APLIKASI MONITORING PERKEMBANGAN KESEHATAN PADA BIBIT POHON SAWIT BERBASIS PENGOLAHAN CITRA

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

MUHAMMAD RENDY

NIM D1021211044

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon: (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email: ft@untan.ac.id Website: http://teknik.untan.ac.id

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan skripsi yang berjudul **"Aplikasi Monitoring Perkembangan Kesehatan pada Bibit Pohon Sawit Berbasis Pengolahan Citra"** yang ditulis oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Nama : Muhammad Rendy

NIM : D1021211044

Jurusan : Teknik

Prodi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Telekomunikasi

Demikian ini menerangkan bahwa mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan skripsinya.

Pontianak, 18 Juni 2026

Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
Leonardus Sandy Ade Putra, S.T., M.T.	Dr. Redi Ratiandi Yacoub, S.T., M.T.
NIP. 199410072020121003	NIP. 197101031997021002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rendy

NIM : D1021211044

Menyatakan bahwa dalam SKRIPSI ini yang berjudul "Aplikasi Monitoring Perkembangan Kesehatan pada Bibit Pohon Sawit Berbasis Pengolahan Citra" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atas diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 18 Juni 2026



Muhammad Rendy
NIM D1021211044

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

APLIKASI MONITORING PERKEMBANGAN KESEHATAN PADA BIBIT POHON SAWIT BERBASIS PENGOLAHAN CITRA

Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Oleh:

Muhammad Rendy
NIM D1021211044

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 18 Juni 2026
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	: Leonardus Sandy Ade Putra, S.T., M.T. NIP. 199410072020121003
Dosen Pembimbing Kedua	: Dr. Redi Ratiandi Yacoub, S.T., M.T. NIP. 197101031997021002
Dosen Penguji Utama	: Jannus Marpaung, S.T., M.T., IPM NIP. 197307211997021001
Dosen Penguji Kedua	: Ir. H. Fitri Imansyah, S.T., M.T., IPU, ASEAN Eng., ACPE. NIP. 196912271997021001

Pontianak, 18 Juni 2026

Dekan,

Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama

Leonardus Sandy Ade Putra, S.T., M.T.
NIP. 199410072020121003

PRAKATA

Puji syukur kepada kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul "APLIKASI MONITORING PERKEMBANGAN KESEHATAN PADA BIBIT POHON SAWIT BERBASIS PENGOLAHAN CITRA".

Proposal penelitian skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sastra 1 (S1) pada program studi Teknik Elektro, jurusan Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura Pontianak. Dalam prosesnya, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung, mendampingi, serta membantu penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian skripsi ini, khususnya kepada:

1. Ibu dan Bapak selaku orang tua penulis yang selalu mendoakan dan mendukung penulis.
2. Bapak Leonardus Sandy Ade Putra, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bantuan, masukan, kritik, serta saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Redi Ratiandi Yacoub, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bantuan, masukan, kritik, serta saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Jannus Marpaung, S.T., M.T., IPM. Selaku dosen penguji utama, dan juga Selaku ketua Progam Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
5. Bapak Ir. H. Fitri Imansyah, S.T., M.T., IPU, ASEAN Eng., ACPE Selaku dosen penguji pendamping.
6. Bapak Prof. Dr.-Ing. Seno D. Panjaitan, S.T., M.T., IPM. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
7. Bapak Ir. Muhammad Saleh, S.T., M.T., IPM. Selaku pembimbing akademik program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.
8. Ibu Ir. Neilcy Tjahjamooniarsih, S.T., M.T., IPM. Selaku kepala Laboratorium Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.

9. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura khususnya bidang studi teknik elektro atas pengajaran, bimbingan serta perhatian yang diberikan selama ini.
10. Rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah banyak membantu baik moral dan materi dalam menyelesaikan proposal skripsi.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan akibat keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangatlah dibutuhkan penulis untuk memperbaiki kekurangan pada proposal skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga proposal ini dapat memberikan manfaat sebagai bahan literatur untuk menambah ilmu pengetahuan dan masukan bagi semua pihak khususnya pada konsentrasi Telekomunikasi Program Studi Teknik Elektro, semoga dapat dipergunakan dengan semestinya.

Pontianak, 2026



MUHAMMAD RENDY

D1021211044

ABSTRAK

Bibit kelapa sawit rentan terhadap serangan penyakit dan hama yang dapat menurunkan kualitas tanaman. Proses identifikasi yang masih dilakukan secara manual memerlukan waktu dan ketelitian yang tinggi sehingga diperlukan sistem deteksi otomatis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi pemantauan kesehatan bibit kelapa sawit berbasis pengolahan citra digital menggunakan model YOLOv11 pada perangkat Android. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan dataset, pelabelan data, pelatihan model, implementasi aplikasi, dan pengujian secara real-time di lapangan. Sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi penyakit bercak daun, karat daun, dan kumbang malam berdasarkan tingkat keparahan ringan, sedang, dan parah. Hasil pengujian langsung di lapangan menggunakan 570 foto dengan total 3.093 objek menunjukkan tingkat akurasi sebesar 76,68% hingga 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan mampu mendeteksi penyakit pada bibit kelapa sawit secara real-time dan berpotensi digunakan sebagai alat bantu pemantauan kesehatan bibit di lapangan.

Kata Kunci: YOLOv11, Pengolahan Citra Digital, Bibit Kelapa Sawit, Deteksi Penyakit, Android.

ABSTRACT

Oil palm seedlings are susceptible to pests and diseases that can compromise plant quality. Manual identification is time-consuming and demands high precision, creating a need for an automated detection system. This study aims to develop an Android-based oil palm seedling health monitoring application utilizing digital image processing and the YOLOv11 model. The research stages include dataset collection, data labeling, model training, application implementation, and real-time field testing. The developed system is capable of detecting leaf spots, leaf rust, and nocturnal beetles, classifying them by severity level: mild, moderate, or severe. Field test results—based on 570 images containing a total of 3,093 objects demonstrate accuracy rates ranging from 76.68% to 100%. These results indicate that the developed application can detect diseases in oil palm seedlings in real-time and holds potential as a tool for monitoring seedling health in the field.

Keywords: YOLOv11, Digital Image Processing, Oil Palm Seedlings, Disease Detection, Android.

DAFTAR ISI

PRAKATA i
ABSTRAK iii
ABSTRACT iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR KODE PROGRAM xii
DAFTAR ISTILAH xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Pembatasan Masalah 3
1.5 Sistematika Penulisan 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Penelitian Terkait 5
2.2 Pentingnya Deteksi Penyakit pada Bibit Kelapa Sawit 9
2.3 Pengolahan Citra Digital 11
2.3.1 Pengertian Pengolahan Citra Digital 11
2.4 Jenis-Jenis Citra Digital 12
2.4.1 Citra Biner 12
2.4.2 Citra *Grayscale* 13
2.4.3 Citra RGB 14
2.5 Elemen Citra 15
2.6 Konsep Pengolahan Citra Digital 16

2.6.1 Segmentasi 17
1. Anotasi Citra.....17
2. Preprocessing Data 17
3. Augmentasi Data 18
2.6.2 Ekstraksi.....18
2.6.3 Klasifikasi 19
2.7 Sumber Data.....20
2.8 YOLOv11 20
2.8.1 Arsitektur YOLOv11 20
2.8.2 Metode R-CNN 22
2.8.3 Perbandingan YOLOv11 dengan versi sebelumnya 23
2.8.4 Matrix Evaluasi 24
2.9 Google Colab 26
2.10 TensorFlow Lite 27
2.11 Android Studio 28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....29
3.1 Tahapan Penelitian 29
3.2 Metode Penelitian.....29
3.3 Studi Literatur 30
3.4 Studi Pustaka.....30
3.5 Metode Ekstraksi Fitur pada YOLO 30
3.6 Sumber Data Yang Digunakan 31
3.6.1 Data Primer 31
3.6.2 Strategi Pembagian Dataset untuk Pelatihan dan Pengujian Model 32
3.7 Alat dan Bahan 33
3.8 Pra-Pengolahan Data.....34

3.9 Perancangan Model YOLOv11 pada Android 36
3.10 Arsitektur Sistem 38
3.11 Alur Deteksi Penyakit dan Penambahan Fitur Informasi Solusi 39
3.12 Perancangan Tampilan Aplikasi 40
3.13 Analisis Hasil 42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 43
4.1 Pengumpulan Data Primer 43
4.2 Pengolahan Dataset 44
4.2.1 Pembuatan Kelas Dataset 45
4.2.2 Proses Pelabelan dan Anotasi 45
4.2.3 Preprocessing Data 46
4.2.4 augmentasi Data 46
4.2.5 Split Data 47
4.3 Pelatihan Model 48
4.3.1 *Export* Dataset Roboflow 48
4.3.2 Pelatihan Google Colab 48
4.4 Evaluasi Model 52
4.5 Pengujian Tidak Langsung 55
4.6 Konversi ke TensorFlow Lite 62
4.7 Implementasi ke Android 63
4.7.1 Integrasi Model YOLOv11 ke Android 64
4.7.2 Pemrosesan Citra dari Kamera 65
4.7.3 Proses Inferensi Model 66
4.7.4 Non Maximum Suppression (NMS) 67
4.7.5 Menampilkan Bounding Box 68
4.7.6 Konfigurasi Kamera Android 68

4.7.7 Proses Kamera Real-Time....69
4.7.8 Menampilkan Hasil Deteksi....71
4.7.9 Penampilan Lokasi GPS....72
4.7.10 Pengambilan dan Penyimpanan Hasil Deteksi di Galeri....73
4.7.11 Penampilan Informasi Monitoring Hasil Deteksi....74
4.7.12 Penampilan Waktu Monitoring....74
4.7.13 Tampilan Antarmuka Aplikasi....75
4.8 Implementasi Sistem Deteksi Mobile....76
4.8.1 Tampilan Awal Aplikasi....77
4.8.2 Informasi Penanggulangan Penyakit....78
4.8.3 Implementasi Sistem Deteksi Mobile....79
4.9 Pengujian Aplikasi....81
4.9.1 Hasil Uji Aplikasi....82
4.9.2 Pengujian Deteksi Penyakit Secara Langsung di Lapangan....83
BAB V PENUTUP....87
5.1 Kesimpulan....87
5.2 Saran....88
DAFTAR RUJUKAN....89
LAMPIRAN A HASIL EVALUASI MODEL PADA PENGUJIAN LANGSUNG....91
LAMPIRAN B MENYAJIKAN HASIL PENGUJIAN APLIKASI LANGSUNG DILAPANGAN....130
LAMPIRAN B HASIL PENGUJIAN APLIKASI DI LAPANGAN MELALUI QR CODE....134
LAMPIRAN C HASIL PENGUJIAN TIDAK LANGSUNG MELALUI QR CODE....135
LAMPIRAN D SEMUA KODE PROGRAM MELALUI QR CODE....136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem koordinat yang dipergunakan untuk mewakili citra [12]. 12
Gambar 2.2 Citra Biner [12]. 13
Gambar 2.3 Citra *Grayscale* [12]. 14
Gambar 2.4 Warna RGB 14
Gambar 2.5 Anotasi Citra 17
Gambar 2.6 Proses Resizing Gambar dalam Preprocessing Data 18
Gambar 2.7 Augmentasi Data 18
Gambar 2.8 Visualisasi Ekstraksi Warna, Tekstur, dan Bentuk Daun Sawit 19
Gambar 2.9 Klasifikasi Tingkat Keparahan Penyakit 19
Gambar 2.10 Arsitektur YOLOv11 22
Gambar 2. 11 Cara Kerja R-CNN 23
Gambar 2.12 Perbandingan YOLOv11 dengan versi sebelumnya [15] 24
Gambar 2.13 Confusion Matrix 24
Gambar 2.14 Google Colab 27
Gambar 2.15 TensorFlow Lite 27
Gambar 2.16 Android Studio 28
Gambar 3.1 Alur Penelitian 29
Gambar 3.2 Proses Ekstraksi dan Prediksi Bounding Box pada Yolov11 30
Gambar 3.3 Proses Pengambilan Foto. 32
Gambar 3.4 Skema Pengambilan Foto 32
Gambar 3.5 Alur Pembagian Dataset Bibit Sawit setelah Proses Resizing 35
Gambar 3.6 Diagram Alir Perancangan Model YOLOv11 pada Android. 36
Gambar 3.7 Arsitektur Sistem [16]. 39
Gambar 3.8 Diagram Alir Alur Deteksi Penyakit dan Penambahan informasi Solusi di Hal Utama 39
Gambar 3.9 Ilustrasi Rancangan Tampilan Aplikasi 41
Gambar 4. 1 Pengambilan Data Primer 43
Gambar 4. 2 Hasil Pengambilan Foto 44
Gambar 4. 3 Pembuatan Kelas Dataset 45
Gambar 4. 4 Proses Palabelan dan Anotasi 46
Gambar 4. 5 Proses *Resizing* 46

Gambar 4. 6 Augmentasi Data 47
Gambar 4. 7 Split Data..... 47
Gambar 4. 8 Proses Pembuatan API 48
Gambar 4. 9 Hasil Model Dataset..... 52
Gambar 4. 10 Confusion Matrix 52
Gambar 4. 11 Result..... 53
Gambar 4. 12 Grafik Hasil Metrix Evaluasi 55
Gambar 4. 13 Hasl Grafik Pengujian Tidak Langsung 58
Gambar 4. 14 Hasil Konversi Model 63
Gambar 4. 15 Diagram Blok Implementasi Sistem 64
Gambar 4. 16 Tampilan Awal Aplikasi 77
Gambar 4. 17 Informasi Penanggulangan..... 78
Gambar 4. 18 Implementasi Aplikasi..... 79
Gambar 4. 19 Hasil Uji Aplikasi..... 82
Gambar 4. 20 Hasil Grafik Pengujian Langsung di Lapangan 84

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Penyakit dan Hama 10
Tabel 2. 2 Metrik 26
Tabel 3. 1 Spesifikasi Dataset 32
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan 33
Tabel 4. 1 Jumlah Data Primer 44
Tabel 4. 2 Hasil Pelatihan di google colab 51
Tabel 4. 3 Hasil Metrix Evaluasi 54
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Tidak Langsung 57
Tabel 4. 5 Contoh Kasus 60
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Langsung 83

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 4. 1 API Dataset dari Roboflow 48
Kode Program 4. 2 Perintah Pelatihan Model YOLOv11 49
Kode Program 4. 3 Proses Pengujian Tidak Langsung 56
Kode Program 4. 4 Konversi Model ke TensorFlow Lite 62
Kode Program 4. 5 Inisialisasi Model YOLOv11 (Detection.kt) 64
Kode Program 4. 6 Pemrosesan Citra Masukan 65
Kode Program 4. 7 Proses Inferensi Model 66
Kode Program 4. 8 Non Maximum Suppression 67
Kode Program 4. 9 Menampilkan Bounding Box (OverlayView.kt) 68
Kode Program 4. 10 Konfigurasi Kamera 68
Kode Program 4. 11 Inisialisasi Kamera Real-Time (startCamera) 69
Kode Program 4. 12 Pembaruan Tampilan Hasil Deteksi (updateUI) 71
Kode Program 4. 13 Pengambilan dan Penampilan Lokasi GPS 72
Kode Program 4. 14 Pengambilan dan Penyimpanan Hasil Deteksi 73
Kode Program 4. 15 Penampilan Informasi Monitoring Hasil Deteksi 74
Kode Program 4. 16 Penampilan Waktu Monitoring 74
Kode Program 4. 17 Layout Utama Aplikasi (activity_main.xml) 75

DAFTAR ISTILAH

Android Studio	Lingkungan pengembangan terintegrasi (Integrated Development Environment/IDE) resmi yang digunakan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji aplikasi berbasis sistem operasi Android.
Augmentasi	Teknik penambahan variasi data latih melalui transformasi citra, seperti rotasi, pembalikan, perubahan skala, dan penyesuaian pencahayaan, untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model.
Bercak Daun *(Curvularia sp.)*	Penyakit pada daun kelapa sawit yang ditandai dengan munculnya bercak berwarna cokelat hingga kehitaman yang dapat mengganggu proses fotosintesis tanaman.
Bibit Kelapa Sawit	Tanaman kelapa sawit pada fase pembibitan yang dipersiapkan sebelum ditanam di lahan utama dan memerlukan pemeliharaan untuk mendukung pertumbuhan yang optimal.
Bounding Box	Kotak pembatas berbentuk persegi atau persegi panjang yang digunakan untuk menunjukkan lokasi dan ukuran objek yang terdeteksi pada citra.
Citra Digital	Representasi visual suatu objek yang disimpan dalam bentuk data digital berupa kumpulan piksel dan dapat diproses menggunakan komputer.
Confidence Score	Nilai probabilitas yang menunjukkan tingkat keyakinan model terhadap hasil prediksi objek yang terdeteksi.
Dataset	Kumpulan data yang terdiri atas citra dan label yang digunakan dalam proses pelatihan, validasi, dan pengujian model.
Deep Learning	Cabang kecerdasan buatan yang menggunakan jaringan saraf tiruan berlapis banyak untuk mempelajari pola dan karakteristik data secara otomatis.

Deteksi Objek *(Object Detection)*	Teknik dalam bidang computer vision yang digunakan untuk mengenali dan menentukan lokasi objek pada citra atau video.
Ekstraksi Fitur	Proses pengambilan karakteristik penting dari citra, seperti bentuk, warna, tekstur, atau pola tertentu yang digunakan sebagai dasar analisis.
F1-Score	Metrik evaluasi yang merupakan rata-rata harmonis antara precision dan recall untuk mengukur keseimbangan performa model.
Google Colab	Layanan komputasi berbasis cloud yang disediakan oleh Google untuk menjalankan kode program dan melatih model machine learning tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak secara lokal.
Inference	Proses penggunaan model yang telah dilatih untuk melakukan prediksi, klasifikasi, atau deteksi terhadap data baru yang belum pernah digunakan pada tahap pelatihan.
IoU (Intersection over Union)	Metode evaluasi yang digunakan untuk mengukur tingkat kesesuaian antara bounding box hasil prediksi dan bounding box acuan (ground truth).
Karat Daun *(Leaf Rust Disease)*	Penyakit pada daun kelapa sawit yang ditandai dengan munculnya bercak berwarna kuning kecokelatan menyerupai karat yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman.
Klasifikasi	Proses pengelompokan objek atau data ke dalam kategori tertentu berdasarkan karakteristik yang dimiliki.
Kumbang Malam *(Apogonia sp.)*	Hama yang menyerang daun kelapa sawit dengan cara memakan jaringan daun sehingga menyebabkan kerusakan pada permukaan daun.
Labeling	Proses pemberian anotasi atau penandaan pada objek dalam citra sebagai dasar pembelajaran model machine learning.
Machine Learning	Cabang kecerdasan buatan yang memungkinkan sistem mempelajari pola dari data dan

	menghasilkan prediksi atau keputusan secara otomatis.
mAP *(Mean Average Precision)*	Metrik evaluasi pada deteksi objek yang digunakan untuk mengukur rata-rata nilai presisi model pada berbagai ambang batas Intersection over Union (IoU).
Monitoring	Proses pemantauan kondisi suatu objek atau sistem secara berkelanjutan untuk memperoleh informasi mengenai perubahan atau perkembangan yang terjadi.
Pengolahan Citra	Proses pengolahan citra digital untuk meningkatkan kualitas citra, mengekstraksi informasi, atau melakukan analisis terhadap objek yang terdapat di dalam citra.
Precision	Metrik evaluasi yang menunjukkan tingkat ketepatan model dalam melakukan prediksi, yaitu perbandingan antara jumlah prediksi benar dan seluruh hasil prediksi.
Preprocessing	Tahap awal pengolahan data yang bertujuan meningkatkan kualitas citra melalui proses seperti resize, normalisasi, dan pengurangan noise sebelum digunakan dalam pelatihan model.
Real-Time	Kemampuan sistem untuk memproses data dan menghasilkan keluaran secara langsung dengan jeda waktu yang sangat singkat.
Recall	Metrik evaluasi yang menunjukkan kemampuan model dalam menemukan seluruh objek yang sebenarnya ada, yaitu perbandingan antara jumlah deteksi benar dan jumlah objek sebenarnya.
Roboflow	Platform berbasis web yang digunakan untuk pengelolaan dataset, anotasi, preprocessing, augmentasi, dan ekspor data untuk pelatihan model computer vision.
TensorFlow	Framework open source yang dikembangkan oleh Google untuk membangun, melatih, dan mengimplementasikan model machine learning dan deep learning.

TensorFlow Lite	Versi ringan dari TensorFlow yang dirancang untuk menjalankan model machine learning pada perangkat bergerak dan sistem tertanam dengan penggunaan sumber daya yang efisien.
Tingkat Keparahan Penyakit	Klasifikasi tingkat kerusakan atau serangan penyakit pada tanaman yang dibedakan menjadi kategori ringan, sedang, dan parah berdasarkan gejala yang terlihat.
Training	Proses pelatihan model menggunakan data latih untuk mempelajari pola dan karakteristik objek sehingga mampu melakukan prediksi secara otomatis.
Validasi	Tahap evaluasi model menggunakan data yang berbeda dari data latih untuk mengukur kemampuan generalisasi model sebelum dilakukan pengujian.
YOLOv11	Model deteksi objek berbasis deep learning yang mampu mengidentifikasi objek dan menentukan lokasinya secara real-time dalam satu proses inferensi.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kelapa sawit di Indonesia merupakan salah satu pilar utama dalam perdagangan minyak nabati global, dengan permintaan yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Kehadirannya sangat penting, tidak hanya bagi perekonomian dunia, tetapi juga memiliki dampak sosial dan lingkungan yang signifikan. Namun, produktivitas kelapa sawit sering kali menghadapi berbagai tantangan, salah satunya adalah serangan penyakit yang dapat mengganggu kesehatan tanaman dan menurunkan hasil panen secara signifikan. Tanaman kelapa sawit dapat terserang berbagai penyakit sejak tahap pembibitan hingga masa pertanaman. Penyakit tersebut dapat merusak bibit, tanaman belum menghasilkan (TBM), maupun tanaman menghasilkan (TM) [1].

Dalam beberapa tahun terakhir, kemajuan yang pesat dalam teknologi computer dan pengolahan citra telah memberikan kontribusi yang sangat signifikan di sektor pertanian, membawa perubahan besar dalam cara petani dan peneliti memantau dan mengelola tanaman mereka. Salah satu inovasi yang berkembang pesat dalam bidang ini adalah penerapan metode *You Only Look Once (YOLO)*, yang telah terbukti efektif untuk deteksi objek pada citra dengan kecepatan dan akurasi yang tinggi [2].

Hingga saat ini, beberapa penelitian telah dilakukan terkait deteksi penyakit tanaman berbasis pengolahan citra dan kecerdasan buatan. Salah satunya adalah penerapan *YOLOv8* dalam mendeteksi penyakit pada daun jambu air secara *real-time* menggunakan aplikasi berbasis *web* [2]. Penelitian lain mengenai deteksi hama dan penyakit pada daun tanaman cabai menggunakan metode *deep learning* menunjukkan bahwa sistem ini cukup akurat dalam melakukan deteksi secara *real-time* dengan menggunakan algoritma *YOLO* [3]. Selain itu, terdapat pula penelitian yang melakukan klasifikasi citra kualitas bibit kelapa sawit menggunakan *metode Convolutional Neural Network (CNN)*, yang bertujuan untuk mengidentifikasi bibit sawit yang terkena hama atau penyakit berdasarkan pola dan warna daun [4], serta penelitian mengenai analisis dan implementasi diagnosis penyakit sawit dengan menggunakan metode *CNN* [5].

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah disebutkan, metode *YOLO* terbukti efektif dalam mendeteksi objek, yang ditunjukkan melalui hasil akurasi yang cukup baik. Metode ini sangat menjanjikan dan dapat memberikan dampak positif yang signifikan bagi para petani. Oleh karena itu, peneliti memilih untuk menggunakan model *YOLOv11* dalam penelitian ini, mengingat penelitian-penelitian sebelumnya, khususnya pada tanaman kelapa sawit, masih memiliki sejumlah keterbatasan. Sebagai contoh, metode *CNN* memang efektif untuk klasifikasi citra bibit kelapa sawit berdasarkan pola dan warna daun, namun memiliki beberapa kekurangan jika dibandingkan dengan *YOLO*, terutama dalam hal kecepatan dan kemampuan mendeteksi banyak objek secara real-time. CNN bekerja lebih lambat karena hanya mampu mengklasifikasikan satu objek per gambar, memerlukan proses prapengolahan *(preprocessing)* yang lebih kompleks, serta lebih sensitif terhadap perubahan pencahayaan dan latar belakang. Sebaliknya, *YOLO* lebih efisien, mampu mendeteksi banyak objek dalam satu kali pemrosesan, dan lebih sesuai untuk aplikasi pemantauan secara *real-time*.

Oleh karena itu diperlukan sistem yang lebih mudah diimplementasikan oleh petani untuk memantau kesehatan bibit kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan metode sebelumnya dengan merancang aplikasi monitoring perkembangan kesehatan bibit sawit yang sakit menggunakan model *YOLOv11*. Model ini, sebagai generasi terbaru, menawarkan kecepatan dan akurasi lebih tinggi dengan arsitektur yang lebih efisien dalam mendeteksi penyakit di berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang. Sistem ini dirancang tidak hanya untuk mengidentifikasi jenis penyakit, tetapi juga mengklasifikasikan tingkat keparahannya (ringan, sedang, dan berat), serta memberikan informasi rekomendasi penanggulangan yang sesuai. Dengan adanya aplikasi ini, petani dapat memantau kondisi bibit secara *real-time*, mengambil langkah penanganan yang cepat, dan mencegah penyebaran penyakit melalui fitur informasi solusi pengobatan. Pendekatan ini diharapkan dapat menjadi alternatif yang lebih efisien dalam mengidentifikasi dan menangani penyakit pada tanaman kelapa sawit. Dengan identifikasi yang lebih cepat, proses penyembuhan dapat dilakukan lebih tepat waktu, sehingga mendukung peningkatan produktivitas dan keberlanjutan pengelolaan kebun.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah belum adanya sistem berbasis *mobile* pada platform *Android* yang dapat mengidentifikasi penyakit pada bibit kelapa sawit, menentukan tingkat keparahannya, serta memberikan informasi mengenai metode penyembuhan.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem yang mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan tingkat keparahan penyakit pada bibit kelapa sawit menjadi tiga kategori, yaitu ringan, sedang, dan berat (parah), dengan menggunakan metode pengolahan citra digital berbasis model *YOLOv11*.
2. Mewujudkan sistem *monitoring*, dengan kemampuan untuk mendeteksi secara langsung jenis penyakit pada bibit kelapa sawit melalui citra kamera ponsel, memberikan informasi solusi penanggulangan, memantau perubahan atau perkembangan penyakit secara berkelanjutan.
3. Mengembangkan aplikasi Android berbasis standalone yang mengintegrasikan model YOLOv11n sehingga identifikasi penyakit pada bibit kelapa sawit dapat dilakukan secara mandiri pada perangkat.

1.4 Pembatasan Masalah

1. Objek penelitian yang digunakan adalah bibit kelapa sawit berumur 5 bulan – 2 Tahun.
2. Model yang digunakan untuk proses ekstraksi dan klasifikasi penyakit pada bibit kelapa sawit adalah *YOLOv11*.
3. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak kurang lebih 300 bibit kelapa sawit.
4. Sistem ini mendeteksi penyakit bercak daun (*Curvularia sp.*), kumbang malam (*Apogonia sp.*), dan karat daun *(Leaf Rust Disease)* pada bibit kelapa sawit.
5. Klasifikasi penyakit pada bibit kelapa sawit dibagi ke dalam tiga kategori berdasarkan tingkat keparahan yaitu ringan, sedang, dan berat (parah).
6. Pengujian dilakukan secara *real-time* menggunakan *camera hp android* dengan *output* berupa *bounding box*.
7. Pengambilan data dibatasi pada jarak 50 cm yang memungkinkan sistem untuk deteksi.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun untuk memberikan gambaran secara umum mengenai isi dan pembahasan pada setiap bab sehingga memudahkan dalam memahami keseluruhan isi skripsi. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori, penelitian terdahulu, dan konsep-konsep yang mendukung pelaksanaan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi metode penelitian, tahapan penelitian, teknik pengumpulan data, serta perancangan dan implementasi sistem yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dan pembahasan mengenai data-data penelitian dan analisis data penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini berisi sumber-sumber referensi yang digunakan dalam penyusunan skripsi.

LAMPIRAN

Berisi dokumen pendukung yang berkaitan dengan penelitian, seperti data, program, dan hasil pengujian.