

CEK TURNITIN

SKRIPSI MUHAMMAD AFRIZAL SI

 SATSET DIGITAL 3

Document Details

Submission ID

trn:oid:::3618:151105873

Submission Date

Sep 9, 2026, 3:02 PM GMT+7

Download Date

Sep 9, 2026, 3:13 PM GMT+7

File Name

SKRIPSI MUHAMMAD AFRIZAL SI.pdf

File Size

1.1 MB

48 Pages

7,946 Words

53,984 Characters

25% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography

Top Sources

- 16%  Internet sources
- 12%  Publications
- 21%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 16% Internet sources
- 12% Publications
- 21% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	repository.unisi.ac.id	3%
2	Internet	kc.umn.ac.id	<1%
3	Student papers	Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung on 2026-07-27	<1%
4	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-07-03	<1%
5	Internet	lab.tik.pnj.ac.id	<1%
6	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-06-18	<1%
7	Internet	repo.darmajaya.ac.id	<1%
8	Internet	publikasi.dinus.ac.id	<1%
9	Internet	repository.upy.ac.id	<1%
10	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-04-02	<1%
11	Student papers	Universitas Khairun on 2026-07-13	<1%

12	Student papers	Universitas Islam Sumatera Utara on 2026-04-20	<1%
13	Student papers	Universitas Sangga Buana YPKP on 2026-07-20	<1%
14	Internet	proceeding.unpkediri.ac.id	<1%
15	Internet	repository.uinsaizu.ac.id	<1%
16	Student papers	Universitas Sangga Buana YPKP on 2026-07-28	<1%
17	Student papers	Universitas Sangga Buana YPKP on 2026-07-29	<1%
18	Internet	repository.unuja.ac.id	<1%
19	Student papers	SDM Universitas Gadjah Mada on 2021-10-08	<1%
20	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-01-06	<1%
21	Student papers	Universitas Muslim Indonesia on 2024-11-19	<1%
22	Internet	repository.uin-suska.ac.id	<1%
23	Student papers	FAKULTAS ILMU KOMPUTER on 2026-01-12	<1%
24	Publication	Akbar Supia Dirja, Lana Aulia Salsabila, M. Akhdan Putra Hermawan, Cika Jelita, H...	<1%
25	Internet	eprints.polsri.ac.id	<1%

26	Internet	www.coursehero.com	<1%
27	Student papers	Universitas Islam Riau on 2026-04-30	<1%
28	Student papers	Universitas Islam Riau on 2026-08-21	<1%
29	Student papers	Universitas Tarumanagara on 2025-12-12	<1%
30	Student papers	Universitas Islam Riau on 2026-08-18	<1%
31	Student papers	Universitas Mercu Buana Yogyakarta on 2026-01-28	<1%
32	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-08-27	<1%
33	Internet	sir.stikom.edu	<1%
34	Student papers	Universitas Pamulang on 2026-07-20	<1%
35	Student papers	Universitas Pancasila on 2026-03-05	<1%
36	Internet	repository.unbari.ac.id	<1%
37	Publication	Maryogi Yanto, Alda Cendekia Siregar, Asrul Abdullah. "Klasifikasi Penyakit Daun ...	<1%
38	Publication	Muhammad Hasbi, Hendra Sanjaya. "Komparasi Support Vector Machine dan Ran...	<1%
39	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-05-25	<1%

40	Student papers	Universitas Khairun on 2026-07-16	<1%
41	Internet	jurnal.polgan.ac.id	<1%
42	Student papers	poltekssn on 2025-07-15	<1%
43	Student papers	LL Dikti IX Turnitin Consortium on 2026-09-09	<1%
44	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-06-03	<1%
45	Student papers	Universitas Brawijaya on 2017-07-06	<1%
46	Student papers	Universitas Islam Riau on 2025-09-02	<1%
47	Student papers	University of Northumbria at Newcastle on 2023-08-26	<1%
48	Internet	eprints.umsb.ac.id	<1%
49	Internet	journal.ubpkarawang.ac.id	<1%
50	Internet	repository.unimus.ac.id	<1%
51	Publication	Habil Putra Arianda, T. Yudi Hadiwandra. "Implementasi Deep Learning Untuk Kl..."	<1%
52	Student papers	Sekolah Arsitektur, Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan on 2025-12-28	<1%
53	Publication	Sindy Asdistia, Dhina Puspasari Wijaya, Dita Danianti, Ahmad Subhan Yazid. "Sist..."	<1%

54	Student papers	Tarumanagara University on 2026-06-22	<1%
55	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-05-04	<1%
56	Publication	Nurhayati Nurhayati, Aditya Kusuma. "PERANCANGAN SISTEM DETEKSI KEMATAN...	<1%
57	Student papers	Universitas Islam Riau on 2026-07-15	<1%
58	Internet	jurnalsyntaxadmiration.com	<1%
59	Internet	repository.pnj.ac.id	<1%
60	Internet	repository.polibatam.ac.id	<1%
61	Internet	repository.trisakti.ac.id	<1%
62	Internet	www.jamsi.jurnal-id.com	<1%
63	Publication	Baehaqi Wahyu Kurniawan, Pungkas Subarkah, Dinar Mustofa. "Perbandingan N...	<1%
64	Publication	Muhammad Fadli Setiawan. "IMPLEMENTASI ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEU...	<1%
65	Publication	Shofi Camila Laisya Amanda, Fitri Yunita, Samsudin Samsudin. "Optimasi Metode ...	<1%
66	Publication	Suci Mulyani, Sahrul Ramadhan, Irfan. "Penerapan Model Random Forest Untuk ...	<1%
67	Internet	cibangsa.com	<1%

68	Internet	ejurnal.stmik-budidarma.ac.id	<1%
69	Internet	garuda.kemdikbud.go.id	<1%
70	Internet	repository.unhas.ac.id	<1%
71	Internet	repository.upnvj.ac.id	<1%
72	Student papers	FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS on 2025-07-17	<1%
73	Student papers	Universitas Brawijaya on 2021-12-16	<1%
74	Student papers	Universitas Islam Riau on 2026-07-04	<1%
75	Student papers	Universitas Muslim Indonesia on 2026-05-08	<1%
76	Student papers	Universitas Sangga Buana YPKP on 2026-07-27	<1%
77	Internet	eprints.amikom.ac.id	<1%
78	Internet	jer.or.id	<1%
79	Student papers	Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia on 2015-07-02	<1%
80	Publication	Muhammad Fawzan, Daniel Udjulawa. "Optimasi Hyperparameter CNN dengan A...	<1%
81	Publication	Sariah Sariah, Nana Suarna, Irfan Ali, Dodi Solihudin. "Penerapan Convolutional ...	<1%

82	Student papers	Universitas Indonesia on 2020-06-26	<1%
83	Student papers	Universitas Jember on 2026-06-21	<1%
84	Student papers	Universitas Mercu Buana Yogyakarta on 2026-07-23	<1%
85	Student papers	Universitas Muria Kudus on 2016-08-15	<1%
86	Student papers	Universitas Muslim Indonesia on 2025-08-14	<1%
87	Student papers	Universitas Sangga Buana YPKP on 2026-07-31	<1%
88	Student papers	Universitas Trunojoyo on 2025-08-24	<1%
89	Internet	acsit.org	<1%
90	Internet	digilib.uinkhas.ac.id	<1%
91	Internet	ejournal.bsi.ac.id	<1%
92	Internet	ejournal.itn.ac.id	<1%
93	Internet	eprints.unimudasorong.ac.id	<1%
94	Internet	eprints.utdi.ac.id	<1%
95	Internet	journal.nurulfikri.ac.id	<1%

96	Internet	jurnal.pgsd.unipol.ac.id	<1%
97	Internet	jurnal.polibatam.ac.id	<1%
98	Internet	jurnal.risetilmiah.ac.id	<1%
99	Internet	jurnal.untag-sby.ac.id	<1%
100	Internet	repository.itpln.ac.id	<1%
101	Internet	repository.upi.edu	<1%
102	Internet	www.ejournal.itn.ac.id	<1%
103	Student papers	Sriwijaya University on 2021-08-23	<1%
104	Student papers	UPN Veteran Jakarta on 2026-07-24	<1%
105	Publication	Alsharif, Bader. "Advances in Real-Time American Sign Language Recognition Sys...	<1%
106	Publication	Nelsi Silaban, Marliza Ganefi Gumay. "Analisis Sentimen Pengguna Aplikasi Pinja...	<1%
107	Student papers	Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung on 2026-04-09	<1%
108	Publication	Sebastian Ubaidillah Royan, Nana Suarna, Irfan Ali, Dodi Solihudin. "ANALISIS SE...	<1%
109	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-04-30	<1%

110	Student papers	
Universitas Brawijaya on 2018-12-12		<1%
111	Student papers	
Universitas Brawijaya on 2021-11-05		<1%
112	Student papers	
Universitas Muhammadiyah Palembang on 2026-04-30		<1%
113	Student papers	
Universitas Sangga Buana YPKP on 2026-07-18		<1%
114	Internet	
repository.ub.ac.id		<1%

75

**KLASIFIKASI PENYAKIT BIBIT TANAMAN SAWIT
MENGUNAKAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE**

SKRIPSI



**DISUSUN OLEH:
MUHAMMAD AFRIZAL
403221010048**

1

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS ISLAM INDRAGIRI
TEMBILAHAN
2025**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul “Klasifikasi penyakit pada bibit tanaman sawit menggunakan metode SVM.”

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Islam Indragiri (UNISI).

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari adanya berbagai kendala, baik dalam hal waktu, referensi, maupun teknis penulisan. Namun berkat bimbingan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Najamuddin, LC, MA Selaku Rektor Universitas Islam Indragiri.
2. Bapak Dr.Bayu Rianto,S.SI.,M.Kom Selaku Dekan Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer.
3. Ibu Fitri Yunita,S.Si, M.Kom Selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi.
4. Bapak Muh.Rasyid Ridha ,S.SI, M.Kom Selaku pembimbing utama.
5. Bapak Samsudin ,S.KOM, M.Kom Selaku pembimbing Kedua.
6. Seluruh Dosen Pengajar Strata Satu (SI) Sistem Informasi Universitas Islam Indragiri Tembilahan, yang telah mendidik dan memberikan berbagai bekal pengetahuan yang tak ternilai harganya kepada penulis selama mengikuti perkuliahan.

7. Orang tua (Anwar dan Asmidar), Adiku Tersayang (Ikhwal Amin) Terima kasih atas doa, kasih sayang, dukungan, dan semangat yang selalu diberikan. Kalian adalah alasan saya terus berjuang hingga dapat menyelesaikan pendidikan ini.
8. Uncle Tersayang (Syamsul, S.SI., M.Ap) Terima kasih Oom atas doa, dukungan, dan bantuan finansial selama masa perkuliahan. Bantuan Oom sangat berarti dalam membantu saya menyelesaikan pendidikan ini.
9. My Beloved (Nurhikmah, SKM) Terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita, memberikan semangat, dan selalu mendukung saya dalam menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini. Terima kasih telah menemani setiap proses dan tidak pernah lelah memberikan dukungan.

Dalam hal ini penulis menyadari sepenuhnya bahwa dengan bekal ilmu dan kemampuan yang terbatas, tidaklah mudah untuk membuat suatu laporan penelitian yang sempurna. Oleh sebab itu dengan segala kerendahan hati dan rasa terima kasih yang dalam, penulis mengharapkan saran-saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penelitian ini

Tembilahan, Desember 2025

Penulis

MUHAMMAD AFRIZAL

NIM.403221010048

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
INTISARI.....	vii
ABSTRACT.....	1
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN LITERATUR	5
2.1 Support Vector Machine (SVM)	5
BAB III METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Kerangka penelitian	13
3.1.1 Studi Literatur dan Analisis Pra Penelitian.....	14
3.1.2 Pengumpulan Dataset dan Augmentasi Data.....	15
3.1.3 Pelatihan model SVM.....	18
3.1.4 Evaluasi model	20
3.1.5 Uji Coba.....	20
3.1.6 Perancangan Aplikasi Android	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Hasil Pengolahan Dataset.....	22
4.2 Hasil Pra-Pemrosesan Citra dan Ekstraksi Fitur	22
4.3 Konfigurasi Pelatihan Model SVM.....	24
4.4 Hasil Evaluasi Model	24
4.5 Confusion Matrix dan Analisis Kesalahan	25
4.6 Hasil Uji Coba Model pada Aplikasi Android	27
4.7 Langkah-Langkah Proses Training Model dan Implementasi Aplikasi	28

4.7.1 Persiapan Dataset Citra Bibit Sawit	28
4.7.2 Training Model SVM di Kaggle	28
4.8 Integrasi Model ke Aplikasi Android	28
4.9 Hasil Implementasi Antarmuka Aplikasi Android	29
4.10 Hasil Pengujian Blackbox Aplikasi.....	33
BAB V PENUTUP.....	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	36

26

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Penyakit tanaman dari berbagai Penelitian	7
Tabel 2. 2 Klasifikasi Penyakit bibit sawit dengan berbagai metode.....	8
Tabel 2. 3 Penggunaan Model SVM pada klasifikasi penyakit tanaman dari berbagai penelitian	9
Tabel 2. 4 akurasi penelitian penyakit bibit sawit dengan berbagai metode	10
Tabel 2. 5 Dataset penelitian penyakit bibit sawit dari berbagai penelitian.....	11
Tabel 3. 1 Kriteria Kondisi Bibit Tanaman Sawit	15
Tabel 4. 1 Jumlah dataset berdasarkan kelas.....	22
Tabel 4. 2 Kelompok fitur citra yang digunakan.....	23
Tabel 4. 3 Konfigurasi model SVM terbaik	24
Tabel 4. 4 Metrik evaluasi	24
Tabel 4. 5 Classification report model SVM.....	25
Tabel 4. 6 Artefak output training dan fungsi penggunaannya	27
Tabel 4. 7 Alur implementasi model pada aplikasi Android	29
Tabel 4. 8 Fungsi tiap halaman aplikasi Android	29
Tabel 4. 9 Hasil pengujian blackbox aplikasi.....	33

72

33

45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur Model Support Vector Machine (SVM)	6
Gambar 3. 1 kerangka penelitian	13
Gambar 3. 2 Gambar Augmentasi Rotasi pada Bibit Sawit	18
Gambar 3. 3 Gambar Augmentasi Flip kiri-kanan pada Bibit Sawit	18
Gambar 3. 4 Arsitektur Pelatihan Model SVM	19
Gambar 4. 1 classification report	25
Gambar 4. 2 Confusion matrix hasil pengujian model SVM	26
Gambar 4. 3 Tampilan Halaman Splash	30
Gambar 4. 4 Tampilan Halaman Beranda	30
Gambar 4. 5 Tampilan Halaman Deteksi beserta Hasil Klasifikasi	31
Gambar 4. 6 Tampilan Halaman Riwayat	31
Gambar 4. 7 Tampilan Halaman Tentang	32

32

9

94

INTISARI

Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi, namun pada fase pembibitan rentan terserang penyakit yang dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan kualitas bibit. Proses identifikasi penyakit yang selama ini masih dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan visual memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan pada pengalaman pengamat, potensi kesalahan identifikasi, serta membutuhkan waktu yang relatif lama. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem klasifikasi penyakit bibit tanaman sawit berbasis aplikasi Android menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM), mengintegrasikan model SVM ke dalam aplikasi tersebut, serta menilai kinerja model dalam membedakan kondisi bibit sawit. Penelitian menggunakan dataset sebanyak 3.000 citra bibit sawit yang terbagi ke dalam tiga kelas, yaitu bibit sehat, bibit terserang serangga, dan bibit bercak daun. Citra diproses melalui tahap pra-pemrosesan, ekstraksi 88 fitur citra terstruktur (statistik warna, histogram, tekstur, dan fitur bercak), serta dinormalisasi menggunakan *StandardScaler* sebelum diklasifikasikan menggunakan algoritma SVM dengan kernel *Radial Basis Function* (RBF). Model yang diperoleh selanjutnya diintegrasikan ke dalam aplikasi Android berbasis Kotlin dan Jetpack Compose yang mampu melakukan klasifikasi secara *offline* langsung pada perangkat. Hasil pengujian pada 411 citra data uji menunjukkan bahwa model SVM memperoleh akurasi sebesar 99,27%, precision sebesar 99,29%, recall sebesar 99,27%, dan F1-score sebesar 99,27%. Hasil pengujian *Blackbox Testing* juga menunjukkan bahwa seluruh fungsi aplikasi telah berjalan sesuai dengan rancangan. Dengan demikian, metode SVM terbukti efektif digunakan dalam

mengklasifikasikan penyakit bibit tanaman sawit dan dapat diimplementasikan secara praktis melalui aplikasi Android.

Kata Kunci: Klasifikasi Penyakit, Bibit Sawit, *Support Vector Machine*, Aplikasi Android, Ekstraksi Fitur.

ABSTRACT

Oil palm is one of the plantation commodities with high economic value. However, during the seedling phase, oil palm seedlings are highly susceptible to diseases that can inhibit growth and reduce seedling quality. Disease identification has traditionally been carried out manually through visual observation, which is time-consuming, subjective, and prone to error. This study aims to design an Android-based disease classification system for oil palm seedlings using the Support Vector Machine (SVM) method, to integrate the SVM model into the application, and to evaluate the model's performance in distinguishing seedling conditions. The dataset used consists of 3,000 oil palm seedling images divided into three classes: healthy seedlings, seedlings affected by insect infestation, and seedlings with leaf spot disease. The images were processed through preprocessing, extraction of 88 structured image features (color statistics, histograms, texture, and spot features), and normalization using StandardScaler before being classified using SVM with a Radial Basis Function (RBF) kernel. The resulting model was then integrated into an Android application built with Kotlin and Jetpack Compose, enabling offline classification directly on the device. Testing on 411 test images showed that the SVM model achieved an accuracy of 99.27%, a precision of 99.29%, a recall of 99.27%, and an F1-score of 99.27%. Black-box testing results also confirmed that all application functions performed as designed. These results demonstrate that the SVM method is effective for classifying oil palm seedling diseases and can be practically implemented through an Android application.

Keywords: Disease Classification, Oil Palm Seedlings, Support Vector Machine, Android Application, Feature Extraction.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Pada fase pembibitan, tanaman sawit rentan terserang penyakit yang dapat menghambat pertumbuhan, menurunkan kualitas bibit, hingga menyebabkan kematian bibit apabila tidak ditangani dengan cepat dan tepat[1].

Selama ini, proses identifikasi penyakit pada bibit sawit umumnya masih dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan visual. Cara ini memiliki beberapa kelemahan, seperti ketergantungan pada pengalaman pengamat, potensi kesalahan identifikasi, serta membutuhkan waktu yang relatif lama, terutama ketika jumlah bibit yang harus diperiksa cukup banyak. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan keterlambatan tindakan pengendalian penyakit dan berpotensi menimbulkan kerugian pada proses pembibitan[2].

Seiring perkembangan teknologi, penerapan kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin dapat dimanfaatkan untuk membantu proses identifikasi penyakit secara otomatis. Salah satu metode klasifikasi yang dapat digunakan adalah Support Vector Machine (SVM). Metode SVM dikenal memiliki performa yang baik dalam permasalahan klasifikasi dan mampu menghasilkan pemisahan kelas yang efektif berdasarkan data masukan yang digunakan[3].

Agar hasil penelitian lebih aplikatif dan mudah digunakan di lapangan, penelitian ini dirancang untuk menghasilkan sistem berbasis aplikasi Android yang memanfaatkan model SVM sebagai komponen utama klasifikasi. Dengan adanya aplikasi ini, pengguna diharapkan dapat melakukan identifikasi penyakit

pada bibit sawit secara lebih cepat, konsisten, dan praktis melalui perangkat mobile[4]. Dengan memanfaatkan data karakteristik atau ciri serangan penyakit, sistem klasifikasi berbasis SVM dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan terkait pengendalian penyakit secara lebih efektif dan efisien. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan sebagai bentuk pemanfaatan teknologi machine learning untuk mendukung peningkatan kualitas pembibitan tanaman kelapa sawit[5].

Berdasarkan uraian tersebut, penulis mengambil judul penelitian “Klasifikasi Penyakit Bibit Tanaman Sawit Menggunakan Metode SVM” yang diimplementasikan dalam bentuk aplikasi Android.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem klasifikasi penyakit bibit tanaman sawit berbasis aplikasi Android menggunakan metode SVM?
2. Bagaimana mengintegrasikan model SVM ke dalam sistem aplikasi Android sehingga aplikasi dapat menampilkan hasil klasifikasi penyakit?
3. Seberapa baik kinerja model SVM dalam membedakan kondisi penyakit pada bibit tanaman sawit?

1.3 Batasan Penelitian

1. Penelitian difokuskan pada klasifikasi penyakit yang menyerang bibit tanaman kelapa sawit pada fase pembibitan.
2. Data yang digunakan berupa data citra/karakteristik bibit sawit yang menunjukkan indikasi serangan penyakit sesuai kebutuhan penelitian.
3. Jenis penyakit yang diklasifikasikan dibatasi pada beberapa penyakit utama yang umum menyerang bibit tanaman sawit (sesuai ketersediaan data).

4. Metode klasifikasi yang digunakan adalah Support Vector Machine (SVM) tanpa membandingkan dengan metode klasifikasi lain.
5. Output penelitian berupa aplikasi Android yang menggunakan model SVM untuk menghasilkan prediksi/klasifikasi.
6. Pengujian sistem aplikasi dilakukan dengan Blackbox Testing untuk memastikan fungsi berjalan sesuai kebutuhan

1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem klasifikasi penyakit bibit tanaman sawit berbasis aplikasi Android menggunakan metode SVM.
2. Mengintegrasikan model SVM ke dalam sistem aplikasi Android agar aplikasi mampu menampilkan hasil klasifikasi penyakit secara operasional.
3. Melakukan penilaian kinerja model SVM dalam membedakan penyakit bibit tanaman sawit

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini diharapkan menambah referensi dan wawasan dalam penerapan metode klasifikasi SVM pada bidang perkebunan, khususnya untuk klasifikasi penyakit bibit kelapa sawit, serta implementasinya dalam sistem aplikasi Android.

2. Manfaat Praktis

- 1) Membantu petani atau pengelola pembibitan dalam mengidentifikasi penyakit bibit sawit secara lebih cepat dan praktis melalui aplikasi Android.
- 2) Menjadi pendukung pengambilan keputusan awal dalam menentukan

tindakan pengendalian penyakit berdasarkan hasil klasifikasi.

- 3) Menjadi acuan bagi peneliti berikutnya untuk pengembangan sistem sejenis dengan fitur atau metode yang lebih beragam.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan tugas akhir ini disusun untuk memberikan gambaran umum mengenai isi dari setiap bab yang terdapat dalam penelitian. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang, rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN LITERATUR

Landasan teori terkait penyakit bibit sawit, konsep klasifikasi, SVM, pengembangan aplikasi Android, serta penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian, kebutuhan sistem, perancangan sistem, proses pelatihan model SVM, perancangan dan integrasi ke aplikasi Android, serta skenario pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan dataset, pra-pemrosesan dan ekstraksi fitur citra, konfigurasi serta evaluasi model SVM, analisis confusion matrix, hasil integrasi dan implementasi model pada aplikasi Android, hasil implementasi antarmuka aplikasi, serta hasil pengujian blackbox aplikasi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian terhadap model SVM dan aplikasi Android, serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

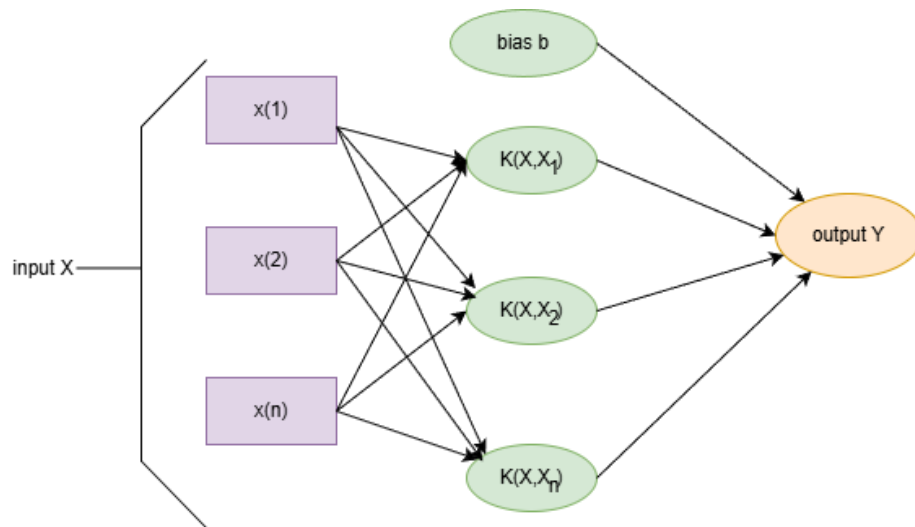
TINJAUAN LITERATUR

Bab ini menguraikan teori-teori, konsep dasar, dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan Pelatihan Model SVM untuk klasifikasi penyakit pada bibit anaman Sawit . Tinjauan literatur ini bertujuan untuk memberikan landasan ilmiah serta memperlihatkan posisi penelitian ini di antara penelitian sebelumnya.

2.1 Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine (SVM) adalah algoritma klasifikasi yang bekerja dengan mencari hyperplane yang memisahkan kelas data secara optimal melalui margin yang paling lebar. Menurut Huang (2023), SVM memiliki “kemampuan klasifikasi non-linear yang kuat dan robust terhadap data yang bising”, terutama ketika menggunakan kernel seperti Radial Basis Function (RBF) untuk memetakan data ke ruang dimensi lebih tinggi[6]. Pada penelitian tersebut SVM dikombinasikan dengan PCA untuk mengurangi dimensi fitur dan mampu mencapai akurasi 90% pada klasifikasi citra buah, menunjukkan bahwa SVM bekerja optimal ketika fitur yang digunakan lebih sederhana dan informatif.

Selain itu, penelitian Sutisna et al. (2024) menunjukkan bahwa performa SVM sangat bergantung pada fitur yang dipilih, di mana penggunaan metode seleksi fitur RFE meningkatkan akurasi klasifikasi tanaman rimpang hingga 81% [7]. Berbagai studi lain juga menunjukkan bahwa SVM sering digunakan dalam kombinasi dengan model ekstraksi fitur seperti CNN untuk meningkatkan akurasi. Misalnya, penelitian terkait optimasi model *hybrid* CNN–SVM pada objek buah tertentu berhasil mencapai akurasi hingga 99,12%, menunjukkan bahwa SVM sangat efektif sebagai classifier akhir pada data visual berdimensi tinggi[8].



Gambar 2. 1 Arsitektur Model Support Vector Machine (SVM)

Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan proses optimasi terhadap berbagai model pembelajaran mesin dan deep learning untuk meningkatkan performa klasifikasi citra. melalui penyesuaian parameter dan penggunaan algoritma tertentu agar model mampu menghasilkan akurasi yang tinggi. Ringkasan beberapa penelitian terkait optimasi model disajikan pada Tabel berikut.

Untuk memahami perkembangan metode klasifikasi penyakit pada berbagai jenis tanaman, penting untuk melihat bagaimana para peneliti sebelumnya melakukan pendekatan terhadap permasalahan serupa. Oleh karena itu, pada bagian ini disajikan rangkuman penelitian terdahulu yang mengkaji berbagai metode klasifikasi penyakit pada beragam jenis tanaman. Informasi ini menjadi dasar untuk melihat kecenderungan teknologi yang digunakan serta tingkat akurasi yang telah dicapai di berbagai studi.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Penyakit tanaman dari berbagai Penelitian

Metode	Tanaman	Tujuan Pnelitian	Kelas	Akurasi	No Referensi
CNN	Padi	menguji model CNN untuk klasifikasi 5 jenis penyakit	5	78%	[9]
Fuzzy Tsukamoto	Bawang Merah	membuat sistem pakar	2	-	[10]
K-Means+SVM	Tanaman Kelapa	Mengenali jenis Penyakit	4	85%	[11]
Hybrid CNN-SVM	Berbagai tanaman	Klasifikasi penyakit	20	91,12%	[12]

Berdasarkan Tabel 2.1, dapat diketahui bahwa berbagai metode kecerdasan buatan dan komputasi cerdas telah diterapkan dalam klasifikasi penyakit pada beragam jenis tanaman. Metode CNN menunjukkan kemampuan yang cukup baik dalam mengenali banyak kelas penyakit, meskipun membutuhkan data yang relatif besar. Pendekatan berbasis sistem pakar seperti Fuzzy Tsukamoto lebih sederhana namun memiliki keterbatasan dalam menangani kompleksitas citra. Sementara itu, kombinasi K-Means dan SVM serta Hybrid CNN-SVM mampu meningkatkan akurasi klasifikasi secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa metode pembelajaran mesin, khususnya SVM, memiliki potensi besar sebagai algoritma klasifikasi yang efektif ketika dikombinasikan dengan teknik ekstraksi fitur yang tepat. Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa metode CNN, Fuzzy Tsukamoto, K-Means+SVM hingga Hybrid CNN-SVM telah digunakan untuk berbagai tanaman dengan jumlah kelas dan tingkat akurasi yang beragam. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis pembelajaran mesin memiliki potensi besar, dan menjadi pondasi untuk menilai efektivitas metode lainnya ketika diterapkan pada komoditas spesifik seperti kelapa sawit.

Setelah memahami tren umum pada klasifikasi penyakit tanaman secara luas, fokus penelitian kemudian diarahkan secara lebih spesifik pada bibit kelapa sawit. Berbagai metode modern telah diterapkan untuk mendeteksi penyakit pada bibit sawit, dengan tujuan meningkatkan akurasi identifikasi sejak dini. Ringkasan penelitian tersebut disajikan pada tabel berikut sebagai dasar perbandingan antar metode.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Penyakit bibit sawit dengan berbagai metode

Metode	Tujuan Penelitian	kelas	akurasi	No Referensi
MobileNetV2	Meningkatkan akurasi deteksi penyakit daun pada tanaman palm/sawit	6	92,48%	[13]
AlexNet-SVM	Mengembangkan sistem deteksi penyakit daun kelapa sawit	4	99,87%	[14]
Convolutional Neural Network (CNN).	mengembangkan sistem deteksi citra	3	98,63%	[15]
KNN dan Naive Bayes.	membandingkan kinerja algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) dan Naive Bayes	9	KNN 71% Naïve Bayes 42%	[16]

Dari tabel tersebut terlihat bahwa metode seperti MobileNetV2, AlexNet-SVM, CNN, serta KNN dan Naive Bayes menunjukkan performa yang berbeda-beda, terutama dalam hal jumlah kelas yang ditangani dan tingkat akurasi yang dicapai. Informasi ini berperan penting untuk memahami bagaimana kompleksitas dataset dan karakteristik metode mempengaruhi hasil klasifikasi penyakit pada bibit sawit.

Untuk memperkuat pemaparan mengenai penggunaan Support Vector

Machine (SVM), tabel berikut merangkum berbagai penelitian yang menggunakan model SVM dalam klasifikasi penyakit pada tanaman selain sawit. Perbandingan ini bermanfaat untuk melihat bagaimana performa SVM pada objek dan kondisi yang berbeda, sehingga dapat dijadikan acuan ketika SVM diterapkan pada bibit sawit. Metode deep learning seperti MobileNetV2 dan CNN mampu mencapai tingkat akurasi yang tinggi, terutama dalam menangani citra dengan kompleksitas visual yang beragam. Kombinasi AlexNet dan SVM juga memberikan hasil yang sangat baik dengan akurasi hampir sempurna. Namun demikian, metode deep learning umumnya membutuhkan sumber daya komputasi yang besar serta proses pelatihan yang lebih kompleks. Oleh karena itu, diperlukan alternatif metode yang lebih ringan namun tetap memiliki kinerja klasifikasi yang baik, seperti Support Vector Machine (SVM).

Tabel 2. 3 Penggunaan Model SVM pada klasifikasi penyakit tanaman dari berbagai penelitian

Objek	kelas	akurasi	No Referensi
Tanaman Kubis	5	94,21%	[17]
Daun Tanaman Apel	3	76%	[18]
Tanaman Kedelai	19	94%.	[19]
Daun Padi	3	93,94%	[20]

Hasil pada tabel menunjukkan bahwa SVM mampu memberikan akurasi tinggi pada berbagai objek seperti tanaman kubis, apel, kedelai, serta padi. Hal ini mengindikasikan bahwa SVM cukup andal untuk menangani klasifikasi multi-kelas dengan tingkat presisi yang baik, sehingga memiliki potensi besar untuk diadaptasi pada permasalahan penyakit bibit sawit. Untuk memahami lebih jauh kualitas metode yang digunakan dalam penelitian terkait penyakit bibit sawit, penilaian performa seperti recall, specificity, precision, dan f1-score menjadi aspek penting yang harus

diperhatikan. Rangkuman performa beberapa metode yang digunakan dalam penelitian terdahulu disajikan pada tabel berikut.

Setelah menganalisis performa tiap metode, bagian berikut menyajikan perbandingan akurasi antar penelitian yang secara khusus meneliti penyakit pada bibit sawit. Data ini penting untuk melihat pencapaian tertinggi yang telah diraih dan sebagai rujukan untuk menentukan target akurasi yang realistis dalam penelitian selanjutnya.

Tabel 2. 4 akurasi penelitian penyakit bibit sawit dengan berbagai metode

Metode	Kelas	Recall	Specificity	Precision	f1-score	No Referensi
MobileNetV2	6	86%	98%	91%	89%	[13]
AlexNet-SVM	3	95,87	95,87	96,90	95,89	[14]
Convolutional Neural Network (CNN).	6	98%	91%	98%	91%	[15]

Melalui perbandingan tersebut, dapat diketahui bahwa akurasi tiap penelitian sangat dipengaruhi oleh metode yang digunakan, jumlah kelas, serta kompleksitas dataset. Analisis ini membantu memperkirakan tantangan yang mungkin muncul dalam pengembangan model klasifikasi baru.

Selain metode dan akurasi, jumlah dataset juga memiliki peran penting dalam keberhasilan klasifikasi penyakit. Tabel berikut menyajikan jumlah dataset yang digunakan pada berbagai penelitian terkait klasifikasi penyakit bibit sawit. Penyajian informasi ini membantu memahami skala data yang dibutuhkan untuk mencapai performa tertentu.

Tabel 2.4 memperlihatkan perbandingan performa beberapa metode klasifikasi berdasarkan metrik evaluasi seperti recall, specificity, precision, dan f1-score. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode berbasis deep learning dan hybrid

cenderung menghasilkan nilai evaluasi yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional. Namun, tingginya nilai performa tersebut juga dipengaruhi oleh kompleksitas model dan kebutuhan dataset yang besar. Oleh karena itu, pemilihan metode dalam penelitian tidak hanya mempertimbangkan akurasi, tetapi juga efisiensi model dan kemudahan implementasi pada sistem berbasis aplikasi, seperti Android.

Tabel 2. 5 Dataset penelitian penyakit bibit sawit dari berbagai penelitian

Metode	Jumlah Dataset	Kelas	No Referensi
MobileNetV2	2800	6	[13]
AlexNet-SVM	2250	3	[14]
Convolutional Neural Network (CNN).	3000	6	[15]
k-Nearest Neighbor (kNN) dan Naive Bayes.	3600	6	[16]

Berdasarkan tabel, terlihat bahwa semakin besar jumlah dataset yang digunakan, semakin besar potensi model untuk melakukan generalisasi dengan baik. Hal ini menjadi pertimbangan penting dalam merancang dataset penelitian agar model yang dikembangkan lebih akurat dan robust.

Berdasarkan rangkaian tabel yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa penelitian terkait klasifikasi penyakit pada berbagai tanaman, termasuk bibit kelapa sawit, telah memanfaatkan beragam metode kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin. Setiap metode menunjukkan karakteristik, tingkat akurasi, serta kebutuhan dataset yang berbeda-beda. Penelitian terdahulu memperlihatkan bahwa metode berbasis *deep learning* seperti CNN, MobileNetV2, dan Hybrid CNN-SVM cenderung memberikan akurasi yang lebih tinggi, terutama ketika didukung oleh dataset yang memadai dan jumlah kelas yang jelas.

Selain itu, penggunaan metode SVM pada berbagai tanaman juga menunjukkan performa yang kompetitif, menandakan bahwa SVM masih menjadi salah satu algoritma yang efektif untuk klasifikasi citra, termasuk dalam konteks pendeteksian penyakit. Perbandingan metrik performa seperti recall, specificity, precision, dan f1-score semakin menegaskan bahwa kualitas model sangat bergantung pada pemilihan metode dan karakteristik dataset. Secara keseluruhan, seluruh tabel tersebut memberikan gambaran menyeluruh mengenai tren teknologi, efektivitas metode, serta kebutuhan data dalam penelitian klasifikasi penyakit tanaman. Informasi ini dapat menjadi landasan yang kuat dalam menentukan metode yang paling tepat untuk dikembangkan dalam penelitian selanjutnya, terutama dalam penerapan model SVM untuk klasifikasi penyakit pada bibit kelapa sawit.

16

BAB III

METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara rinci metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem klasifikasi penyakit pada bibit tanaman sawit berbasis Support Vector Machine (SVM). Pembahasan meliputi kerangka penelitian, studi literatur dan analisis pra-penelitian, pengumpulan dan augmentasi dataset, pengembangan model SVM, evaluasi model, serta uji coba sistem.

52

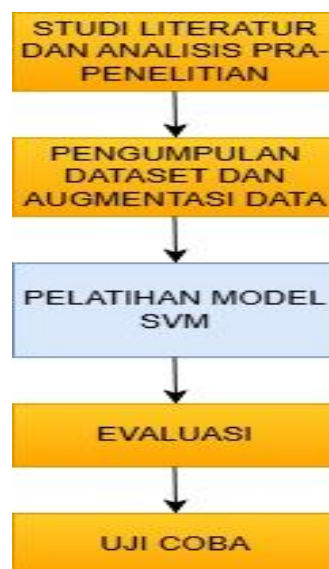
3.1 Kerangka penelitian

Kerangka penelitian disusun untuk menggambarkan alur kerja penelitian secara sistematis dalam membangun sistem klasifikasi kondisi bibit tanaman sawit menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM). Kerangka penelitian ini mencakup tahapan mulai dari studi literatur, pengumpulan data citra bibit sawit, pra-pemrosesan citra, ekstraksi fitur, pelatihan model SVM, hingga evaluasi dan uji coba sistem.

67

106

16



42

Gambar 3. 1 kerangka penelitian

Gambar 3.1 menunjukkan alur penelitian yang diawali dengan studi literatur dan analisis pra-penelitian, dilanjutkan dengan pengumpulan dataset citra bibit

112

sawit, proses augmentasi data, ekstraksi fitur citra, pelatihan model SVM, serta evaluasi dan uji coba untuk mengukur kinerja sistem klasifikasi.

3.1.1 Studi Literatur dan Analisis Pra Penelitian

1. Studi literatur dilakukan sebagai tahap awal penelitian untuk memperoleh pemaparan yang mendalam mengenai konsep pengolahan citra digital, teknik ekstraksi fitur citra, serta penerapan algoritma Support Vector Machine (SVM) dalam klasifikasi citra, khususnya pada bidang pertanian dan deteksi penyakit tanaman. Literatur yang dikaji meliputi jurnal ilmiah, buku referensi, dan penelitian terdahulu yang membahas klasifikasi penyakit tanaman berbasis citra digital. Berdasarkan hasil studi literatur, SVM diketahui memiliki performa yang baik dalam mengklasifikasikan data berdimensi tinggi, stabil terhadap data yang terbatas, serta efektif dalam memisahkan kelas dengan margin maksimum. Oleh karena itu, algoritma SVM dipilih sebagai metode utama dalam penelitian ini untuk mengklasifikasikan kondisi bibit tanaman sawit.
2. Analisis pra-penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di lapangan serta menentukan solusi yang tepat. Permasalahan utama yang ditemukan adalah kesulitan dalam mendeteksi secara dini serangan penyakit pada bibit tanaman sawit. Identifikasi kondisi bibit masih dilakukan secara manual oleh pekerja kebun berdasarkan pengamatan visual, yang bersifat subjektif dan bergantung pada pengalaman. Kesalahan dalam mengidentifikasi bibit yang terserang Serangga maupun penyakit bercak daun dapat berdampak pada penurunan kualitas bibit, penyebaran penyakit ke tanaman lain, serta kerugian ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan sistem klasifikasi otomatis

berbasis citra digital yang mampu membedakan kondisi bibit sawit secara objektif dan konsisten. Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah penerapan algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk mengklasifikasikan bibit sawit ke dalam tiga kelas kondisi.

3.1.2 Pengumpulan Dataset dan Augmentasi Data

- a. Pada tahap ini, jenis data yang diperlukan adalah gambar bibit tanaman Sawit yang telah terklasifikasi kedalam beberapa kategori penyakit yaitu bibit sawit sehat, bibit sawit terserang penyakit Bercak Daun, dan juga bibit sawit terserang serangan serangga, yang mengikuti acuan ciri ciri kematangan berikut

Tabel 3. 1 Kriteria Kondisi Bibit Tanaman Sawit

Kelas	Ciri visual utama	Ciri visual pendukung	Aturan labeling
Bibit sehat	Daun berwarna hijau merata	Permukaan daun utuh, tidak ada lubang, tidak ada bercak dominan	Gambar masuk kelas sehat jika mayoritas daun terlihat hijau normal dan tidak menunjukkan kerusakan mencolok
Terserang Serangga	Terdapat lubang, bekas gigitan, atau robekan tidak beraturan pada daun	Tepi daun rusak, sebagian daun hilang, pola kerusakan tidak simetris	Gambar masuk kelas serangan serangga jika kerusakan utama berupa lubang/robekan akibat gigitan pada area daun
Bercak daun	Terdapat bercak berwarna coklat, kuning, atau kehitaman pada permukaan daun	Bercak menyebar, area bercak mengering, warna daun tidak merata	Gambar masuk kelas bercak daun jika gejala utama berupa noda/bercak pada permukaan daun, bukan lubang atau robekan

Setelah diketahui beberapa kelas dan juga ciri ciri aspek yang akan diambil sampelnya, berikut contoh dalam sampel dari bibit sawit yang disesuaikan pada kategori aspek penyakit pada bibit sawit.



(a)



(b)



(c)

Keterangan: (a) Bibit Sawit Sehat (b) Bibit Sawit terserang Serangga (c) Bibit Sawit Bercak Daun

Dalam penelitian ini, dataset Bibit Sawit terdiri dari 3.000 citra yang terbagi ke dalam tiga kelas, yaitu bibit sawit sehat, bibit sawit terserang serangga, dan bibit sawit bercak daun. Setiap kelas memiliki jumlah data yang seimbang, yaitu 1.000 citra per kelas. Pembagian dataset dilakukan dengan pendekatan berbasis kelompok gambar atau group split, yaitu metode pemisahan data yang mempertimbangkan kemiripan atau asal sesi pengambilan gambar agar citra yang sangat mirip tidak masuk secara bersamaan ke dalam data pelatihan dan data pengujian. Pendekatan ini digunakan untuk mengurangi risiko kebocoran data (data leakage) dan memperoleh evaluasi model yang lebih objektif.

Pada proses pelatihan, dataset dibagi menjadi dua subset utama, yaitu data training dan data testing. Data training digunakan untuk melatih model

Support Vector Machine (SVM), sedangkan data testing digunakan untuk mengevaluasi kemampuan model dalam mengklasifikasikan citra yang belum pernah digunakan pada proses pelatihan. Pembagian dilakukan dengan proporsi test size sebesar 0,2, sehingga sebagian besar data digunakan untuk pelatihan dan sebagian lainnya digunakan untuk pengujian akhir. Selain itu, proses pemilihan parameter model dilakukan melalui grid search untuk memperoleh kombinasi parameter SVM terbaik berdasarkan performa evaluasi model.

Data dikumpulkan secara langsung di lapangan pada beberapa kebun sawit yang berada di daerah Teluk Kiambang. Pengambilan gambar dilakukan menggunakan handphone Vivo Y19 dengan rasio kamera 1:1 dari berbagai sudut pengambilan. Variasi sudut pengambilan gambar bertujuan agar dataset memiliki keragaman visual yang cukup sehingga model dapat mengenali kondisi bibit sawit secara lebih baik. Total citra yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 3.000 sampel foto, dengan masing-masing kelas terdiri dari 1.000 citra.

- b. Augmentasi data pada penelitian ini difokuskan pada penerapan teknik rotasi dan pembalikan (flip) untuk menambah keragaman citra pada Bibit Sawit pada setiap kelas penyaakitnya. Teknik rotasi digunakan untuk memutar citra Bibit Sawit pada sudut tertentu, sehingga model mampu mengenali citra dalam berbagai orientasi yang mungkin terjadi saat pengambilan gambar:

a) Teknik Rotasi (diutar 90°)

Teknik rotasi dilakukan dengan memutar citra bibit sawit sebesar 90°.

Teknik ini bertujuan untuk menambah variasi orientasi citra sehingga

model tetap mampu mengenali pola visual bibit meskipun posisi objek berubah saat pengambilan gambar.



Gambar 3. 2 Gambar Augmentasi Rotasi pada Bibit Sawit

b) Teknik pembalikan (flip kiri kanan)

Teknik pembalikan dilakukan dengan membalik citra secara horizontal (kiri–kanan). Teknik ini membantu model agar tidak bergantung pada arah tertentu dalam mengenali ciri visual bibit sawit

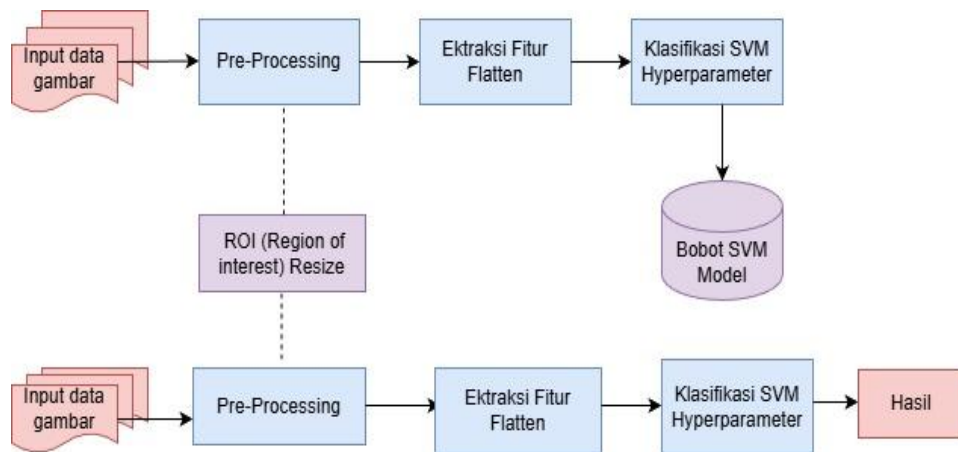


Gambar 3. 3 Gambar Augmentasi Flip kiri-kanan pada Bibit Sawit

3.1.3 Pelatihan model SVM

Pada tahap pengembangan model, penelitian ini menerapkan algoritma Support Vector Machine (SVM) sebagai metode utama dalam melakukan klasifikasi kondisi bibit tanaman sawit. Proses pengembangan model dirancang secara sistematis mulai dari input data citra hingga menghasilkan keluaran berupa

hasil klasifikasi. Setiap tahapan dalam pengembangan model bertujuan untuk memastikan bahwa informasi penting dari citra dapat diekstraksi dengan baik dan digunakan secara optimal oleh algoritma SVM. Alur proses pengembangan model SVM pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 3. 4 Arsitektur Pelatihan Model SVM

Berdasarkan diagram pengembangan model SVM, proses dimulai dengan input data citra bibit tanaman sawit yang kemudian melalui tahap pra-pemrosesan untuk meningkatkan kualitas dan menyeragamkan ukuran citra. Selanjutnya dilakukan proses Region of Interest (ROI) dan resize untuk memfokuskan analisis pada bagian penting citra, khususnya area daun bibit sawit, agar informasi yang relevan dapat diekstraksi secara optimal. Citra hasil pra-pemrosesan berukuran 192 x 192 piksel selanjutnya tidak diekstraksi menggunakan metode flatten piksel, melainkan diubah menjadi 88 fitur citra terstruktur, yaitu statistik warna RGB dan HSV, histogram HSV, rasio warna/gejala (hijau, kuning, coklat, gelap, kering, dan bekas luka), tekstur lokal, edge density, distribusi spasial 3 x 3, serta fitur bercak (jumlah, ukuran, dan posisi bercak). Vektor 88 fitur tersebut kemudian dinormalisasi menggunakan StandardScaler dan digunakan sebagai input pada proses klasifikasi menggunakan Support Vector Machine (SVM) dengan

pengaturan hyperparameter tertentu untuk menghasilkan model terlatih. Model SVM yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mengklasifikasikan data uji sehingga menghasilkan keluaran berupa hasil klasifikasi kondisi bibit tanaman sawit

3.1.4 Evaluasi model

Evaluasi model dilakukan untuk menilai kinerja algoritma Support Vector Machine (SVM) dalam mengklasifikasikan kondisi bibit tanaman sawit menggunakan data uji yang tidak terlibat dalam proses pelatihan. Penilaian performa model dilakukan dengan menggunakan metrik accuracy, precision, recall, dan F1-score untuk mengukur ketepatan serta kemampuan model dalam mengenali setiap kelas. Selain itu, confusion matrix digunakan untuk melihat pola kesalahan klasifikasi pada masing-masing kelas. Hasil evaluasi ini memberikan gambaran mengenai kemampuan model SVM dalam membedakan bibit sehat, bibit terserang serangga, dan bibit terserang penyakit bercak daun.

3.1.5 Uji Coba

Uji coba model dilakukan untuk mengetahui kemampuan algoritma Support Vector Machine (SVM) dalam mengklasifikasikan kondisi bibit tanaman sawit pada data citra yang belum pernah digunakan sebelumnya. Pada tahap ini, setiap citra uji diproses melalui tahapan pra-pemrosesan dan ekstraksi fitur yang sama seperti pada data latih, kemudian diklasifikasikan menggunakan model SVM yang telah dilatih. Hasil uji coba dianalisis untuk melihat ketepatan prediksi model, kestabilan kinerja terhadap variasi kondisi citra seperti perbedaan pencahayaan dan tampilan daun, serta kesesuaian hasil klasifikasi dengan kondisi nyata di lapangan.

3.1.6 Perancangan Aplikasi Android

Aplikasi Android dirancang sebagai antarmuka yang memanfaatkan model SVM hasil pelatihan untuk melakukan klasifikasi kondisi bibit sawit secara langsung di perangkat (on-device). Aplikasi dibangun menggunakan bahasa pemrograman Kotlin dengan kerangka antarmuka Jetpack Compose, serta basis data lokal Room untuk menyimpan riwayat hasil deteksi. Proses inferensi dirancang berjalan secara offline tanpa memerlukan koneksi internet maupun server, sehingga aplikasi dapat digunakan langsung di lokasi pembibitan.

Alur penggunaan aplikasi dirancang sebagai berikut: pengguna mengambil gambar bibit sawit melalui kamera atau memilih dari galeri, kemudian citra melalui tahap pra-pemrosesan dan ekstraksi 88 fitur yang sama persis dengan proses pelatihan, dilanjutkan normalisasi StandardScaler, lalu diklasifikasikan oleh model SVM. Hasil yang ditampilkan berupa kelas prediksi, nilai confidence, probabilitas setiap kelas, indikator visual dominan, serta deskripsi kondisi. Sebelum hasil dipercaya, aplikasi menjalankan validasi input untuk menolak gambar yang tidak menyerupai bibit sawit (ditandai sebagai kelas bukan bibit sawit).

Aplikasi dirancang memiliki lima halaman utama, yaitu halaman Splash, Beranda, Deteksi, Riwayat, dan Tentang. Untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai kebutuhan, dirancang pula skenario pengujian menggunakan metode Blackbox Testing yang berfokus pada kesesuaian keluaran aplikasi terhadap masukan tanpa melihat struktur kode internalnya. Hasil perancangan dan pengujian ini dibahas lebih lanjut pada BAB IV.

19

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengolahan Dataset

Dataset akhir yang digunakan pada proses training berjumlah 3000 citra.

Dataset tersebut terdiri atas tiga kelas, yaitu sehat, hama_serangga, dan bercak_daun. Berdasarkan folder dataset yang digunakan pada proses training, jumlah citra kelas sehat adalah 1000 gambar, kelas hama_serangga adalah 1000 gambar, dan kelas bercak_daun adalah 3000 gambar. Penamaan kelas hama_serangga pada struktur folder dataset merupakan penamaan teknis yang merujuk pada kondisi bibit sawit yang mengalami kerusakan daun akibat serangan serangga, dan dipertahankan agar konsisten dengan proses pembacaan label pada notebook training serta model yang dihasilkan.

Tabel 4. 1 Jumlah dataset berdasarkan kelas

Kelas	Jumlah gambar	Keterangan visual
sehat	1000	Daun hijau dominan dan tidak menunjukkan kerusakan signifikan.
hama_serangga	1000	Terdapat indikasi gigitan, lubang, atau kerusakan akibat serangga.
bercak_daun	1000	Terdapat bercak cokelat, hitam, atau gelap pada permukaan daun.
Total	3000	Jumlah seluruh citra yang digunakan.

4.2 Hasil Pra-Pemrosesan Citra dan Ekstraksi Fitur

Tahapan pra-pemrosesan citra dilakukan untuk menyeragamkan data masukan sebelum proses klasifikasi. Citra terlebih dahulu disesuaikan orientasinya, kemudian dilakukan crop fokus daun atau region of interest (ROI) agar area analisis lebih terpusat pada daun bibit sawit. Setelah itu citra di-resize ke ukuran 192 x 192 piksel. Tahapan ini bertujuan mengurangi pengaruh latar belakang seperti tanah, pot, rumput, atau objek lain di sekitar tanaman.

82

Setelah pra-pemrosesan, setiap citra diekstraksi menjadi 88 fitur. Fitur yang digunakan tidak hanya berupa flatten piksel, tetapi fitur citra yang lebih terstruktur, yaitu statistik warna RGB/HSV, histogram HSV, rasio warna/gejala, tekstur lokal, edge density, distribusi spasial 3 x 3, serta fitur bercak. Penambahan fitur bercak dilakukan untuk membantu model membedakan kelas hama_serangga dan bercak_daun yang secara visual memiliki kemiripan.

Rincian 88 fitur tersebut terdiri atas 12 fitur statistik warna (rata-rata dan simpangan baku pada masing-masing kanal RGB dan HSV), 24 fitur histogram HSV (12 bin hue, 6 bin saturation, dan 6 bin value), 8 fitur tekstur lokal, 6 fitur rasio area warna (hijau, kuning, cokelat, gelap, kering, dan bekas luka), 1 fitur kerapatan tepi (edge density), 27 fitur distribusi spasial pada grid 3×3 (tiga rasio warna untuk tiap sel), serta 10 fitur bercak (jumlah komponen, ukuran, dan posisi bercak). Seluruh fitur dinormalisasi menggunakan StandardScaler sebelum digunakan sebagai masukan model SVM.

Tabel 4. 2 Kelompok fitur citra yang digunakan

Kelompok fitur	Fungsi
Statistik RGB/HSV	Mengukur karakteristik warna umum pada citra daun.
Histogram HSV	Mewakili distribusi hue, saturation, dan value.
Rasio area warna	Menghitung area hijau, kuning, cokelat, gelap, kering, dan bekas luka.
Tekstur dan edge	Mendeteksi ketidakaturan tekstur dan kepadatan tepi.
Distribusi spasial 3 x 3	Melihat sebaran area sehat, bercak, dan kering pada bagian citra.
Fitur bercak	Mengukur jumlah, ukuran, dan posisi bercak pada daun.

4.3 Konfigurasi Pelatihan Model SVM

Pelatihan model dilakukan menggunakan algoritma Support Vector Machine dengan kernel Radial Basis Function (RBF). Sebelum masuk ke SVM, fitur citra dinormalisasi menggunakan StandardScaler agar skala setiap fitur menjadi lebih seimbang. Pemilihan parameter model dilakukan melalui grid search dengan metrik macro F1-score sebagai dasar pemilihan model terbaik.

Tabel 4. 3 Konfigurasi model SVM terbaik

Parameter	Nilai
Algoritma	Support Vector Machine
Kernel	RBF
Scaler	StandardScaler
Parameter C	0.3
Parameter gamma	0.001
Metrik pemilihan	macro f1
Macro F1-score terbaik	99.05%
Strategi multiclass	One-vs-One (satu lawan satu)
Jumlah support vector	1.374
Kalibrasi probabilitas	Platt scaling (probA/probB)
Jumlah fitur masukan	88

4.4 Hasil Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan menggunakan data uji yang berjumlah 411 citra. Berdasarkan hasil pengujian, model memperoleh accuracy sebesar 99.27%, precision weighted sebesar 99.29%, recall weighted sebesar 99.27%, dan F1-score weighted sebesar 99.27%. Hasil ini menunjukkan bahwa model SVM mampu membedakan kondisi bibit sawit dengan tingkat ketepatan yang tinggi pada data uji yang digunakan.

Tabel 4. 4 Metrik evaluasi

Metrik	Nilai
Accuracy	99.27%
Precision weighted	99.29%
Recall weighted	99.27%

F1-score weighted	99.27%
-------------------	--------

Tabel 4. 5 Classification report model SVM

Kelas/Agregat	Precision	Recall	F1-score	Support
sehat	1.000	0.970	0.985	102
hama_serangga	0.973	1.000	0.986	109
bercak_daun	1.000	1.000	1.000	200
macro avg	0.991	0.990	0.990	411
weighted avg	0.992	0.992	0.992	411

```

=== METRIK UTAMA TEST SET ===
Accuracy : 0.9927
Precision: 0.9929
Recall   : 0.9927
F1-score : 0.9927

=== CLASSIFICATION REPORT ===

```

	precision	recall	f1-score	support
sehat	1.00	0.97	0.99	102
hama_serangga	0.97	1.00	0.99	109
bercak_daun	1.00	1.00	1.00	200
accuracy			0.99	411
macro avg	0.99	0.99	0.99	411
weighted avg	0.99	0.99	0.99	411

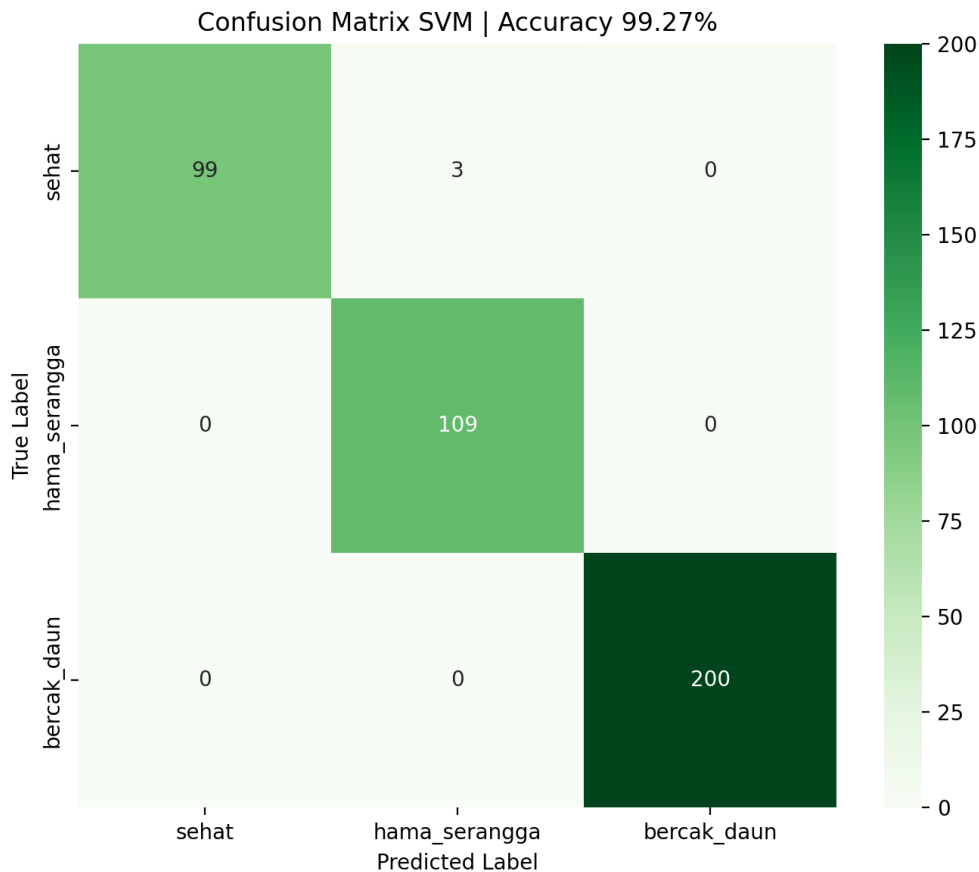
Gambar 4. 1 classification report

Berdasarkan classification report, kelas bercak_daun memperoleh nilai precision, recall, dan F1-score sebesar 1,000. Kelas hama_serangga memperoleh recall 1,000 dan precision 0,973. Kelas sehat memperoleh precision 1,000 dan recall 0,970. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar citra pada masing-masing kelas dapat dikenali dengan baik oleh model.

4.5 Confusion Matrix dan Analisis Kesalahan

Confusion matrix digunakan untuk mengetahui pola kesalahan klasifikasi. Berdasarkan hasil pengujian, terdapat 99 citra sehat yang diklasifikasikan dengan benar dan 3 citra sehat yang diprediksi sebagai hama_serangga. Seluruh data uji

hama_serangga sebanyak 109 citra berhasil diklasifikasikan dengan benar. Seluruh data uji bercak_daun sebanyak 200 citra juga berhasil diklasifikasikan dengan benar.



Gambar 4. 2 Confusion matrix hasil pengujian model SVM

Kesalahan prediksi terjadi pada tiga citra kelas sehat yang diprediksi sebagai hama_serangga. Hal ini dapat terjadi karena terdapat karakteristik visual tertentu pada citra sehat, seperti bayangan, tekstur daun yang tidak merata, atau titik gelap kecil yang menyerupai indikasi awal kerusakan daun. Kondisi tersebut mempengaruhi fitur tekstur dan fitur bercak sehingga model memberikan prediksi ke kelas hama_serangga.

4.6 Hasil Uji Coba Model pada Aplikasi Android

Model SVM yang telah dilatih diekspor ke dalam file `svm_params.json` dan diletakkan pada folder `assets` aplikasi Android. Dengan cara ini, aplikasi dapat melakukan proses klasifikasi secara offline. Alur kerja pada aplikasi dimulai dari input gambar melalui kamera atau galeri, kemudian citra diproses melalui pra-pemrosesan dan ekstraksi fitur yang sama dengan proses training. Selanjutnya, fitur dimasukkan ke model SVM untuk menghasilkan kelas prediksi dan confidence.

Tabel 4. 6 Artefak output training dan fungsi penggunaannya

File	Fungsi
<code>svm_params.json</code>	Parameter model SVM yang digunakan aplikasi Android.
<code>sawit_svm_pipeline.joblib</code>	Model pipeline scikit-learn sebagai arsip training.
<code>metrics.json</code>	Ringkasan metrik evaluasi model.
<code>classification_report.csv</code>	Detail precision, recall, F1-score, dan support.
<code>confusion_matrix.png</code>	Visualisasi confusion matrix.
<code>predictions_test.csv</code>	Daftar prediksi data uji dan probabilitas tiap kelas.

Pada hasil uji coba aplikasi, sistem dapat menampilkan kelas hasil klasifikasi, nilai confidence, probabilitas setiap kelas, indikator visual dominan, serta menyimpan hasil deteksi ke riwayat. Aplikasi juga menampilkan mode demo apabila file model tidak tersedia. Setelah file `svm_params.json` dimasukkan ke `assets`, aplikasi menggunakan model SVM hasil training secara langsung.

Sebelum hasil klasifikasi ditampilkan, aplikasi menjalankan proses validasi masukan untuk memastikan citra yang dianalisis benar-benar menyerupai bibit sawit. Validasi dilakukan dengan membandingkan vektor fitur citra terhadap karakteristik data latih; apabila tingkat kemiripannya berada di bawah ambang yang ditetapkan, aplikasi menampilkan label Bukan Bibit Sawit dan tidak menyimpan

hasil tersebut sebagai diagnosis penyakit. Mekanisme ini mencegah model memberikan prediksi yang keliru pada gambar di luar domain bibit sawit.

4.7 Langkah-Langkah Proses Training Model dan Implementasi Aplikasi

Subbab ini menjelaskan tahapan teknis yang dilakukan dalam penelitian, mulai dari persiapan dataset, training model SVM di Kaggle, evaluasi model, export model, hingga implementasi model ke dalam aplikasi Android. Penjelasan disajikan secara naratif agar proses penelitian dapat ditelusuri kembali.

4.7.1 Persiapan Dataset Citra Bibit Sawit

Dataset yang digunakan terdiri dari 3.000 citra bibit sawit yang terbagi ke dalam tiga kelas, yaitu sehat, hama_serangga, dan bercak_daun. Masing-masing kelas terdiri dari 1.000 citra. Dataset disusun dalam folder kelas agar proses pembacaan label pada notebook training dapat dilakukan secara otomatis berdasarkan nama folder.

4.7.2 Training Model SVM di Kaggle

Training model dilakukan menggunakan Kaggle Notebook. Tahapan di dalam notebook meliputi import library, deteksi folder dataset, penyesuaian nama kelas, pra-pemrosesan citra, ekstraksi fitur, pembagian data menggunakan group split, pelatihan SVM, grid search parameter, evaluasi model, visualisasi confusion matrix, dan export model ke file svm_params.json.

4.8 Integrasi Model ke Aplikasi Android

Model hasil training diekspor ke dalam file svm_params.json. File tersebut kemudian dimasukkan ke folder assets pada project Android. Aplikasi memuat file tersebut untuk melakukan klasifikasi secara offline. Alur pada aplikasi dimulai dari

input gambar melalui kamera atau galeri, pra-pemrosesan citra, ekstraksi fitur, klasifikasi menggunakan SVM, kemudian menampilkan kelas prediksi, confidence, probabilitas setiap kelas, indikator visual dominan, dan deskripsi kondisi.

Tabel 4. 7 Alur implementasi model pada aplikasi Android

Tahap	Keterangan
Input gambar	Pengguna mengambil foto atau memilih gambar dari galeri.
Pra-pemrosesan	Gambar difokuskan pada area daun dan di-resize.
Ekstraksi fitur	Aplikasi menghasilkan vektor fitur citra.
Klasifikasi SVM	Fitur diproses menggunakan parameter model dari svm_params.json.
Output hasil	Aplikasi menampilkan kelas, confidence, probabilitas, dan indikator visual.
Riwayat	Hasil deteksi dapat disimpan ke database lokal aplikasi.

4.9 Hasil Implementasi Antarmuka Aplikasi Android

Aplikasi Android berhasil diimplementasikan menggunakan Kotlin dan Jetpack Compose dengan basis data lokal Room. Aplikasi memuat model SVM dari file svm_params.json pada folder assets sehingga seluruh proses klasifikasi berjalan secara offline di perangkat. Aplikasi terdiri atas lima halaman utama yang masing-masing fungsinya dirangkum pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Fungsi tiap halaman aplikasi Android

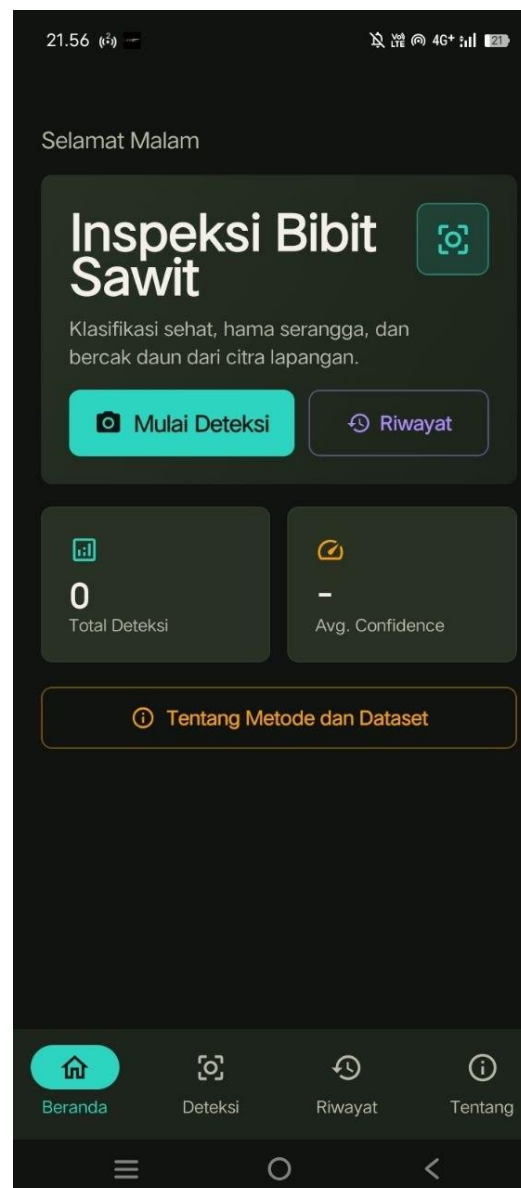
Halaman	Fungsi Utama
Splash	Menampilkan logo dan nama aplikasi saat pertama kali dibuka, lalu otomatis berpindah ke halaman Beranda.
Beranda	Menampilkan salam sesuai waktu, judul aplikasi, tombol Mulai Deteksi, statistik Total Deteksi dan Rata-rata Confidence, serta daftar deteksi terbaru.
Deteksi	Memilih gambar melalui Kamera atau Galeri, menjalankan analisis, dan menampilkan kelas, confidence, probabilitas tiap kelas, indikator visual, deskripsi kondisi, waktu inferensi, serta tombol simpan ke riwayat.
Riwayat	Menampilkan daftar hasil deteksi yang tersimpan pada basis data Room beserta tanggal dan confidence, serta memungkinkan penghapusan item.
Tentang	Menampilkan informasi aplikasi serta penjelasan singkat tiga kelas kondisi bibit sawit.

Pada halaman Deteksi, hasil klasifikasi ditampilkan secara lengkap berupa nama kelas, nilai confidence, diagram probabilitas ketiga kelas, indikator visual dominan, deskripsi kondisi, dan waktu inferensi. Apabila gambar yang dimasukkan tidak menyerupai bibit sawit, aplikasi menampilkan label Bukan Bibit Sawit dan tidak menyimpannya sebagai hasil diagnosis penyakit. Seluruh hasil yang disimpan dapat ditinjau kembali melalui halaman Riwayat.

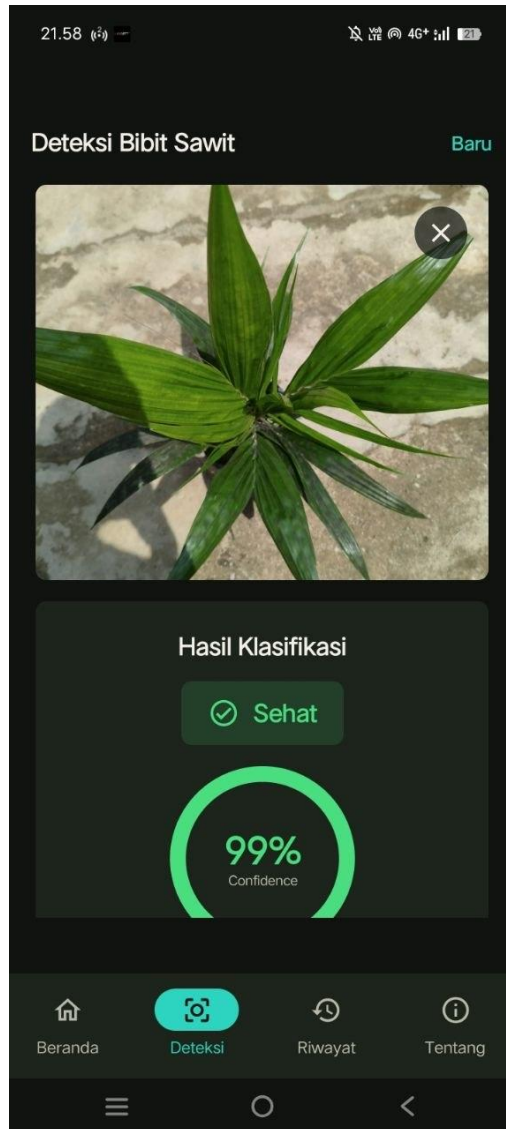
Tampilan tiap halaman aplikasi hasil implementasi ditunjukkan pada gambar-gambar berikut.



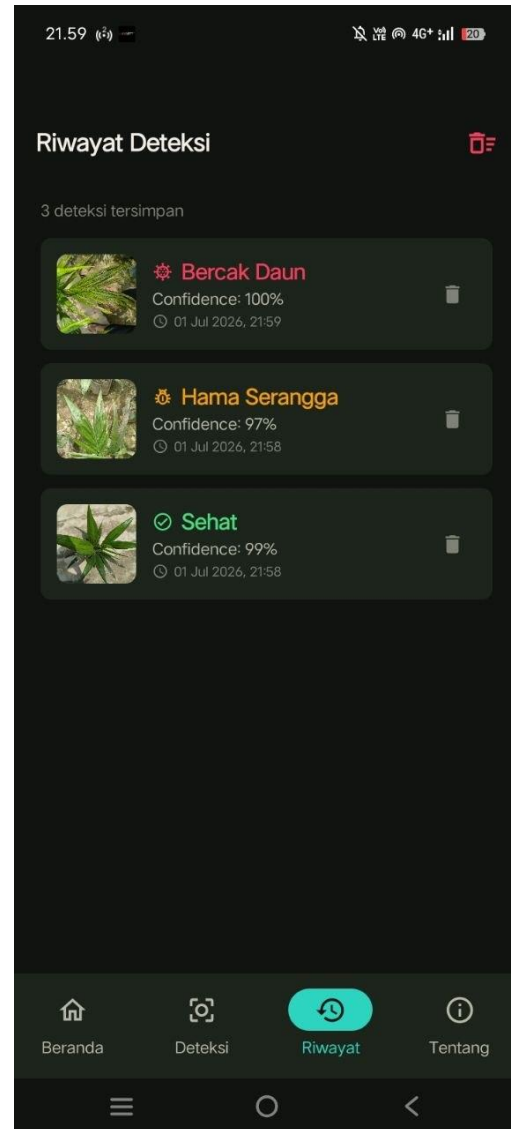
Gambar 4. 3 Tampilan Halaman Splash



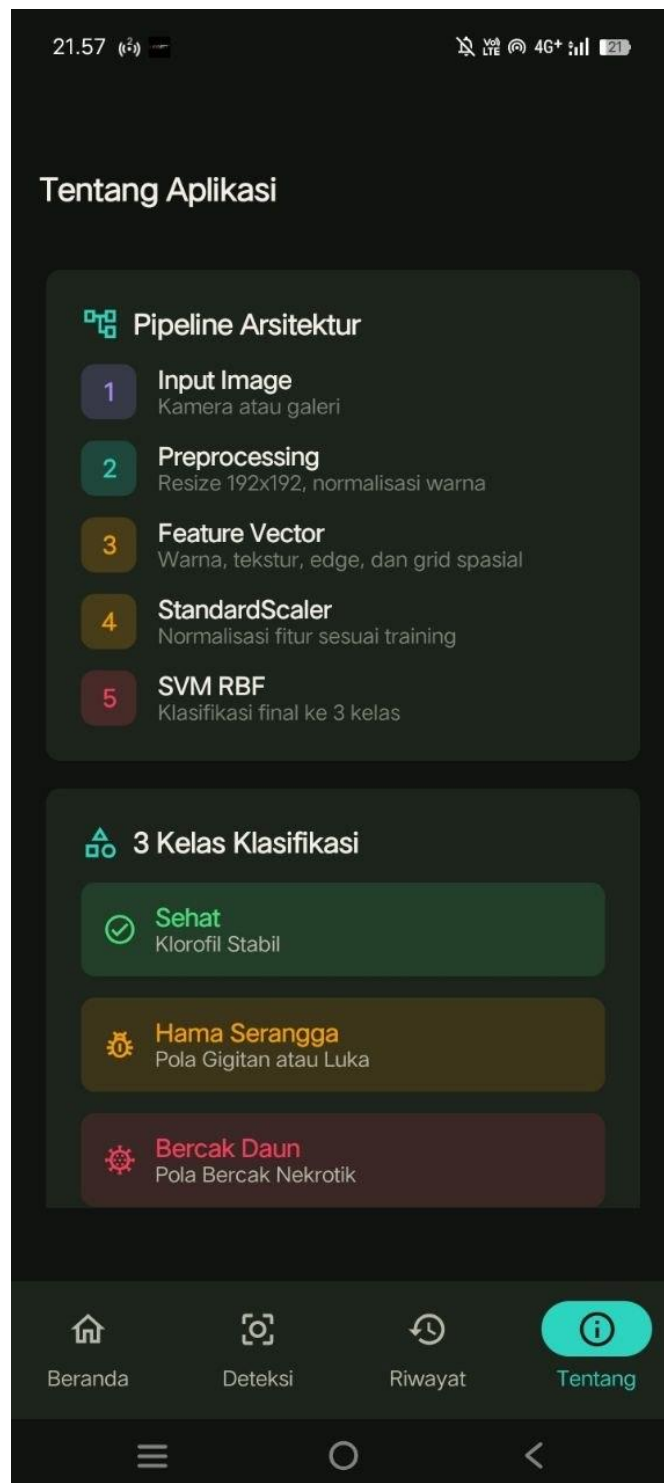
Gambar 4. 4 Tampilan Halaman Beranda



Gambar 4. 5 Tampilan Halaman Deteksi beserta Hasil Klasifikasi



Gambar 4. 6 Tampilan Halaman Riwayat



Gambar 4. 7 Tampilan Halaman Tentang

4.10 Hasil Pengujian Blackbox Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan menggunakan metode Blackbox Testing untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai kebutuhan tanpa memeriksa struktur kode internalnya. Pengujian difokuskan pada kesesuaian antara masukan pengguna dengan keluaran aplikasi. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil pengujian blackbox aplikasi

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1	Membuka aplikasi	Splash screen tampil lalu berpindah ke halaman Beranda	Valid
2	Mengambil gambar melalui Kamera	Aplikasi membuka kamera dan menampilkan gambar yang diambil	Valid
3	Memilih gambar melalui Galeri	Aplikasi menampilkan gambar yang dipilih dari galeri	Valid
4	Menekan tombol Analisis Gambar	Aplikasi menampilkan kelas, confidence, dan probabilitas tiap kelas	Valid
5	Memasukkan gambar bukan bibit sawit	Aplikasi menampilkan hasil Bukan Bibit Sawit dan tidak menyimpannya sebagai diagnosis	Valid
6	Menyimpan hasil ke Riwayat	Hasil deteksi tersimpan dan muncul pada halaman Riwayat	Valid
7	Membuka halaman Riwayat	Daftar deteksi tersimpan tampil beserta tanggal dan confidence	Valid
8	Menghapus item pada Riwayat	Item terhapus dari daftar riwayat	Valid
9	Membuka halaman Tentang	Informasi aplikasi dan deskripsi kelas penyakit tampil	Valid
10	Menjalankan aplikasi tanpa file model svm_params.json	Aplikasi berjalan dalam mode demo dengan badge MODE DEMO	Valid
11	Navigasi antar menu (Beranda, Deteksi, Riwayat, Tentang)	Perpindahan halaman berjalan sesuai menu yang dipilih	Valid

Berdasarkan Tabel 4.9, seluruh skenario pengujian memperoleh hasil Valid. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi-fungsi utama aplikasi, mulai dari pengambilan gambar, proses klasifikasi, penolakan gambar non-sawit, penyimpanan dan penghapusan riwayat, mode demo, hingga navigasi antar halaman, telah berjalan sesuai dengan rancangan.

5

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Model Support Vector Machine (SVM) dengan kernel RBF dan ekstraksi 88 fitur citra terstruktur yang dinormalisasi menggunakan StandardScaler berhasil mengklasifikasikan kondisi bibit tanaman sawit ke dalam tiga kelas, yaitu sehat, serangan serangga, dan bercak daun, dengan akurasi sebesar 99,27%, precision 99,29%, recall 99,27%, dan F1-score 99,27% pada 411 citra uji.
2. Model SVM berhasil diintegrasikan ke dalam aplikasi Android melalui file svm_params.json sehingga proses klasifikasi dapat berjalan secara offline di perangkat. Aplikasi mampu menerima masukan gambar dari kamera maupun galeri, melakukan pra-pemrosesan dan ekstraksi fitur, lalu menampilkan kelas prediksi, confidence, probabilitas setiap kelas, indikator visual, serta deskripsi kondisi.
3. Hasil pengujian blackbox menunjukkan seluruh fungsi aplikasi, meliputi proses deteksi, penolakan gambar non-sawit, penyimpanan dan penghapusan riwayat, mode demo, serta navigasi antar halaman, telah berjalan sesuai dengan rancangan.

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Menambah jumlah dan variasi dataset, terutama pada kondisi pencahayaan, latar, dan jenis serangan yang berbeda, serta melakukan validasi silang (cross-validation) dan pengujian pada citra lapangan yang benar-benar independen untuk menguji kemampuan generalisasi model.
2. Menambah jumlah kelas penyakit pada bibit sawit agar cakupan diagnosis menjadi lebih luas.

101

10

15

96

3

3. Membandingkan SVM dengan metode lain seperti CNN atau model hybrid, serta melakukan optimasi agar ukuran model dan waktu inferensi pada perangkat menjadi lebih efisien.
4. Menambahkan fitur rekomendasi penanganan untuk setiap kondisi yang terdeteksi agar aplikasi lebih bermanfaat bagi pengguna di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. S. Santi and S. Tarmadja, “Identifikasi hama dan musuh alami pada kebun kelapa sawit di desa,” vol. 3, no. September, 2025.
- [2] P. Magister, T. Informatika, U. Putra, and I. Yptk, “Literature review: Analisis komparatif algoritma CNN, KNN, dan SVM untuk klasifikasi penyakit kelapa sawit,” vol. 0738, no. 4, pp. 6589–6596.
- [3] H. M. Asraf, M. T. Nooritawati, and M. S. B. S. Rizam, “A comparative study in kernel-based support vector machine of oil palm leaves nutrient disease,” *Procedia Engineering*, vol. 41, pp. 1353–1359, 2012, doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.321.
- [4] A. Labellapansa, A. Yulianti, and A. Yuliani, “Segmentation of palm oil leaf disease using zoning feature extraction,” in *Proc. ICoSET 2019*, pp. 98–101, 2020, doi: 10.5220/0009122100980101.
- [5] A. Nabilah, N. Azmi, S. K. Bejo, and M. Jahari, “Early detection of *Ganoderma boninense* in oil palm seedlings using support vector machines.”
- [6] Q. Huang, “Classification of fruits based on CNN, SVM and PCA,” in *Proc. DAML 2023*, pp. 465–473, 2024, doi: 10.5220/0012815000003885.
- [7] N. Sulistianingsih, F. Astutik, and A. Rahman, “Optimasi seleksi fitur untuk perbaikan akurasi support vector machine classifier pada klasifikasi citra tanaman rimpang,” *J. Fasilkom*, vol. 14, no. 2, pp. 526–532, 2024, doi: 10.37859/jf.v14i2.7566.
- [8] M. A. Wiratama and W. M. Pradnya, “Optimasi algoritma data mining menggunakan backward elimination untuk klasifikasi penyakit diabetes,”

Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI, vol. 11, pp. 1–12, 2022.

- [9] S. Yuliany and A. N. Rachman, “Implementasi deep learning pada sistem klasifikasi hama tanaman padi menggunakan metode convolutional neural network (CNN),” vol. 13, no. April, pp. 54–65, 2022.
- [10] M. Metode and F. Tsukamoto, “Jurnal pendidikan dan konseling,” vol. 4, pp. 813–822, 2022.
- [11] R. Rosnelly, “Pengenalan jenis hama pada daun kelapa untuk penentuan pertumbuhan kelapa berdasarkan citra digital,” vol. 8, no. 1, pp. 12–21, 2024.
- [12] A. Elumalai, “Real-time classifications of pests from agriculture industry based on their color and texture features by using machine learning models,” vol. 5, no. 2, pp. 9–16, 2024.
- [13] S. Savas, “Application of deep ensemble learning for palm disease detection in smart agriculture,” *Heliyon*, vol. 10, no. August, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e37141.
- [14] “Journal of information and communication technology,” *Journal of Information and Communication Technology*, vol. 3, no. 3, pp. 383–410, 2022.
- [15] E. Wardus and R. J. Iskandar, “Sistem deteksi citra untuk identifikasi penyakit tanaman kelapa sawit berbasis kecerdasan buatan,” vol. 11, no. 2, pp. 68–78.
- [16] S. Gunawan, L. Bachtiar, and D. Rusda, “Klasifikasi citra daun kelapa sawit menggunakan metode KNN dan Naive Bayes,” vol. 20, no. 1, pp. 76–89.
- [17] “Klasifikasi penyakit pada daun tanaman kubis menggunakan metode support vector machine (SVM),” vol. 24, no. 3, pp. 1053–1066, 2025.

- [18] E. Nahak et al., “Klasifikasi penyakit pada tanaman apel melalui citra daun menggunakan metode multiclass support vector machine,” vol. 11, no. 3, pp. 401–408, 2024.
- [19] N. R. Feta, “Komparasi fungsi kernel metode support vector machine untuk pemodelan klasifikasi,” pp. 32–39, Aug. 2022.
- [20] D. Margarita, H. Maulana, and E. P. Mandyartha, “Klasifikasi penyakit daun padi menggunakan support vector machine berdasarkan fitur mendalam (deep feature),” vol. 9, no. 4, pp. 2256–2270, 2024.