memberikan konteks lingkungan yang relevan saat proses deteksi dilakukan. Pemanfaatan kombinasi sensor semacam ini telah menjadi praktik umum dalam sistem monitoring pertanian modern karena mampu meningkatkan pemahaman petani terhadap mikrolimat tanaman (Patil & Kale, 2016).

Dengan pendekatan ini, sistem memberikan gambaran menyeluruh bagi petani terhadap kondisi lahan secara virtual dan berbasis sensor. Petani tidak perlu melakukan pengecekan langsung ke sawah, melainkan cukup melalui tampilan web yang memperlihatkan hasil deteksi dan kondisi lingkungan secara real-time. Hal ini

berpotensi menghemat waktu dan tenaga kerja, sekaligus meminimalkan penggunaan pestisida karena deteksi dilakukan secara lebih tepat.

2.4.1 Strategi Pengolahan Data dalam Sistem Pertanian Berbasis IoT

Dalam sistem pertanian berbasis IoT yang dikembangkan, strategi pengolahan data berfokus pada integrasi antar pembacaan sensor lingkungan dan pemrosesan visual berbasis Machine Learning. Sistem berjalan lokal dalam satu jaringan Wi-Fi tertutup antar perangkat ESP32 dan labtop, sehingga tidak memerlukan koneksi internet eksternal.

1) Pembacaan Data Sensor Lingkungan Secara Real-Time

Sensor lingkungan seperti DHT22 untuk suhu dan kelembapan udara, capacitive soil moisture sensor untuk kelembapan tanah, dan LDR untuk intensitas cahaya digunakan untuk memperoleh informasi kondisi mikrolimat sawah secara berkala. Sensor-sensor ini mengirimkan data ke ESP32, yang kemudian mengirimkannya ke web server lokal melalui komunikasi Wi-Fi. Model seperti ini banyak diterapkan pada sistem monitoring pertanian karena mampu memberikan informasi real-time yang dapat dimanfaatkan langsung oleh petani (Patil & Kale, 2016)

2) Deteksi Visual Berbasis Kamera dan Model YOLOv8

Sistem ini mengandalkan deteksi visual berbasis kamera eksternal (Logitech) yang terhubung ke labtop. Kamera menangkap gambar area sawah dalam interval tertentu, kemudian gambar tersebut diproses menggunakan model YOLOv8 yang telah dilatih untuk mengenali objek keong mas. Deteksi visual menggunakan deep learning seperti YOLO terbukti efektif untuk keperluan pertanian presisi karena dapat mengenali objek dengan cepat dan akurat (Ferentinos, 2018)

3) Visualisasi Hasil Deteksi dan Sensor melalui Web Local

Data hasil visual dan pembacaan sensor ditampilkan melalui antarmuka web lokal yang dapat diakses menggunakan browser di labtob yang sama dalam jaringan. Halaman ini memberikan informasi secara langsung tanpa harus menyimpan data di server cloud atau mengirimkan data melalui internet. Desain ini memungkinkan sistem bekerja sepenuhnya secara offline namun tetap mendukung pengamatan berkala (Sa, dkk, 2016)

4) Pembatasan Ruang Lingkup Fitur

Dalam tahap prototipe ini, sistem belum mengimplementasikan fitur-fitur seperti penyimpanan data historis, pengolahan prediktif, atau pengiriman notifikasi otomatis ke perangkat pengguna. Meski demikian, desain dasar yang digunakan telah memberikan fondasi kuat bagi pengembangan sistem pertanian cerdas skala kecil yang dapat ditingkatkan di masa depan (Wolfert, dkk, 2017).

2.4.2 Integrasi IoT dengan Sistem Peringatan Dini

Penerapan Internet of Things (IoT) dalam pertanian telah mendorong terciptanya model pemantauan lingkungan dan deteksi hama yang lebih efisien berbasis data. Dengan mengintegrasikan sensor lingkungan, kamera visual, serta sistem pemrosesan lokal, petani dapat melakukan pengawasan kondisi lahan secara real-time tanpa perlu intervensi langsung ke lapangan (Wolfert. dkk, 2017).

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak sepenuhnya menerapkan konsep peringatan dini berbasis cloud atau aplikasi mobile, namun tetap mengacu pada prinsip dasar IoT yaitu konektivitas antar perangkat, otomatisasi, dan pemantauan data lingkungan secara real-time (Kristina bude, dkk, 2024). Sistem ini berjalan dalam satu jaringan Wi-Fi lokal tertutup antara ESP32 dan labtob, sehingga tidak memerlukan koneksi internet eksternal (Misi, dkk, 2018).

Komponen utama dalam sistem ini yaitu:

1) Sensor Lingkungan

Sistem menggunakan sensor DHT22, capacitive soil moisture, dan sensor LDR. Sensor-sensor ini memberikan informasi mengenai kondisi iklim mikro sawah yang berpengaruh terhadap aktivitas hama (Zhang, dkk, 2020).

2) Kamera Visual Berbasis Deteksi Objek

Sistem ini memanfaatkan kamera eksternal Logitech yang terhubung ke labtop. Kemudian menangkap citra area sawah, kemudian diproses oleh model YOLOv8 untuk mendeteksi keberadaan keong mas secara otomatis. Pendekatan ini terbukti efektif dalam pemantauan hama di lapangan (Almeida, dkk, 2021).

3) Pemrosesan Data Real-Time

Seluruh data sensor dan hasil deteksi visual ditampilkan dalam halaman web lokal yang diakses melalui labtop. Data tidak disimpan secara historis dalam cloud, namun dapat dipantau langsung oleh pengguna saat sistem aktif (Kumar & Singh, 2022).

2.5 YOLOv8 (*You Only Look Once versi 8*)

YOLOv8 merupakan model deep learning berbasis CNN (*Convolutional Neural Network*) yang digunakan dalam sistem ini untuk mengenali objek keong mas dari citra kamera. Algoritma ini mendeteksi pola visual secara instan dari hasil tangkapan kamera (Bhat, dkk, 2021).

YOLO (*You Only Look Once*) adalah deteksi objek real-time yang pertama kali diperkenalkan oleh Joseph Redmon dkk pada tahun 2016. Algoritma ini dikenalkan karena kecepatannya dalam memproses gambar secara langsung dalam satu kali pemindaian (*single forward pass*) menggunakan jaringan konvolusional. YOLOv8 merupakan versi terbaru yang dikembangkan oleh Ultralytics, yang membawa

berbagai peningkatan dari versi sebelumnya seperti peningkatan akurasi, efisiensi arsitektur, dan kemampuan transfer learning (Ultralytics, 2023)

YOLO mengadopsi pendekatan end-to-end di mana deteksi objek dilakukan tanpa perlu proses pemisahan region proposal seperti pada metode R-CNN. Model ini melakukan klasifikasi dan regresi posisi objek secara bersamaan pada grid citra. Selain itu, YOLOv8 telah dilengkapi dengan arsitektur anchor-free yang mempermudah proses pelatihan dan membuat deteksi lebih fleksibel terhadap berbagai ukuran objek (Chowdhury, dkk, 2023).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada studi ini adalah metode R&D (*Reserch and Developmen*). Pendekatan ini menggabungkan penelitian untuk mehami masalah pengelolaan hama dengan pengembangan sistem deteksi dini berbasis IoT yang inovatif. Proses penelitian ini di mulai dengan identifikasi masalah yang di alami oleh petani dalam pengelolaan hama, diikuti dengan studi literatur dan analisis kebutuhan. Setelah itu, sistem deteksi dini akan dirancang dan kembangkan, melibatkan pengujian prototipe dalam kondisi nyata untuk mengevaluasi efektivitas dan keandalannya. Umpan balik dari pengguna akan digunakan untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan sistem, sehingga menghasilkan solusi yang sesuia dan bermanfaat bagi petani dalam meningkatkan produktivitas pertanian.

3.2 Model Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dalam penelitian ini dilakukan melalui lima tahapan utama, mulai dari identifikasi masalah hinggan evaluasi sistem stelah diujicobakan. Setiap tahapan disusun secara sitematis untuk menghasilkan prototipe sistem deteksi hama keong mas berbasis IoT yang dapat diimplementasikan di lapangan.

1. Identifikasi Masalah dan Kebutuhan Sistem

Tahap ini dilakukan dengan mengamati langsung permasalahan yang di hadapi petani di Kecamatan Dolok Masihul, khususnya dalam hal pengendalian hama keong mas. Ditemukan bahwa deteksi keberadaan hama di lahan padi sering terlambat karena dilakukan secara manual dan tidak terus-menerus. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem otomatis yang

mampu mendeteksi keberadaan hama dan memberikan informasi kondisi lingkungan secara real-time. Kebutuhan sistem meliputi kemudahan pengoperasian, keterbacaan hasil deteksi, dan efektivitas pemantauan visual maupun sensor.

2. Perancangan Sistem

Tahap perencanaan mencakup pemilihan perangkat keras dan lunak yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Komponen utama yang digunakan antara lain ESP32, sensor DHT22, *sensor capacitive soil*, sensor LDR, serta camera Logitech untuk mengambil gambar visual area sawah. Sistem tidak menggunakan sensor gerak (seperti PIR), melainkan berbasis pengolahan citra menggunakan model deteksi YOLOv8. Semua data ditampilkan dalam web lokal yang dapat diakses melalui jaringan Wi-Fi yang sama antara labtop dan mikrokontroler.

3. Pengembangan Produk Awal

Pada tahap ini dilakukan perakitan alat dan integrasi antara komponen perangkat keras serta pemrograman sistem. Sensor yang dihubungkan ke ESP32, yang kemudian mengirimkan data lingkungan ke labtop. Sementara itu, kamera eksternal menangkap gambar secara berkala yang selanjutnya dianalisis oleh algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi keberadaan keong mas. Hasil deteksi berupa *bounding box* serta data sensor ditampilkan dalam halaman web lokal yang responsif dan mudah diakses.

4. Uji Coba Lapangan

Uji coba dilakukan selama 3 hari pada waktu yang berbeda-beda untuk memastikan sistem berfungsi dalam berbagai kondisi pencahayaan

dan lingkungan. Sistem ini diuji di lahan pertanian padi di Dolok Masihul. Pengujian difokuskan pada akurasi deteksi visual, kestabilan pembacaan sensor, dan keterbacaan data yang ditampilkan. Kamera diuji untuk menangkap gambar dengan interval tertentu, sementara sensor mengirimkan data secara real-time melalui koneksi serial.

5. Evaluasi dan Penyempurnaan

Setelah diuji coba, dilakukan evaluasi terhadap performa sistem baik dari sisi teknis maupun dari sisi pengalaman pengguna. Evaluasi teknis mencakup kestabilan sistem, akurasi deteksi, dan efisiensi pemrosesan data. Sedangkan evaluasi pengguna dilakukan melalui kuesioner yang diberikan kepada petani untuk mengetahui persepsi mereka terhadap manfaat, kemudahan, dan potensi pemanfaatan sistem. Berdasarkan hasil evaluasi, dilakukan perbaikan pada tampilan web dan interval pengambilan gambar agar sistem lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan lapangan.

3.3 Subjek, Objek, Waktu Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengembangan suatu sistem berbasis pertanian cerdas dengan dukungan teknologi IoT (*subjek*) yang ditujukan untuk mendeteksi secara dini keberadaan hama pada tanaman padi (*objek*). Waktu penelitian akan berlangsung selama enam Bulan, mulai dari tahap perancangan hingga pengujian sistem, dengan pengambilan data lapangan dilakukan selama 3 hari pada waktu yang berbeda-beda.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dalam penelitian ini bertujuan untuk membangun protipe sistem pertanian cerdas pertanian cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) yang

dapat melakukan deteksi dini terhadap hama keong mas secara visual, serta memantau kondisi lingkungan pada lahan pertanian padi. Sistem ini memanfaatkan integrasi antara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk menghasilkan sistem monitoring sederhana yang dapat digunakan secara lokal.

3.4.1 Rancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam sistem terdiri dari :

- 1) ESP32 + ESP32 Shield : Mikrokontroler utama untuk menghubungkan dan membaca data dari sensor-sensor lingkungan.
- 2) Kamera Logitech (USB Camera) : Digunakan untuk menangkap citra area sawah secara berkala. Kamera terhubung ke laptop dan menjadi input visual untuk mendeteksi objek menggunakan model YOLOv8.
- 3) Sensor DHT22 : Mengukur suhu dan kelembapan udara.
- 4) *Capacitive Soil Moisture Sensor* : Mengukur kelembapan tanah untuk mengetahui tingkat kelembapan lahan sawah.
- 5) Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) : Mengukur intensitas cahaya sebagai salah satu parameter waktu kemunculan hama.
- 6) Baterai 18650 (2 buah) + Powerbank Case : Digunakan sebagai sumber daya perangkat portabel, terutama mikrokontroler dan sensor.
- 7) Kabel Jumper, Micro USB, dan Saklar on/off : sebagai konektor dan pengatur daya antar perangkat.

Seluruh komponen disusun dalam satu wadah prototipe sederhana yang mudah dipasang di tepi sawah dan terhubung secara lokal ke laptop pengguna.

3.4.2 Rancangan Perangkat lunak (*Software*)

Perangkat lunak sistem terdiri dari dua bagian utama :

1) Pemrosesan Visual YOLOv8

Kamera eksternal mengirimkan gambar secara berkala ke laptop. Gambar tersebut di proses menggunakan algoritma YOLOv8 (*You Only Look Once version 8*) yang telah dilatih untuk mengenali objek keong mas dalam citra. Model ini dijalankan dalam lingkungan *Python* menggunakan Pustaka Ultralytics.

2) Antarmuka Web Lokal

Hasil deteksi visual dan data sensor lingkungan dikirimkan ke browser lokal (menggunakan Flask/HTML/PHP) yang ditampilkan di laptop pengguna. Antarmuka ini memungkinkan pengguna (petani/pengamat) untuk melihat hasil deteksi keong mas dan pembacaan sensor secara real-time, selama perangkat terkoneksi dalam satu jaringan Wi-Fi lokal.

3.4.3 Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem dalam penelitian ini mencakup dua bagian utama, yaitu alur pengembangan sistem dan alur deteksi hama. Kedua alur ini saling melengkapi, di mulai dari proses identifikasi masalah hingga sistem yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan hama keong mas pada lahan padi secara otomatis. Penjelasan masing-masing alur adalah sebagai berikut :

1. Alur Pengembangan Sistem

Alur ini menggambarkan tahapan sistematis dalam proses pengembangan sistem deteksi hama keong mas berbasis *Internet of Things (IoT)*. Tahapan yang dilakukan secara berurutan untuk memastikan bahwa sistem yang

dibangun dapat bekerja secara fungsional dan sesuai dengan kebutuhan petani.

Berikut adalah tahapan-tahapan dalam pengembangan sistem :

1) Identifikasi Masalah

Mengamati langsung kendala petani dalam mendeteksi hama keong mas yang masih dilakukan secara manual.

2) Analisis Kebutuhan Sistem

Menentukan kebutuhan teknis sistem seperti jenis sensor, kamera, dan metode deteksi otomatis berbasis visual.

3) Perancangan Sistem Awal

Membuat desain arsitektur sistem yang mencakup komponen perangkat keras (ESP32, sensor, kamera) dan perangkat lunak (YOLOv8 dan web antarmuka lokal).

4) Integrasi Komponen

Menggabungkan seluruh perangkat (sensor, mikrokontroler, dan kamera) dengan sistem deteksi dan tampilan.

5) Pembuatan Prototipe Sistem

Menyusun alat fisik secara fungsional dengan wadah sederhana yang bisa dipasang di tepi sawah.

6) Pengujian Alat

Melakukan pengujian di lahan padi selama 3 hari untuk memastikan semua komponen bekerja sesuai skenario.

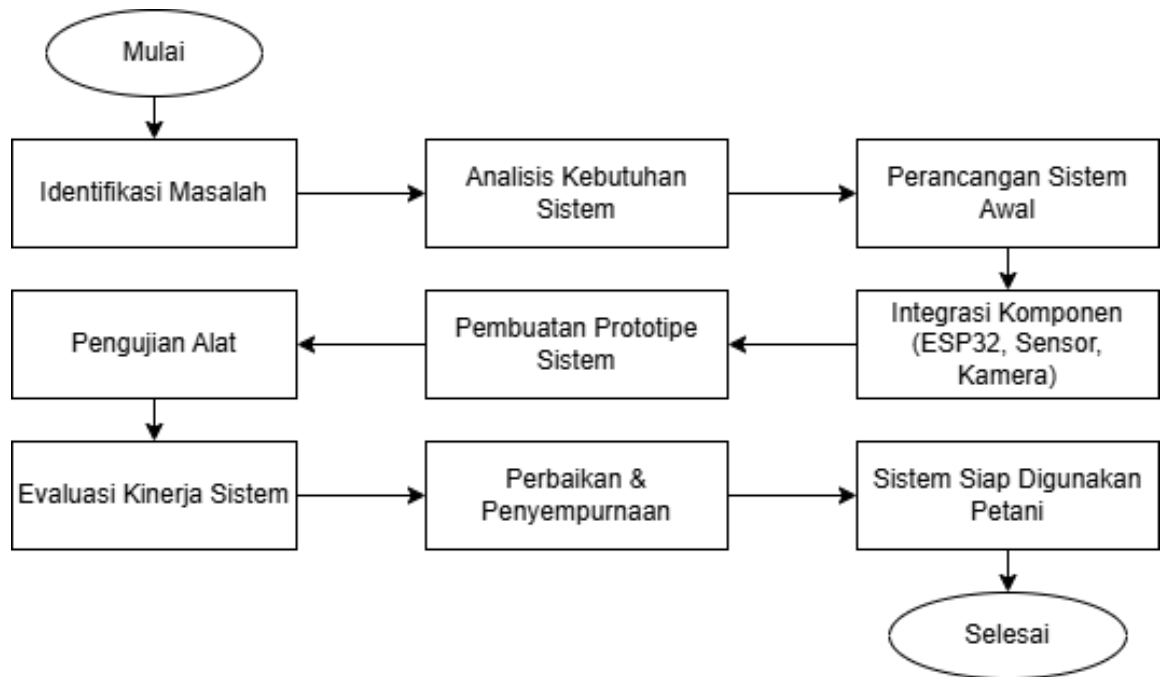
7) Perbaikan dan Penyempurnaan

Menyesuaikan sistem berdasarkan hasil uji dan masukan dari pengguna untuk meningkatkan fungsionalitas.

8) Sistem Siap Digunakan Petani

Sistem yang telah disempurnakan dapat digunakan sebagai alat bantu pemantauan lahan berbasis data.

Berikut adalah alur dari pengembangan sistem deteksi hama keong mas berbasis IoT.



Gambar 3. 1 Alur Pengembangan Sistem Deteksi Hama Keong Mas Berbasis IoT

2. Alur Deteksi Hama

Setelah sistem dikembangkan, alur kerja teknis untuk mendeteksi hama dijalankan. Sistem ini mengintegrasikan pembacaan data sensor dan analisis visual dari kamera ke eksternal menggunakan algoritma *Machine Learning*. Proses ini dilakukan secara otomatis melalui tahapan berikut :

1) Sensor DHT22

Mengukur suhu dan kelembapan udara di lahan.

2) Soil Moisture Sensor

Mengukur kelembapan udara.

3) LDR Sensor

Mengukur intensitas cahaya lingkungan.

4) ESP32

Menerima data dari semua sensor dan meneruskannya ke labtob melalui koneksi serial.

5) Kamera Logitech

Mengambil gambar secara berkala dan dikirim ke YOLOv8 untuk dianalisis.

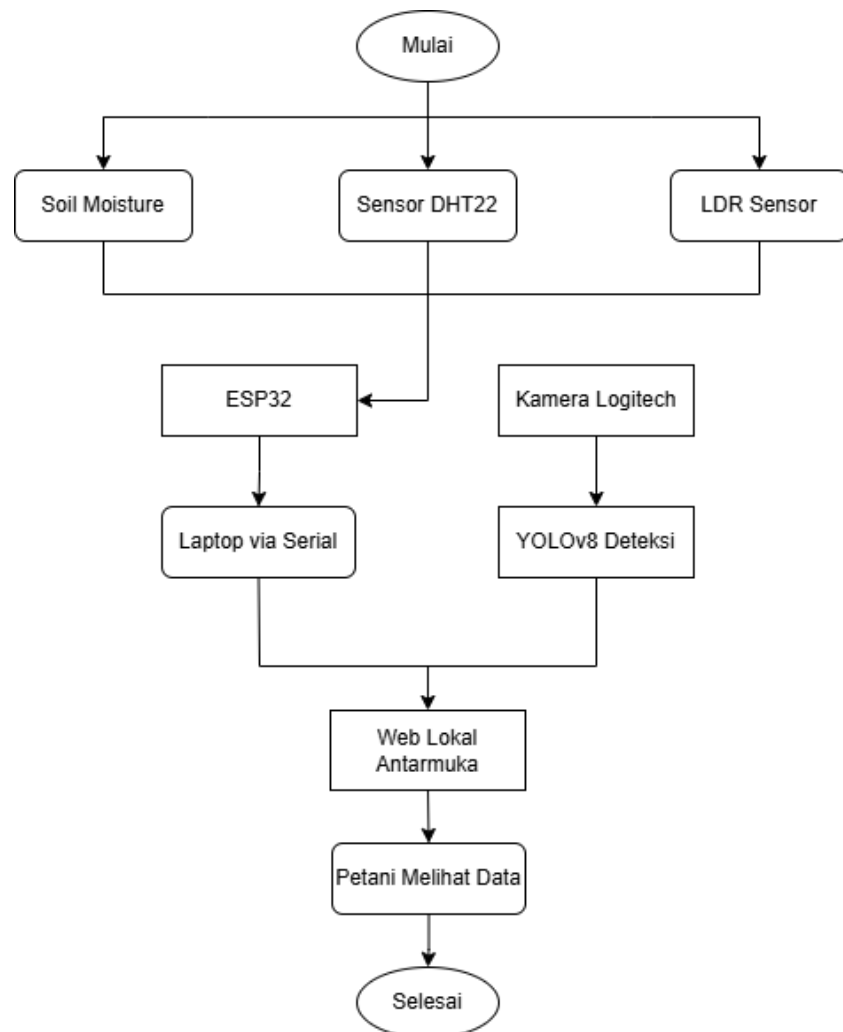
6) YOLOv8

Menampilkan data visual hasil deteksi keong mas dan pembacaan sensor secara real-time.

7) Petani

Mengakses web lokal melalui labtob dan memantau kondisi lahan secara langsung.

Berikut adalah alur dari deteksi hama keong mas menggunakan kamera dan sensor berbasis IoT.



Gambar 3. 2 Alur Deteksi Hama Keong Mas Menggunakan Kamera dan Sensor Berbasis IoT

3.5 Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah penting dalam penelitian untuk memperoleh informasi yang akurat dan relevan guna menjawab rumusan masalah (Sugiyono, 2019). Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data dilakukan secara langsung di lapangan dengan menggunakan metode observasi, pengujian sistem, penyebaran kuisioner, dan dokumentasi.

Pendekatan ini dipilih untuk mendapatkan data primer secara menyeluruh baik dari aspek teknis maupun tanggapan petani terhadap sistem.

3.5.1 Observasi Lapangan

Observasi merupakan metode pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung fenomena yang terjadi di lokasi penelitian (Sugiyono, 2019). Peneliti telah melakukan observasi di salah satu lahan pertanian padi di Kecamatan Dolok Masihul selama tiga hari berturut-turut pada waktu sore, siang, dan pagi. Tujuannya adalah untuk :

- 1) Mengidentifikasi kondisi nyata lingkungan sawah seperti intensitas cahaya, suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah.
- 2) Mengamati secara langsung aktivitas hama keong mas.
- 3) Mengevaluasi kestabilan dan responsivitas sensor serta kamera dalam kondisi cuaca yang berbeda.

Dari hasil observasi ini, peneliti memperoleh pemahaman kontekstual terkait waktu ideal untuk mendeteksi visual dan karakteristik lingkungan yang mendukung pertumbuhan hama.

3.5.2 Pengujian Sistem

Peneliti juga melakukan pengujian sistem prototipe secara langsung di lapangan. Sistem deteksi hama keong mas berbasis kamera eksternal dan sensor lingkungan di aktifkan, kemudian :

- 1) Kamera Logitech merekam citra sawah secara berkala dan model YOLOv8 dijalankan melalui laptop untuk mendeteksi objek hama.
- 2) Data Sensor (DHT22, Soil Moisture, dan LDR) dikirim ke ESP32 dan divisualisasikan melalui antarmuka web lokal.

- 3) Pengambilan data dilakukan selama beberapa siklus pada jam yang berbeda untuk melihat variasi hasil deteksi dan pembacaan sensor.

Selama proses ini, data hasil deteksi dan pembacaan sensor disimpan secara manual baik melalui dokumentasi layar maupun pencatatan langsung pada log hasil. Pengujian ini berguna untuk mengetahui apakah sistem bekerja stabil di kondisi lapangan nyata dan seberapa akurat model dalam mendeteksi hama keong mas.

3.5.3 Kuesioner

Untuk mengetahui tanggapan petani terhadap sistem, peneliti membagikan kuisisioner tertutup kepada empat orang petani yang merupakan representasi penggunaan akhir. Kuisisioner ini disusun berdasarkan kisi-kisi yang mengukur :

- 1) Pemahaman tentang teknologi IoT dan pertanian cerdas.
- 2) Kesesuaian sistem dengan kebutuhan petani.
- 3) Kemudahan pemantauan data di web lokal.
- 4) Potensi kebermanfaatan sistem dalam praktik pertanian sehari-hari.

Kuisisioner merupakan teknik pengumpulan data yang efisien jika peneliti telah mengetahui secara pasti variabel yang akan diukur (Arikunto, 2020). Oleh karena itu, hasil dari kuisisioner ini digunakan untuk mengevaluasi penerimaan sistem oleh petani.

3.5.4 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat bantu yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam suatu penelitian (Sugiyono, 2017). Dalam penelitian ini, instrumen yang digunakan adalah kuisisioner tertutup yang disusun berdasarkan kerangka *Technology Acceptance Model* (TAM)

(Davis 1989). Kuisisioner ini dirancang untuk mengukur persepsi pengguna terhadap sistem deteksi dini hama berbasis IoT, melalui empat aspek utama:

- 1) *Perceived Usefulness* (PU) adalah persepsi pengguna bahwa sistem teknologi memiliki manfaat nyata dalam meningkatkan kinerja atau produktivitas saat menjalankan tugas atau pekerjaannya.
- 2) *Perceived Ease of Use* adalah persepsi pengguna bahwa sistem teknologi mudah dipahami dan dioperasikan, serta tidak memerlukan usaha yang rumit dalam penggunaannya.
- 3) *Attitude Toward Use* (ATU) adalah sikap reaksi positif atau negative pengguna terhadap penggunaan sistem tertentu.
- 4) *Behavioral Intention to Use* (BIU) adalah niat atau keinginan pengguna untuk menggunakan teknologi di masa depan secara berkelanjutan.

Tabel 3. 1 Kisi-kisi Instrumen Kuisisioner Model (TAM)

No	Aspek	Indikator	Butir Pernyataan
1	<i>Perceived Usefulness</i> (PU)	Sistem membantu mendeteksi hama lebih cepat	4
2	<i>Perceived Ease of Use</i>	Tampilan antarmuka sistem mudah dipahami	4
3	<i>Attitude Toward Use</i> (ATU)	Mendukung penggunaan teknologi di bidang pertanian	3
4	<i>Behavioral Intention to Use</i> (BIU)	Tertarik menggunakan sistem secara berkelanjutan	2

3.6 Teknik Analisis Data

3.6.1 Analisis Data Kuisisioner

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, yaitu menganalisis data dalam bentuk angka, grafik, dan tabel untuk menjelaskan kinerja sistem serta persepsi pengguna terhadap sistem deteksi dini hama keong mas berbasis IoT.

Setiap pernyataan dalam kuesioner dinilai menggunakan skala likert dengan lima pilihan:

Skor	Kategori
5	Sangat Setuju
4	Setuju
3	Cukup Setuju
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

Skor total setiap pernyataan dihitung menggunakan rumus presentase :

$$Presentase = \left(\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \right) \times 100\%$$

Skor Maksimal = Jumlah Pernyataan x 5 x Jumlah Responden

Tabel 3. 2 Klasifikasi Hasil Kuisisioner Responden

Rentang Presentase	Kategori Penilaian	Keterangan
81%-100%	Sangat Tinggi	Responden sangat menerima dan mendukung sistem
61%-80%	Tinggi	Responden menerima sistem dengan baik
41%-60%	Sedang	Responden cukup mendukung sistem dan perlu penguatan
21%-40%	Rendah	Responden belum terlalu menerima sistem
0%-20%	Sangat Rendah	Responden menolak atau tidak menerima sitem

3.7 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dalam sistem pertanian cerdas berbasis IoT ini dilakukan dengan memanfaatkan web lokal yang terhubung langsung dengan laptop sebagai pusat kendali. Web ini digunakan untuk menerima data dari sensor dan kamera, menyimpannya dalam database lokal, serta menampilkan hasil deteksi secara real-time. Berikut langkah-langkah pengolahan data yang dilakukan:

1. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari sensor lingkungan (DHT22, Soil Moisture, dan LDR) serta dari kamera eksternal yang diproses dengan algoritma YOLOv8. Sensor mengirimkan data suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya melalui komunikasi serial ke laptop. Sementara itu, kamera menangkap citra sawah yang kemudian dianalisis oleh YOLOv8 untuk mendeteksi keberadaan hama keong mas.

2. Penyimpanan Data

Data yang diterima dari sensor dan hasil deteksi YOLOv8 disimpan dalam database MySQL lokal. Tabel `data_sensor` menyimpan informasi suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan cahaya, sedangkan tabel `gambar_deteksi` menyimpan nama file gambar hasil deteksi beserta waktu pencatatan.

3. Pembersihan Data

Sistem melakukan validasi sederhana, seperti memeriksa apakah nilai sensor terbaca dengan benar dan memastikan format data sesuai sebelum dimasukkan ke database. Hal ini bertujuan agar data yang tersimpan tetap valid dan tidak menimbulkan kesalahan saat ditampilkan.

4. Analisis Data

Data dianalisis dengan cara menampilkan tren perubahan dari sensor serta membandingkannya dengan hasil deteksi kamera. Analisis ini dapat membantu mengamati pola hubungan antara kondisi lingkungan dengan kemunculan hama keong mas.

5. Visualisasi Data

Antarmuka web menampilkan data sensor dalam bentuk grafik dan tabel, sedangkan hasil deteksi YOLOv8 divisualisasikan dalam bentuk citra dengan bounding box pada objek yang terdeteksi. Visualisasi ini memudahkan pengguna untuk memahami kondisi sawah secara lebih intuitif.

6. Pengambilan Keputusan

Berdasarkan hasil analisis dan visualisasi yang ditampilkan di web, petani dapat mengambil keputusan mengenai langkah pengendalian hama maupun perawatan tanaman. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar tindakan, misalnya kapan harus turun ke sawah atau melakukan pengendalian hama.

3.8 Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pengujian dan evaluasi sistem adalah langkah krusial dalam pengembangan sistem berbasis IoT, terutama dalam konteks pertanian cerdas. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem tidak hanya berfungsi sebagai mana mestinya, tetapi juga memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna. Proses ini melibatkan jenis pengujian dan evaluasi yang mencakup beberapa aspek penting, sebagai berikut:

1. Pengujian Fungsional

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan semua fitur sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Ini mencakup pengujian terhadap sensor, modul komunikasi, dan antarmuka pengguna. Setiap fungsi, mulai dari pengumpulan data hingga pengiriman notifikasi, diuji untuk memastikan sistem dapat diandalkan dalam pengambilan keputusan yang cepat.

2. Pengujian Kinerja

Dalam pengujian kinerja, sistem diuji dalam kondisi nyata untuk mengukur kecepatan respon, akurasi data, dan efisiensi penggunaan sumber daya. Misalnya, pengujian ini dapat melibatkan simulasi kondisi lingkungan yang berbeda untuk mengevaluasi bagaimana sistem bereaksi terhadap perubahan suhu atau kelembapan, kinerja yang baik sangat penting untuk memastikan sistem dapat diandalkan dalam pengambilan keputusan yang cepat.

3. Pengujian Keandalan

Keandalan sistem diuji dengan mengevaluasi kinerja dalam berbagai kondisi, termasuk situasi darurat. Pengujian ini mencakup skenario kehilangan koneksi internet, kerusakan pada sensor, atau gangguan lain yang mungkin terjadi. Sistem harus mampu memberikan solusi agar dapat beroperasi dengan cara alternatif dalam keadaan darurat, sehingga petani tetap dapat mengakses informasi penting meskipun ada gangguan.

4. Pengujian Keamanan

Keamanan data adalah aspek paling penting, terutama dalam sistem yang mengelola informasi sensitif, pengujian keamanan dilakukan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan dan ditransmisikan aman dari

ancaman eksternal. Ini melibatkan pengujian terhadap kerentanan sistem, serta penerapan protokol keamanan yang sesuai, seperti enkripsi data dan autentikasi pengguna.

5. Evaluasi Pengguna

Umpan balik dari pengguna adalah sumber informasi berharga untuk mengevaluasi efektivitas sistem. Pengumpulan umpan balik dapat dilakukan melalui kusioner. Evaluasi ini membantu memahami pengalaman pengguna terkait kemudahan penggunaan, kegunaan, dan area yang perlu ditingkatkan. Hasil evaluasi ini menjadi dasar untuk perbaikan sistem yang lebih baik.

6. Analisis dan Hasil Pengujian

Data yang diperoleh dari semua pengujian kemudian dianalisis secara menyeluruh. Analisis ini mencakup pengukuean kinerja sistem, identifikasi masalah yang muncul, dan penilaian apakah tujuan awal sistem tercapai. Proses ini memungkinkan untuk mengambil keputusan yang berbasis data untuk pengembangan lebih lanjut.

7. Perbaikan dan Iterasi

Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi, langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan yang diperlukan. Ini mungkin melibatkan pembaruan perangkat lunak untuk memperbaiki bug, pengantian perangkat keras yang tidak berfungsi dengan baik, atau perubahan dalam proses operasional untuk meningkatkan efisiensi, iterasi ini sangat penting untuk memastikan bahwa sistem terus berkembang dan beradaptasi dengan kebutuhan pengguna yang berubah.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan prototipe pertanian cerdas berbasis *Internet of Things (IoT)* yang berfungsi untuk melakukan deteksi dini keberadaan hama keong mas pada tanaman padi. Sistem ini menggabungkan kemampuan pengolahan citra menggunakan algoritma YOLOv8 dan pembacaan data lingkungan dari beberapa sensor. Kamera eksternal (Logitech) digunakan untuk mengambil gambar area sawah secara berkala, kemudian gambar tersebut dianalisis oleh model YOLOv8 yang dijalankan pada labtop. Deteksi visual ini ditampilkan Bersama data sensor suhu, kelembapan udara (DHT22), kelembapan tanah, dan intensitas cahaya (LDR) ke dalam halaman web lokal agar dalam agar dapat dimonitor oleh pengguna secara real-time.

Sistem dijalankan di labtop berbasis windows yang telah terinstal *Python* dan Pustaka Ultralytics untuk mendukung model YOLOv8. Selain itu, antarmuka pengguna dikembangkan menggunakan teknologi web sederhana seperti Flask dan PHP. Sistem diakses melalui domain <https://localhost.scode.web.id>, yang dijalankan menggunakan web bawaan tanpa harus mengaktifkan aplikasi seperti XAMPP secara manual. Web hanya dapat diakses jika labtop dan perangkat IoT (ESP32) berada dalam jaringan Wi-Fi yang sama.

Pemilihan YOLOv8 didasarkan pada kemampuannya dalam melakukan deteksi objek secara cepat dan akurat. Sedangkan web lokal dipilih agar sistem tetap dapat diakses di area pertanian yang belum memiliki akses internet. Dengan rancangan tersebut, sistem ini mampu menjadi solusi monitoring sederhana namun

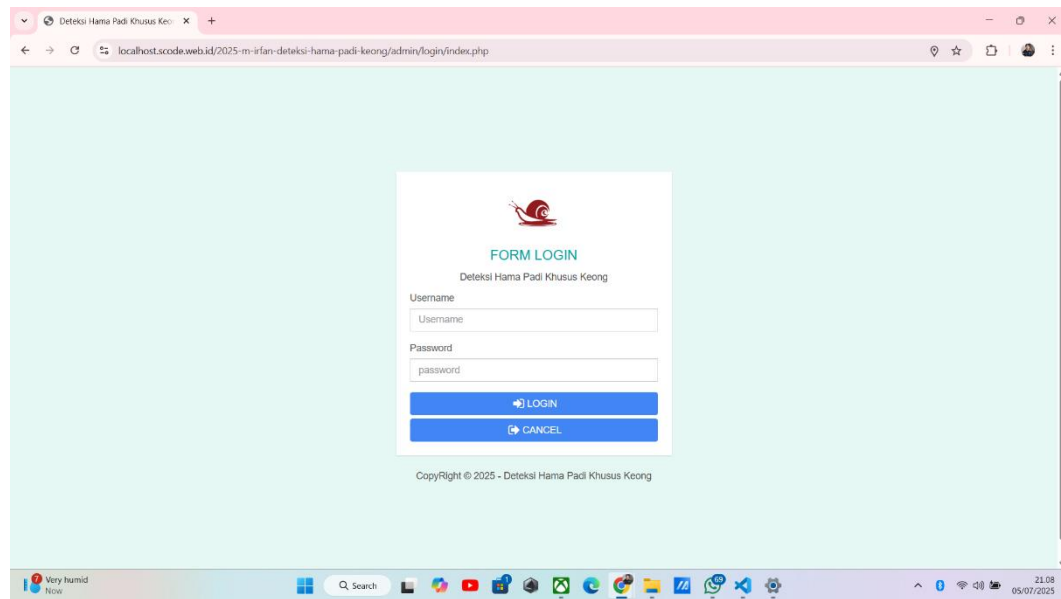
efektif yang dapat membantu petani mengamati kondisi lahan tanpa harus turun langsung ke sawah. Walau sistem masih bersifat prototipe dan belum mendukung pengiriman data ke cloud maupun notifikasi otomatis, keberadaanya menjadi langkah awal menuju pertanian digital yang lebih presisi dan efisien.

4.2 Tampilan dan Fitur Sistem

Sistem deteksi hama keong mas yang dikembangkan dilengkapi dengan web antarmuka web lokal sebagai sarana monitoring dan pengelolaan data oleh petani. antarmuka ini dirancang untuk dapat akses secara lokal melalui browser pada labtop yang terhubung ke jaringan Wi-Fi yang sama dengangan mikrokontroler ESP32. Tampilannya disusun secara sederhana dan fungsional agar mudah digunakan oleh petani dari berbagai latar belakang, termasuk penggunaan non-teksin di lingkungan pertanian.

Web ini memiliki tiga menu navigasi, yaitu Home, Master Data, dan Laporan. Masing-masing menu menampilkan informasi spesifik terkait kondisi lingkungan, hasil deteksi keong mas, serta data historis yang dapat dicetak sebagai laporan. Visualissasi dalam bentuk drafik dan table juga ditampilkan agar informasi mudah dipahami dan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

4.2.1 Antarmuka Web Lokal



Gambar 4. 1 Halaman Login Sistem

Tampilan awal sistem adalah halaman login yang digunakan untuk otentikasi pengguna sistem harus memasukkan username dan password untuk dapat mengakses fitur utama sistem. Hal ini bertujuan untuk menjaga keamanan data dan memastikan bahwa hanya pengguna yang berwenang yang dapat memantau kondisi sensor dan hasil deteksi hama. Desain halaman login dibuat sederhana agar mudah digunakan oleh petani atau pengguna dengan latar belakang non-teknis.



Gambar 4. 2 Menu Navigasi Sistem

Setelah berhasil login, pengguna akan diarahkan kehalaman utama yang menampilkan menu navigasi utama berupa ikon di sisi kiri layar. Tiga ikon utama tersebut mewakili :

1. Ikon Rumah – Home : Menampilkan data grafik sensor secara real-time
2. Ikon Pensil & Lembar – Master Data : Berisi data admin, data sensor, dan riwayat deteksi hama.
3. Ikon Kalender – Laporan : Berisi tampilan rekap data seperti di Master Data namun dilengkapi dengan fitur cetak laporan.

Navigasi ini dibuat statis dan intuitif agar mudah digunakan oleh petani, bahkan yang tidak memiliki latar belakang teknis. Dengan struktur menu ini, pengguna dapat dengan cepat mengakses berbagai informasi penting terkait pemantauan lahan pertanian secara efisien.

4.2.2 Visualisasi Deteksi Keong mas



Gambar 4. 3 Tampilan Hasil Deteksi Visual Keong Mas (YOLOv8)

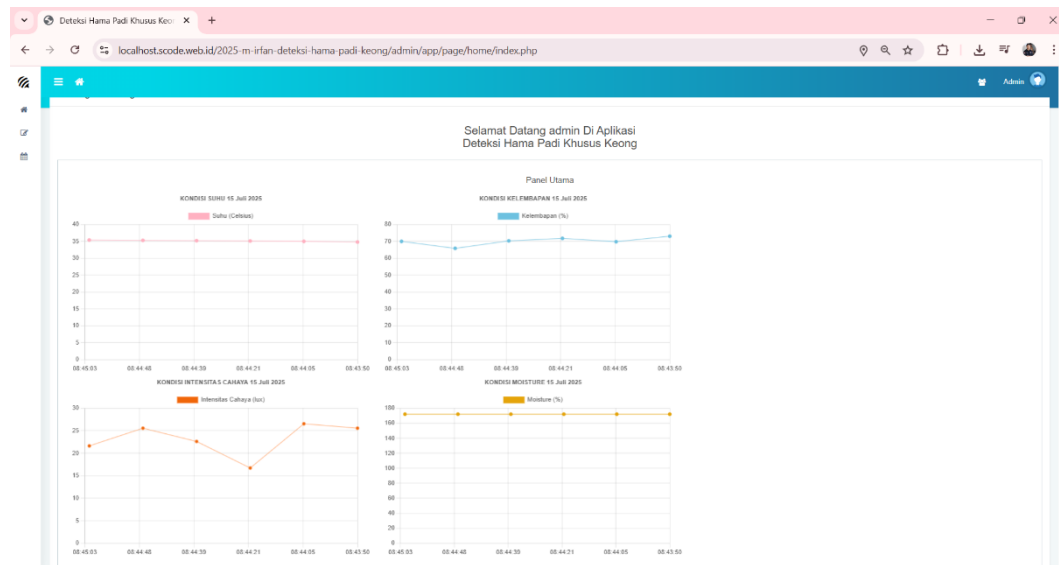
Sistem secara otomatis mendeteksi keberadaan hama keong mas melalui kamera eksternal yang terhubung ke labtob. Gambar yang ditangkap akan diproses oleh algoritma YOLOv8 untuk mengenali objek keong mas. Hasil deteksi divisualisasi dengan bounding box berwarna yang mengelilingi objek hama, sehingga memudahkan pengguna dalam memastikan bahwa sistem benar-benar melakukan deteksi secara real-time. Gambar hasil deteksi diperbarui secara berkala mengikuti interval pengambilan data yang telah ditentukan.

Action	No	Waktu	Gambar	Keterangan
Detail Hapus	11	13 Jul 2025, 17:22:28		keong
Detail Hapus	12	13 Jul 2025, 17:22:38		keong
Detail Hapus	13	13 Jul 2025, 17:22:48		keong
Detail Hapus	14	13 Jul 2025, 17:22:58		keong
Detail Hapus	15	13 Jul 2025, 17:23:08		keong
Detail Hapus	16	13 Jul 2025, 17:23:19		keong
Detail Hapus	17	13 Jul 2025, 17:23:31		keong
Detail Hapus	18	13 Jul 2025, 17:23:42		keong
Detail Hapus	19	13 Jul 2025, 17:23:52		keong
Detail Hapus	20	13 Jul 2025, 17:24:02		keong

Gambar 4. 4 Tampilan Tabel Riwayat Deteksi Hama

Selain menampilkan citra deteksi visual secara langsung, sistem juga mencatat seluruh hasil deteksi ke dalam table riwayat. Table ini menampilkan waktu deteksi, cuplikan gambar yang telah dianalisis, dan keterangan hasil deteksi seperti “keong”. Riwayat ini dapat diakses oleh pengguna pada menu Master Data dan Laporan. Tersedia juga tombol “Detail” dan “Hapus” untuk pengelolaan data yang lebih lanjut. Fitur ini sangat berguna untuk memantau rekaman aktivitas sistem serta untuk keperluan evaluasi dan dokumentasi di masa mendatang.

4.2.3 Tampilan Data Sensor



Gambar 4. 5 Grafik Data Sensor Lingkungan

Halaman ini menampilkan grafik empat parameter utama dari sensor yang terhubung ke sistem, yaitu :

1. Kondisi Suhu (DHT22) dalam satuan celcius.
2. Kelmbapan Udara (DHT22) dalam persen.
3. Intesitas Cahaya (LDR) dalam satauan lux.
4. Kelembapan Tanah (Soil Moisture) dalam persen.

Setiap grafik menampilkan pembacaan nilai terhadap waktu pengambilan data secara real-time. Visualisasi ini berguna untuk memberikan informasi dinamis yang mudah dipahami oleh petani, dan menjadi dasar dalam mengamati tren lingkungan yang mungkin berkaitan. Dengan aktivitas hama keong mas.

Managemen Page Data Sensor

⌵ Hapus Semua Data ⌵ Refresh Data

Berdasarkan: id_sensor

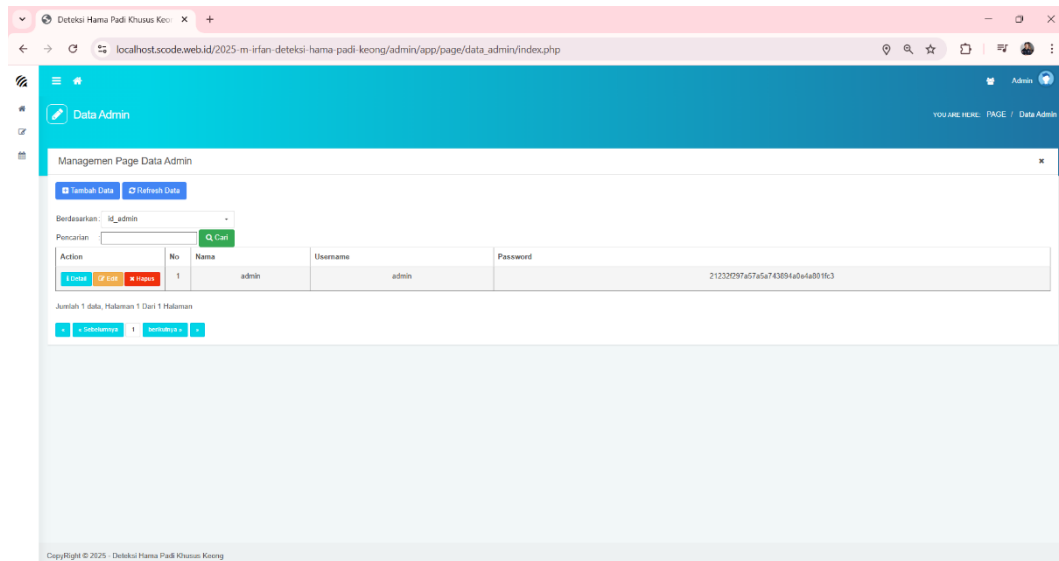
Pencarian: Cari

Action	No	Waktu	Suhu (Celsius)	Kelembapan (%)	Intensitas Cahaya (Lux)	Soil Moisture (%)
Detail Hapus	1331	14 Jul 2025 13:41:15	40.2	63.8	36	175
Detail Hapus	1332	14 Jul 2025 13:41:30	40.7	69.5	32	175
Detail Hapus	1333	14 Jul 2025 13:41:46	41.3	69.5	33	175
Detail Hapus	1334	14 Jul 2025 13:42:01	42.0	65.0	36	175
Detail Hapus	1335	14 Jul 2025 13:42:16	42.5	58.8	42	175
Detail Hapus	1336	14 Jul 2025 13:42:31	43.1	58.5	42	175
Detail Hapus	1337	14 Jul 2025 13:42:47	43.6	57.4	42	175
Detail Hapus	1338	14 Jul 2025 13:43:02	44.0	59.7	39	175
Detail Hapus	1339	14 Jul 2025 13:43:17	44.4	54.7	34	175
Detail Hapus	1340	14 Jul 2025 13:43:32	44.7	53.0	42	175

Jumlah 1381 data, Halaman 134 Dari 136 Halaman

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 24

4.2.4 Tampilan Data Admin



Gambar 4. 7 Tampilan Data Admin

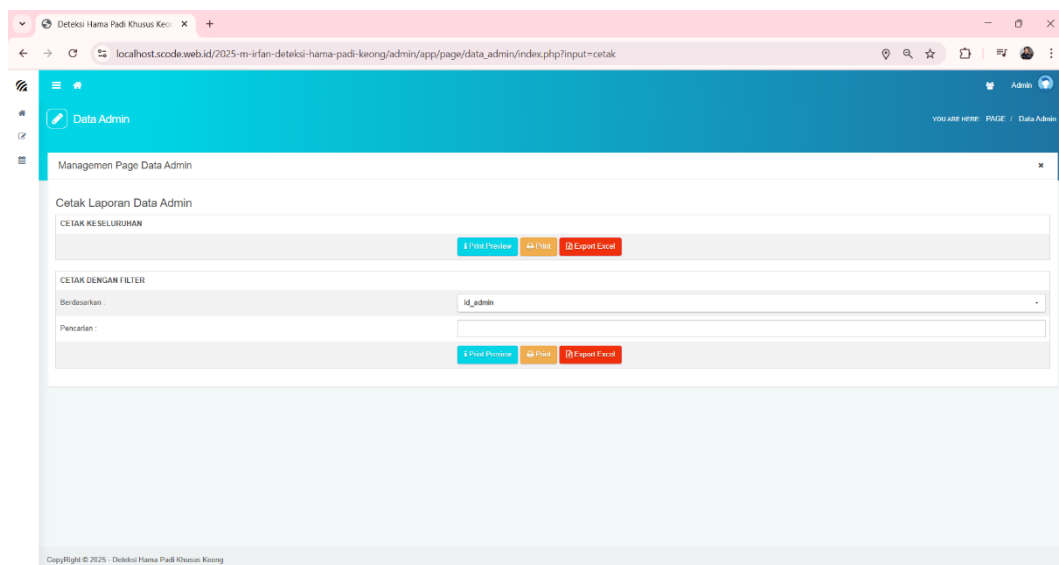
Tampilan ini menunjukkan halaman manajemen data admin yang terdapat pada menu Master Data. Halaman ini berfungsi untuk menampilkan informasi akun administrator yang memiliki akses terhadap sistem deteksi hama padi.

Setiap baris tabel menampilkan data admin secara detail, seperti nama, username, dan password yang telah dienkripsikan untuk keamanan. Di sisi kiri, terdapat tombol aksi seperti Detail, Edit, dan Hapus yang memudahkan pengguna dalam melakukan pengelolaan data admin. Fitur pencarian dan filter berdasarkan ID admin juga disediakan untuk mempermudah navigasi dalam jumlah data yang besar.

Halaman ini bersifat terbatas dan hanya bisa diakses oleh pengguna yang telah berhasil melakukan login. Tujuan utama dari tampilan ini adalah untuk menjaga keamanan sistem serta mempermudah proses pengelolaan akses pengguna yang sah terhadap fitur-fitur sistem.

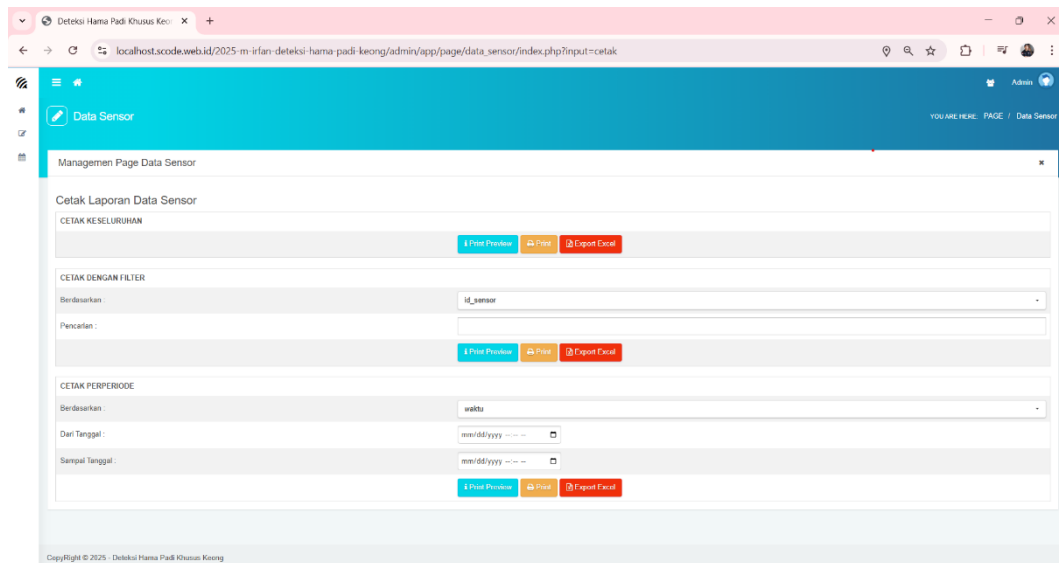
4.2.5 Tampilan Laporan Sistem

Sistem deteksi hama keong mas ini menyediakan fitur laporan yang lengkap untuk masing-masing jenis data, seperti data admin, data sensor lingkungan, dan data hasil deteksi keong mas. Laporan ini dapat diakses melalui “Laporan” pada sidebar antarmuka web, yang memungkinkan pengguna mencetak atau mengekspor data ke dalam bentuk Excel untuk keperluan dokumentasi dan analisis lanjutan.



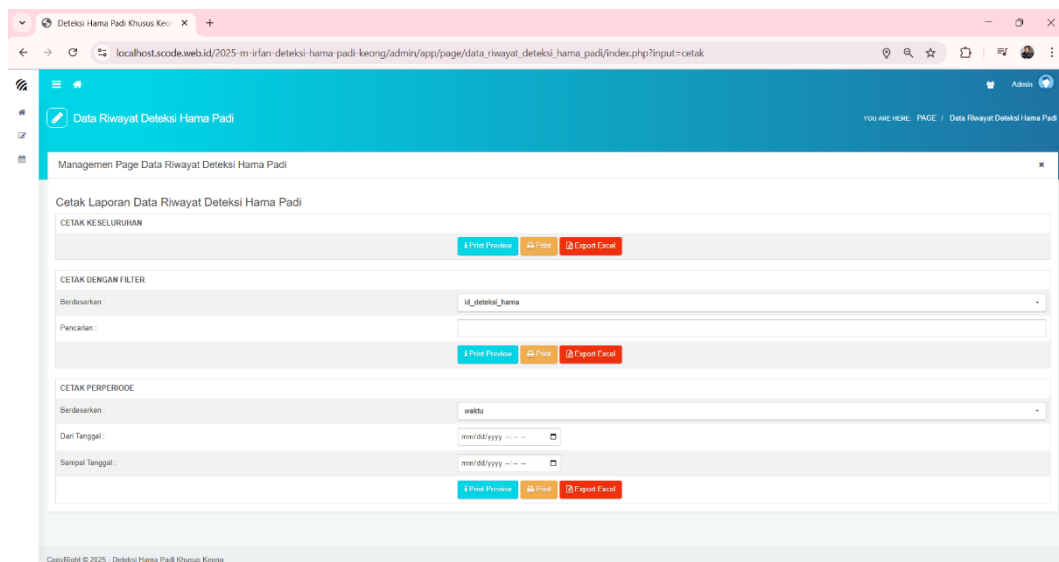
Gambar 4. 8 menampilkan halaman Cetak Laporan Data Admin

Pada halaman ini tersedia dua opsi percetakan, yaitu percetakan seluruh data admin dan percetakan berdasarkan filter tertentu seperti id_admin. Pengguna juga diberikan opsi untuk print preview, cetak langsung, dan export Excel.



Gambar 4. 9 menampilkan halaman Cetak Laporan Data Sensor

Fitur ini memungkinkan pengguna untuk mencetak seluruh data atau berdasarkan filter tertentu, seperti id_sensor maupun berdasarkan periode waktu tertentu. Ini sangat membantu dalam menelusuri riwayat perubahan kondisi lingkungan lahan sawah pada rentang waktu spesifik.



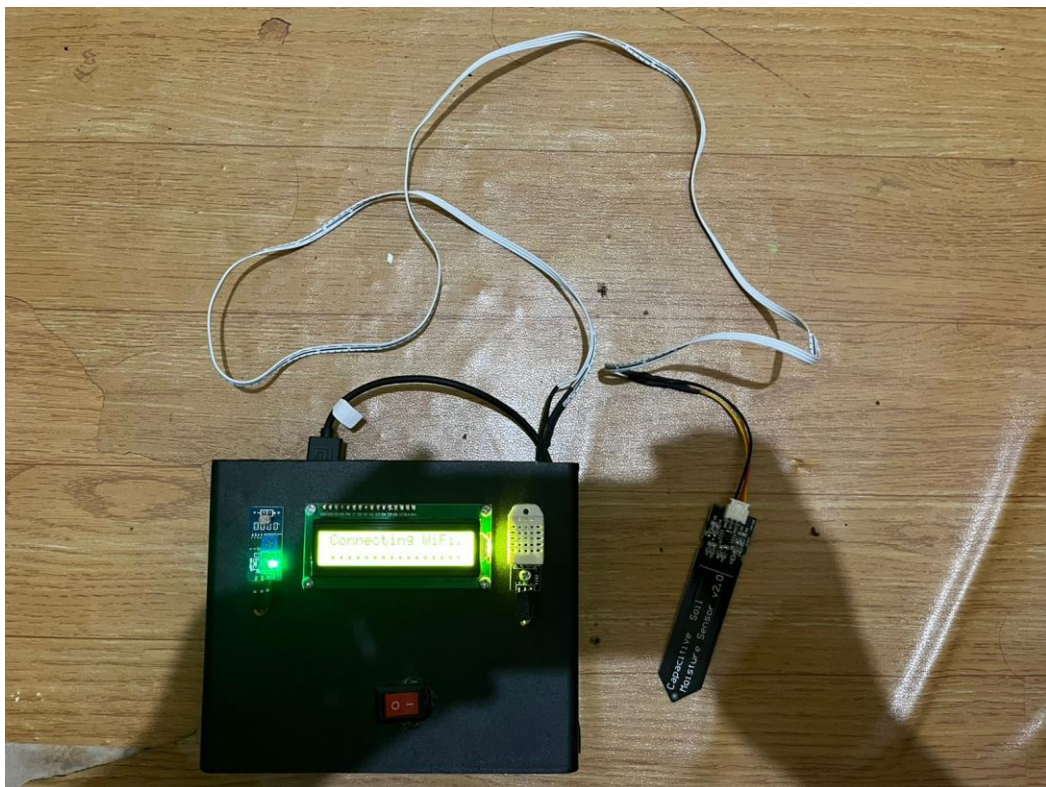
Gambar 4. 10 halaman Cetak Laporan Data Riwayat Deteksi Hama Padi

Pada halaman ini juga memiliki fungsi serupa, yaitu mencetak data atau berdasarkan filter dan tanggal. Fitur ini sangat bermanfaat bagi petani dan peneliti untuk merekap kejadian deteksi hama dari waktu ke waktu.

Fitur pelaporan yang lengkap dan fleksibel ini menjadi nilai tambah sistem, karena mampu memberikan dokumentasi data yang sistematis dan mudah diakses kembali. Adanya pilihan ekspor ke Excel dan cetak berdasarkan filter atau periode waktu membuat sistem ini tidak hanya cocok untuk monitoring harian, tetapi juga untuk pelaporan rutin maupun presetasi hasil pengamatan.

4.2.6 Dokumentasi Perangkat Keras IoT

Gambar berikut menunjukkan prototipe alat deteksi hama keong mas berbasis *Internet of Things* (IoT) yang digunakan dalam penelitian ini. Alat ini terdiri dari mikrokontroler ESP32, sensor lingkungan (DHT22, LDR, *Soil Moisture*), serta layar Lcd untuk menampilkan status koneksi sawah dengan sumber mandiri menggunakan baterai lithium 18650.



Gambar 4. 11 Perangkat Prototipe Sistem IoT

Perangkat ini berfungsi mengirimkan data suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya ke server lokal yang kemudian

ditampilkan di antarmuka web sistem. Rancangan ini dibuat sederhana namun fungsional untuk kebutuhan monitoring pertanian secara real-time.

4.3 Hasil Pengujian Deteksi dan Sensor

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja alat dalam mendeteksi hama keong mas dan memantau kondisi lingkungan secara otomatis. Pengujian ini mencakup dua aspek utama, yaitu hasil deteksi visual menggunakan metode YOLOv8 dan hasil pembacaan sensor lingkungan yang ditampilkan melalui web lokal. Pengujian dilaksanakan selama tiga hari berturut-turut dengan pengambilan data pada waktu (sore, siang, pagi) untuk melihat konsistensi dan keakuratan sistem dalam berbagai kondisi pencahayaan.

4.3.1 Hasil Deteksi Visual (YOLOv8)

Sistem deteksi hama memanfaatkan algoritma YOLOv8 untuk menganalisis gambar yang diambil oleh kamera Logitech. Model ini telah dilatih untuk mengenali objek keong mas dalam citra sawah. Gambar yang dikumpulkan oleh kamera kemudian diproses oleh YOLOv8 yang berjalan di labtop berbasis Python (Ultralytics), dan hasilnya divisualisasikan dalam bounding box berwarna pada objek yang terdeteksi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa :

1. Deteksi keong mas berhasil dilakukan pada gambar dengan pencahayaan yang cukup.
2. Pada kondisi pencahayaan rendah, sistem masih dapat mendeteksi objek dengan akurasi yang cukup baik meskipun beberapa gambar memerlukan pencahayaan tambahan.

3. Setiap deteksi disimpan dalam sistem dengan informasi berupa gambar, waktu pengambilan, dan keterangan deteksi yang secara otomatis tercatat dalam database web.

Gambar hasil deteksi dapat dilihat melalui halaman riwayat deteksi pada antarmuka web, seperti ditampilkan pada Gambar 4.3 sebelumnya. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk melakukan validasi secara manual terhadap akurasi deteksi sistem.

4.3.2 Hasil Pembacaan Sensor dan Web Lokal

Sistem ini juga dilengkapi dengan sensor-sensor lingkungan yaitu :

1. DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan udara.
2. *Capacitive Soil Moisture* Sensor untuk mengukur kelembapan tanah
3. LDR (*Light Dependent Resistor*) untuk mengukur intensitas cahaya.

Semua sensor dihubungkan ke ESP32 dan data dikirimkan ke labtop melalui koneksi serial. Data ini kemudian ditampilkan secara real-time melalui antarmuka web lokal menggunakan tampilan grafik dan tabel.

Hasil pembacaan sensor menunjukkan bahwa:

1. Sensor bekerja secara stabil dalam merekam data lingkungan setiap beberapa detik.
2. Data suhu sekitar antara 29°C hingga 43° selama pengujian.
3. Kelembapan udara bervariasi antara 45% hingga 78%.
4. Kelembapan tanah konsisten pada nilai tinggi (sekitar 170-180%) menandakan kondisi tanah yg cukup basah.
5. Intensitas cahaya berubah dinamis sesuai waktu pengambilan (rendah dipagi hari, tinggi disiang hari).

Visualisasi dalam bentuk grafik ditampilkan di halaman Home, seperti yang telah ditunjukkan pada Gambar 4.4, sedangkan tabel data sensor ditampilkan pada menu Master Data, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.6.

4.3.3 Analisis Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan dilakukan selama tiga hari berturut-turut di lokasi persawahan Kecamatan Dolok Masihul, dengan pengambilan data pada waktu berbeda tiap harinya (sore, siang, pagi). Tujuan dari pengamatan ini adalah untuk mengetahui bagaimana sistem bekerja dalam kondisi lingkungan nyata dan menilai performa deteksi visual serta sensor lingkungan.

Hari	Waktu	Deteksi Kamera YOLOv8	Suhu (°C)	Kelembapan Udara (%)	Kelembapan Tanah (%)	Intensitas Cahaya (lux)
1	Sore	Terdeteksi	29,9	90,8	175	12
2	Siang	Terdeteksi	37,2	72,8	175	38
3	Pagi	Terdeteksi	34,2	77,5	175	15

Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan Deteksi dan Sensor

4.3.3.1 Hasil Analisis

1. Kondisi Visual & Pencahayaan

Pada pagi hari, cahaya matahari masih rendah sehingga citra yang ditangkap kamera terlihat sedikit gelap. Namun, YOLOv8 masih mampu mendeteksi objek keong mas meskipun akurasi sedikit menurun. Deteksi optimal terjadi pada siang hari ketika pencahayaan maksimal.

2. Performa Kamera dan YOLOv8

Kamera eksternal mampu menangkap gambar secara berkala dengan jelas, dan YOLOv8 dapat memproses citra dengan cepat dan akurat. Pada beberapa kasus, sistem menunjukkan keberhasilan mendeteksi beberapa keong mas dalam satu gambar.

3. Kinerja Sensor Lingkungan

Semua sensor berfungsi baik tanpa adanya gangguan sinyal. Suhu dan kelembapan menunjukkan fluktuasi alami tergantung cuaca dan waktu, sementara sensor kelembapan tanah menunjukkan konsistensi tinggi.

4. Antarmuka Web Lokal

Selama pengamatan, sistem wb lokal dapat menampilkan bacaan sensor dan hasil deteksi. Halaman grafik dan tabel berjalan dengan dinamis mengikuti pembaruan data dari ESP32.

5. Tanggapan Lapangan

Petani yang turut serta dalam dalam uji coba dapat memahami tampilan web, membaca grafik, serta memantau hasil deteksi. Meskipun mereka belum familiar dengan teknologi tinggi, desain antarmuka yang sederhana sangat membantu.



Gambar 4. 12 Dokumentasi Hasil Pengujian Sistem di Lapangan

Gambar ini menunjukkan kegiatan hasil pengujian sistem deteksi hama yang di perlihatkan kepada petani di Lokasi sawah Kecamatan Dolok Masihul. Dalam pengujian ini, para petani dapat melihat hasil dari pemantauan data deteksi visual dan pembacaan sensor secara langsung melaui antarmuka web lokal yang ditampilkan di laptob. Kegiatan ini sekaligus menjadi upaya pendekatan terhadap pengguna akhir dan pengambilan umpan balik awal terhadap sistem.



Gambar 4. 13 Dokumentasi Pengujian Sistem oleh Peneliti

Foto ini mendokumentasikan saat peneliti sedang mengoperasikan sistem deteksi hama padi dilapangan. Dalam kegiatan ini, peneliti menjalankan proses pengambilan data dari kamera dan sensor, serta memastikan bahwa sistem mampu berjalan stabil di kondisi lingkungan nyata. Proses ini juga mencakup evaluasi langsung terhadap akurasi deteksi YOLOv8 dan keterbacaan antarmuka web lokal.

4.4 Cuplikan Kode Program

Bagian ini menjelaskan struktur dan logika kode program yang digunakan dalam sistem deteksi dini hama keong mas berbasis IoT. Sistem ini terdiri dari tiga bagian utama yaitu : pemrosesan visual (YOLOv8), pembacaan data sensor

(ESP32), dan web lokal untuk menyimpan serta menampilkan data. Kode-kode ini saling terhubung membentuk satu sistem pemantauan yang terpadu antara perangkat keras (sensor & kamera) dan perangkat lunak (Python, Arduino, dan PHP).

4.4.1 Kode Pemrosesan Kamera dan YOLOv8

Kode ini ditulis dalam bahasa Python dan menggunakan Pustaka Ultralytics YOLOv8, OpenCV, serta requests untuk mengirimkan hasil deteksi ke sistem web. Model YOLOv8 digunakan untuk mendeteksi keberadaan keong mas dari gambar diambil oleh kamera eksternal (Logitech).

Python

```
from ultralytics import YOLO
```

```
import cv2
```

```
import requests
```

```
model = YOLO("best.pt")
```

```
cap = cv2.VideoCapture(0)
```

```
while True:
```

```
    ret, frame = cap.read()
```

```
    results = model(frame)
```

```
    for result in results:
```

```
        boxes = result.boxes
```

```
        for box in boxes:
```

```
            x1, y1, x2, y2 = box.xyxy[0]
```

```
            cv2.rectangle(frame, (int(x1), int(y1)), (int(x2), int(y2)), (0, 255, 0), 2)
```

```
cv2.putText(frame, "Keong Mas", (int(x1), int(y1)-10),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.6, (0,255,0), 2)0
```

```
filename = "gambar_hasil.jpg"
cv2.imwrite(f"../admin/foto_keong/{filename}", frame)
requests.post("http://localhost.scode.web.id/2025-m-irfan-deteksi-hama-padi-
keong/admin/app/page/gambar/postgambar.php", data={"gambar": filename})
cv2.imshow("Deteksi Keong", frame)
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == 27:
    break
```

Penjelas Utama :

1. Menggunakan YOLOv8 dari Pustaka Ultralytics untuk mendeteksi keong mas.
2. Kamera menangkap gambar real-time lalu gambar diproses untuk mendeteksi keong
3. *Bounding box* ditampilkan secara otomatis di hasil gambar.
4. Hasil disimpan dan dikirim kedalam web lokal melalui metode POST.

4.4.2 Kode Pembacaan Sensor

Kode ini digunakan untuk membaca data sensor lingkungan dan mengirimnya ke labtob.

Potongan kode utama :

```
#include <DHT.h>
```

```
#define DHTPIN 4
```

```
#define DHTTYPE DHT22
```

```
#define SOIL_MOISTURE_PIN 34

#define LDR_PIN 35


DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);


void setup() {

    Serial.begin(115200);

    dht.begin();

}


void loop() {

    float suhu = dht.readTemperature();

    float kelembapan = dht.readHumidity();

    int kelembapanTanah = analogRead(SOIL_MOISTURE_PIN);

    int cahaya = analogRead(LDR_PIN);


    Serial.print(suhu); Serial.print(",");

    Serial.print(kelembapan); Serial.print(",");

    Serial.print(kelembapanTanah); Serial.print(",");

    Serial.println(cahaya);


    delay(5000);

}
```

Penjelasan Utama :

1. Membaca data suhu dan kelembapan dari sensor DHT22.
2. Membaca kelembapan tanah dari sensor kapasitif dan intensitas cahaya dari LDR.
3. Mengirimkan semua data secara berkala ke laptop melalui komunikasi serial.

4.4.3 Kode Web Antarmuka Lokal

Bagian ini menerima data dari Python dan ESP32 lalu menyimpannya ke database dan menampilkannya di antarmuka web lokal.

Untuk menerima data dari ESP 32 :

```
include '../..../koneksi.php';
```

```
$suhu = $_POST['suhu'];
```

```
$kelembapan = $_POST['kelembapan'];
```

```
$tanah = $_POST['tanah'];
```

```
$cahaya = $_POST['cahaya'];
```

```
$query = "INSERT INTO data_sensor(suhu, kelembapan, tanah, cahaya, waktu)
```

```
VALUES('$suhu', '$kelembapan', '$tanah', '$cahaya', NOW());
```

```
mysqli_query($koneksi, $query);
```

Untuk menerima nama gambar dari Python :

```
include '../..../koneksi.php';
```

```
$gambar = $_POST['gambar'];
```

```
$query = "INSERT INTO gambar_deteksi(gambar, waktu) VALUES('$gambar',
NOW());"
```

```
mysqli_query($koneksi, $query);
```

Struktur Database :

1. Tabel data_sensor : Menyimpan data suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan cahaya.
2. Tabel gambar_deteksi : Menyimpan nama gambar hasil deteksi dan waktu
3. Tabel admin : menyimpan akun login admin web.

4.5 Hasil Koesioner Tanggapan Pengguna

Untuk mengetahui tanggapan pengguna terhadap sistem deteksi hama keong mas berbasis IoT, peneliti menyebarkan kuesioner kepada 4 orang petani sebagai responden. Kuesioner terdiri dari 13 pernyataan dengan skala Likert 5 poin. Setiap responden memiliki skor maksimal sebesar 65 (13×5), sehingga total skor maksimal seluruh responden adalah 260.

Berikut merupakan nama-nama responden dengan inisial :

Nama	Asal
SN	Kecamatan Dolok Masihul
I.R.S	Kecamatan Dolok Masihul
L.D	Kecamatan Dolok Masihul
R.S	Kecamatan Dolok Masihul

Kuisisioner diberikan kepada 4 orang responden yang merupakan petani pengguna sistem pakar. Kuisisioner ini bertujuan untuk mengetahui tanggapan pengguna terhadap sistem yang telah dibangun. Dengan menggunakan rumus presentase :

$$Presentase = \left(\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \right) \times 100\%$$

Maka :

Responden	Aspek 1 (PU)	Aspek 2 (PEOU)	Aspek 3 (ATU)	Aspek 4 (BIU)	Total
R1	18	20	14	10	62
R2	18	19	13	10	60
R3	17	18	13	8	56
R4	18	18	14	8	58
Total Per Aspek	71	75	54	36	236
Presentase per Aspek	88,75%	93,75%	90%	90%	90,63%

Berdasarkan klasifikasi nilai interpretasi kuisioner, persentase sebesar **90,63%** termasuk dalam kategori "**Sangat Tinggi**". Hal ini menunjukkan bahwa sistem deteksi hama keong mas yang dikembangkan sangat diterima dengan baik oleh pengguna, terutama dalam hal kemudahan penggunaan dan kebermanfaatannya dalam praktik pertanian.

4.5.2 Analisis Berdasarkan Model TAM

Dalam menganalisis tanggapan pengguna terhadap sistem deteksi hama keong mas berbasis IoT, digunakan pendekatan *Technology Acceptance Model (TAM)* yang dikembangkan oleh Davis (1989). Model ini menekankan bahwa penerimaan terhadap suatu teknologi dipengaruhi oleh dua variabel utama, yaitu *Perceived Usefulness (PU)* dan *Perceived Ease of Use (PEOU)*, yang selanjutnya memengaruhi *Attitude Toward Use (ATU)* dan *Behavioral Intention to Use (BIU)*.

Berikut hasil analisis kuisioner berdasarkan keempat aspek TAM:

1. *Perceived Usefulness (PU)* = 88,75%

Pengguna merasa bahwa sistem yang dikembangkan bermanfaat dalam membantu proses deteksi hama secara dini. Persentase mendekati 90% menunjukkan bahwa manfaat sistem sangat dirasakan oleh petani.

2. *Perceived Ease Of Use* (PEOU) = 93,75%

Aspek ini memperoleh nilai tertinggi dibanding aspek lain. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dinilai sangat mudah digunakan, baik dari segi antarmuka maupun fungsionalitas.

3. *Attitude Toward Use* (ATU) = 90%

Responden menunjukkan sikap yang positif terhadap penggunaan sistem ini. Hal ini berarti pengguna merasa nyaman dan senang saat menggunakannya.

4. *Behavioral Intention to Use* (BIU) = 90%

Nilai ini menunjukkan bahwa pengguna memiliki niat kuat untuk menggunakan sistem secara berkelanjutan, jika sistem ini terus dikembangkan atau diimplementasikan secara luas.

4.6 Pembahasan

Sistem deteksi dini hama keong mas yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan wujud penerapan teknologi Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan pemrosesan visual berbasis YOLOv8 dengan pemantauan kondisi lingkungan menggunakan sensor-sensor digital. Persawahan yang masih minim teknologi.

Berdasarkan hasil implementasi yang di jelaskan pada subbab sebelumnya, pembahasan dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Keberhasilan Integrasi Sistem

Sistem berhasil dibangun dan dijalankan dengan menggabungkan beberapa komponen utama, yaitu kamera eksternal (Logitech), sensor DHT22, soil moisture, dan LDR, serta platform pemrosesan visual

(YOLOv8) dan web antarmuka lokal. Semua komponen dapat bekerja secara sinergis, menghasilkan sistem monitoring sederhana yang menampilkan data secara real-time di web lokal.

Pengguna web berbasis Flask dan PHP memungkinkan pengguna mengakses hasil deteksi dan data sensor melalui jaringan lokal tanpa memerlukan koneksi internet. Hal ini sangat relevan dengan kondisi di lapangan, di mana banyak area pertanian belum memiliki infrastruktur internet yang stabil.

2. Fungsionalitas Deteksi Visual

Pengujian sistem menunjukkan bahwa YOLOv8 mampu mendeteksi keberadaan keong mas dari gambar yang diambil oleh kamera dengan cukup akurat, meskipun kondisi pencahayaan menjadi faktor yang memengaruhi hasil deteksi. Pada siang hari, saat pencahayaan optimal, sistem menunjukkan hasil deteksi yang sangat baik. Namun pagi dan sore hari dengan intensitas cahaya rendah, akurasi sedikit menurun, meskipun masih dalam batas yang dapat diterima.

Citra dan hasil deteksi divisualisasikan dalam bentuk *bounding box* dan disimpan secara otomatis ke dalam database, serta dapat diakses kembali melalui fitur riwayat deteksi di antarmuka web. Hal ini memberikan pengguna kesempatan untuk memverifikasi hasil deteksi dan mendokumentasikan aktivitas hama.

3. Kinerja Pembacaan Sensor

Sensor DHT22, soil moisture, dan LDR bekerja secara stabil selama pengujian. Data yang dikirim melalui ESP32 ke laptop ditampilkan dalam

bentuk grafik dan tabel yang mudah dipahami oleh pengguna. Rentang data yang terbaca sesuai dengan kondisi nyata di lahan pertanian. Maka :

- 1) Suhu antara 29°C hingga 43°C.
- 2) Kelembapan udara antara 45% hingga 78%.
- 3) Kembapan tanah cukup tinggi (170% - 180%) menunjukkan tanah yang tergenang.
- 4) Intensitas cahaya menunjukkan fluktuasi waktu (tinggi siang hari, rendah pagi dan sore).

Visualisasi data ini membantu pengguna mengenali pola lingkungan yang mungkin berkaitan dengan kemunculan hama.

4. Tampilan dan Akses Web Antarmuka

Tampilan web yang sederhana dan bersifat lokal membuat sistem dapat digunakan oleh petani yang tidak memiliki latar belakang teknis. Menu navigasi Home, Master Data, dan Laporan dirancang intuitif. Fitur grafik, tabel, cetak laporan, serta sistem login mendukung kebutuhan monitoring dan dokumentasi data pertanian secara efisien.

Penggunaan domain lokal (<https://localhost.scode.web.id>) yang tidak memerlukan XAMPP menunjukkan efisiensi dalam implementasi antarmuka lokal.

5. Analisis Lapangan dan Keterlibatan Pengguna

Tampilan pengamatan selama 3 hari berturut-turut menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dalam berbagai kondisi cuaca dan pencahayaan. YOLOv8 tetap mampu mendeteksi objek, dan sensor merekam data secara berkala tanpa gangguan.

Partisipasi petani dalam uji coba sistem memperlihatkan bahwa mereka mampu memahami antarmuka web dan membaca data. Ini mengidentifikasi bahwa desain sistem telah sesuai dengan karakteristik pengguna akhir di lapangan.

6. Evaluasi Berdasarkan Tanggapan Pengguna

Hasil kuisioner yang di sebar kepada 4 orang petani menunjukkan tingkat penerimaan yang sangat tinggi. Dengan nilai total 90,63%, sistem dinilai sangat berguna, mudah digunakan, dan layak untuk diimplementasikan secara luas di pertanian. Dari keempat aspek TAM yang diukur (PU, PEOU, ATO, BIU), semua berada pada rentang $\geq 88\%$, memperkuat kesimpulan bahwa sistem ini disambut baik oleh pengguna.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem deteksi hama keong mas berbasis IoT berhasil dikembangkan dengan mengintegrasikan kamera eksternal Logitech, sensor lingkungan (DHT22, Soil Moistura, dan LDR), mikrokontroler ESP32, serta algoritma YOLOv8 yang dijalankan dilabtop. Sitem ini mampu mendeteksi keberadaan keong mas secara visual dan merekam kondisi lingkungan lahan pertanian secara real-time.
2. Antarmuka web lokal yang dikembangkan mampu menampilkan hasil deteksi visual dan data sensor secara dinamis dalam bentuk grafik dan tabel. Web ini berjalan secara lokal melalui jaringan Wi-Fi tanpa memerlukan koneksi internet, sehingga dapat digunakan dilokasi pertanian yang tidak memiliki akses jaringan seluler atau internet.
3. Hasil pengujian lapangan menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik pada tiga waktu pengambilan data yang berbeda (sore, siang, pagi). YOLOv8 mampu mendeteksi objek keong mas secara konsisten, dan sensor mecatat data lingkungan secara stabil. Pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat diandalkan dalam kondisi pencahayaan berbeda.
4. Tanggapan pengguna terhadap sistem menunjukkan tingkat penerimaan yang sangat tinggi dengan persentase total sebesar 90,63% bedasarkan hasil

kuisisioner model TAM. Ini menunjukkan bahwa petani merasa sistem ini bermanfaat dan mudah digunakan dalam praktik pertanian.

5.2 Saran

1. Pengembangan sistem selanjutnya dapat ditingkatkan dengan menambah fitur notifikasi otomatis dan penyimpanan data ke cloud, sehingga informasi dapat diakses dari jarak jauh dan pemantauan tidak terbatas pada jaringan lokal.
2. Tampilan antarmuka web dapat terus disempurnakan agar lebih responsive dan mendukung perangkat mobile, sehingga dapat digunakan dengan lebih fleksibel oleh petani dilapangan.
3. Perlu ditambahkan sistem pendukung keputusan berbasis kecerdasan buatan (AI) di masa depan untuk memberikan rekomendasi tindakan langsung kepada petani berdasarkan hasil deteksi dan data lingkungan yang dikumpulkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, P. M., Santos, F. N., & Goulart, R. M. (2021). *Pest detection in agriculture using deep learning: A review*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 187, 106285.
- Anwarudin, O. (2020). *Penerapan Teknologi Smart Farming untuk Meningkatkan Produksi Pertanian*. *Jurnal Pertanian Modern*, 8(2), 45-52.
- Arikunto, S. (2020). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arta, I. W. (2023). *Pemanfaatan Teknologi IoT untuk Pertanian Presisi*. *Jurnal Teknologi dan Pertanian*, 11(1), 1-10.
- Bhat, R., Vohra, R., & Kumar, M. (2021). *A review on YOLO object detection algorithm*. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking*.
- Davis, F. D. (1989). *Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology*. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- Dodi Yudo, dkk. (2024). *Transformasi Digital Pertanian Indonesia*. Jakarta: Badan Riset dan Inovasi Nasional.
- Fakhruddin, M., Hasan, H., & Lubis, R. (2024). *Internet of Things dalam Pertanian: Peluang dan Tantangan*. *Jurnal Teknologi dan Sosial*, 9(1), 13–21.
- Ferentinos, K. P. (2018). *Deep learning models for plant disease detection and diagnosis*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 145, 311–318.
- Herdianti, L., et al. (2021). *Pengaruh Hama Keong Mas terhadap Produktivitas Padi*. *Jurnal Perlindungan Tanaman*, 19(2), 44-52.

- Hidayati, R. (2022). *Pengendalian Hama Terpadu Berbasis Lingkungan*. Jurnal Pertanian Berkelanjutan, 10(1), 17–22.
- ISO. (2023). *Smart Farming Guidelines for Climate Adaptation*. International Organization for Standardization.
- Kristiana Bude, dkk. (2024). *Pemanfaatan IoT dalam Peringatan Dini Hama*. Jurnal Inovasi Teknologi, 12(1), 33–40.
- Kumar, A., & Singh, D. (2022). *Real-time monitoring in agriculture using IoT*. Journal of Smart Farming, 10(2), 25–32.
- Lestari, S., Hakim, L., & Pratama, D. (2021). *Strategi Pengendalian Hama Keong Mas dalam Pertanian Berkelanjutan*. Jurnal Agroekoteknologi, 5(3), 76–83.
- Lilik Sutiarto. (2019). *Pertanian Cerdas: Peluang dan Tantangan*. Jakarta: IPB Press.
- Misir, N., Patel, K., & Trivedi, M. (2018). *Development of IoT-based Smart Agriculture System Prototype*. International Journal of Computer Science Trends and Technology, 6(3), 88–92.
- Novianty, D. (2019). *Adaptasi Keong Mas terhadap Lingkungan Sawah*. Jurnal Ilmu Tanaman, 7(1), 14–19.
- Patil, M. D., & Kale, N. R. (2016). *A model for smart agriculture using IoT*. International Journal of Engineering Research & Technology, 5(11), 1–5.
- Prasetyo, H., & Raharjo, R. (2014). *Dampak Serangan Keong Mas pada Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.
- Rachmawati, A. (2020). *Smart Farming sebagai Solusi Pertanian Masa Depan*. Jurnal Sains dan Teknologi, 15(2), 25–32.
- Rahayu, S., Hasanah, U., & Nugraheni, D. (2016). *Biologi Reproduksi Keong Mas di Lahan Basah*. Jurnal Biologi Tropika, 16(2), 42–49.

- Sari, F. & Nugroho, A. (2023). *Dampak Keong Mas terhadap Ekosistem Perairan*. Jurnal Konservasi Lingkungan, 18(1), 34–39.
- Sa, I., Ge, Z., Dayoub, F., Upcroft, B., Perez, T., & McCool, C. (2016). *DeepFruits: A Fruit Detection System Using Deep Neural Networks*. Sensors, 16(8), 1222.
- Santoso, A. (2014). *Efektivitas Teknologi Pertanian Cerdas di Daerah Terpencil*. Jakarta: LIPI Press.
- Setiawan, R., & Cahyono, E. (2020). *Karakteristik Keong Mas dan Strategi Pengendaliannya*. Jurnal Pertanian Tropis, 9(2), 19–24.
- Subeesh, R. & Mehta, S. (2021). *The Role of IoT in Precision Agriculture*. Journal of Agri-Tech, 7(1), 13–20.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Ullo, S. L., & Sinha, G. R. (2021). *Advances in Smart Agriculture through IoT*. Journal of Internet Services and Applications, 12(1), 1–25.
- Widiastuti, D. (2018). *Kerusakan Tanaman Padi akibat Keong Mas dan Solusinya*. Jurnal Perlindungan Tanaman, 10(2), 28–33.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). *Big Data in Smart Farming – A Review*. Agricultural Systems, 153, 69–80.
- Zhang, Y., Wang, G., & Liu, H. (2020). *Monitoring Soil and Environment with IoT*. Computers and Electronics in Agriculture, 175, 105543.