

KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN CABAI RAWIT MENGUNAKAN KOMPARASI ARSITEKTUR SWIN TRANSFORMER DAN CONVNEXT

TESIS



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER (S2)
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakn dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



Balai
Sertifikasi
Elektronik

TESIS

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR MAGISTER KOMPUTER

Menyetujui

Pembimbing I	Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs. NIP.198307252008011008
Pembimbing II	Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP.198211112008121001



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Tesis oleh I Gede Tiar Eka Saputra telah dipertahankan di depan tim penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Komputer di Ilmu Komputer (S2), Program Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha
Pada tanggal 05 Agustus 2026

Dewan Penguji

Ketua	Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs. NIP.198307252008011008
Anggota	Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP.198211112008121001
Anggota	Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs. NIP.198212222006041001
Anggota	I Made Putrama, S.T., M.Tech., Ph.D. NIP.198005242014041003

Mengetahui Direktur Program Pascasarjana
Universitas Pendidikan Ganesha,



Prof. Dr. I Nyoman Jampel, M.Pd.

NIP.195910101986031003



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan secara sadar bahwa tesis yang disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk meraih gelar Magister pada Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha sepenuhnya merupakan hasil pemikiran dan karya mandiri saya. Adapun bagian-bagian tertentu dari karya pihak lain yang dirujuk dalam naskah ini telah dicantumkan sumber sitasinya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, serta etika penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di masa mendatang terbukti bahwa karya ini mengandung unsur plagiarisme, baik sebagian maupun secara keseluruhan, atau terbukti bukan merupakan hasil karya saya sendiri, saya bersedia menanggung segala bentuk konsekuensi. Konsekuensi tersebut meliputi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh, serta sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Singaraja, 6 Agustus 2026
Yang memberi pernyataan,



I Gede Tiar Eka Saputra

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan tesis dengan judul “Klasifikasi Penyakit Daun Cabai Rawit Menggunakan Komparasi Arsitektur Swin Transformer Dan ConvNeXt” dapat diselesaikan dengan baik sesuai target waktu yang telah direncanakan.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi jenjang Magister pada Program Studi Ilmu Komputer, Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha. Dalam proses penyelesaian tesis ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada:

1. Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs, sebagai Pembimbing I yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan yang mencerahkan, serta motivasi berharga selama proses penelitian hingga selesainya penyusunan naskah tesis ini;
2. Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D., sebagai Pembimbing II atas segala masukan konstruktif, gaya komunikasi yang memotivasi, dan dorongan semangat yang tak henti-hentinya diberikan agar penelitian ini terwujud dengan maksimal;
3. Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs. dan I Made Putrama, S.T., M.Tech., Ph.D., sebagai dewan penguji yang telah memberikan banyak evaluasi, masukan, dan saran mendalam demi penyempurnaan karya tulis ini;
4. Koordinator Program Studi Ilmu Komputer beserta seluruh staf dosen pengajar yang telah membekali ilmu pengetahuan, memfasilitasi, serta memotivasi penulis selama menjalani masa perkuliahan;
5. Direktorat Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha beserta jajaran staf yang telah melayani dan memfasilitasi urusan administratif dan akademik selama proses penyelesaian tesis ini;
6. Rektor Universitas Pendidikan Ganesha atas segala dukungan secara moral dan penyediaan fasilitas yang mendukung kelancaran kegiatan studi penulis;

7. Keluarga tercinta, sahabat, rekan sejawat, serta pihak-pihak terkait lainnya yang selalu memberikan dukungan doa dan dorongan semangat secara langsung maupun tidak langsung secara tulus.

Penulis berdoa dan berharap semoga segala bentuk kebaikan yang telah mereka berikan mendapatkan balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa, senantiasa dilimpahi kesehatan, kebahagiaan, dan keharmonisan dalam menjalani kehidupan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa naskah tesis ini masih memiliki kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Akhir kata, semoga karya akademis ini mampu memberikan sumbangsih yang bermanfaat dan memperkaya perbendaharaan keilmuan, khususnya di bidang Ilmu Komputer.



Singaraja, 6 Agustus 2026

Penulis,

I Gede Tiar Eka Saputra

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN.....	i
PRAKATA.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAPTR GAMBAR.....	vi
DAPTAR TABEL.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kajian Teori.....	7
2.1.1 Klasifikasi Penyakit Daun Cabai Rawit.....	7
2.1.2 Arsitektur ConvNeXt.....	11
2.1.3 Arsitektur Swin Transformer.....	13
2.1.4 Transfer Learning dan Fine-Tuning.....	14
2.1.5 Metrik Evaluasi Kinerja Model.....	15
2.2 Kajian Hasil Penelitian Yang Relevan.....	18
2.3 Kerangka Berpikir.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Jenis Penelitian.....	27
3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	27
3.3 Jadwal Penelitian.....	28
3.4 Pengumpulan dan Validasi Dataset Primer.....	29
3.4.1 Lokasi dan Ruang Lingkup Pengambilan Data.....	29
3.4.2 Validasi Pakar (<i>Expert Validation</i>).....	29
3.4.3 Data Corpus Dataset.....	30
3.5 Alur Penelitian.....	32
3.6 Tahap Pelaksanaan Peneltian.....	34
3.6.1 Prapemrosesan Citra (Image Preprocessing).....	34

3.6.2 Augmentasi Data (Data Augmentation).....	34
3.7 Skenario Pembagian Dataset (Data Splitting).....	36
3.7.1 Skenario Pembagian Dataset (Data Splitting).....	36
3.7.2 Implementasi Transfer Learning	36
3.8 Evaluasi Kinerja Kuantitatif dan Analisis Komparasi	37
3.8.1 Swin Transformer (Varian Tiny).....	37
3.8.2 ConvNeXt (Varian Tiny).....	38
3.9 Evaluasi Kinerja Model.....	39
3.9.1 Metrik Klasifikasi (Classification Metrics).....	39
3.9.2 Metrik Efisiensi Komputasi (Computational Efficiency Metrics).....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Lingkungan Eksperimen dan Skenario Pengujian.....	42
4.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak.....	42
4.1.2 Skenario Pembagian Data (Data Splitting) dan K-Fold Cross Validation.....	43
4.1.3 Implementasi <i>Online Data Augmentation</i> dan Distribusi Kelas	46
4.1.4 Konfigurasi Parameter Pelatihan (<i>Hyperparameters</i>).....	50
4.2 Hasil Pengujian Model.....	51
4.2.1 Hasil Keseluruhan Skenario K-Fold Cross Validation.....	52
4.2.2 Hasil Pengujian Akhir pada Unseen Test Set (Fase Pengujian Murni).....	56
4.2.3 Evaluasi Waktu Komputasi dan Kompleksitas Model.....	59
4.2.4 Simulasi Pengujian Lapangan dan Visualisasi Prediksi.....	60
4.3 Pembahasan.....	63
4.3.1 Analisis Komparatif Arsitektur Swin-T dan ConvNeXt-T pada <i>Unseen Test Set</i>	63
4.3.2 Analisis Efisiensi Komputasi dan Kompleksitas Model.....	64
4.3.3 Analisis Kesalahan Klasifikasi (<i>Error Analysis</i>) pada Skenario K-Fold.....	65
4.3.4 Implikasi Penelitian dan Rencana Implementasi Praktis.....	67
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran dan Keterbatasan Penelitian.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	76

DAPFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gambar Penyakit Daun Mosaik	7
Gambar 2. 2 Gambar Penyakit Bercak Daun	8
Gambar 2. 3 Gambar Daun Kerusakan Hama	9
Gambar 2. 4 Gambar Daun Klorosis	9
Gambar 2. 5 Daun Keriting	10
Gambar 2. 6 Gambar Penyakit Embun Tepung	10
Gambar 2. 7 Gambar Penyakit Hawar Daun	11
Gambar 2. 8 Gambar Deep Learning	12

Gambar 3. 1 Gambar Alur Penelitian	33
--	----

Gambar 4. 1 Source Code Spliting Data.....	44
Gambar 4. 2 Source Code Pemisahan Data Train dan Validasi	45
Gambar 4. 3 Source Code Augmentasi Data.....	47
Gambar 4. 4 Source Code Supaya Data Training Tidak Terkena Augmentasi.....	47
Gambar 4. 5 Gambar Hasil Augmentasi.....	49
Gambar 4. 6 Learning Curve Swin Transformer.....	55
Gambar 4. 7 Learning Curve ConvNext.....	56
Gambar 4. 8 Confusion Matrix Unseen Data Swin Transformer.....	58
Gambar 4. 9 Confusion Matrix Unseen Data Swin Transformer.....	58
Gambar 4. 10 Gambar Hasil Prediksi Swin Transformer.....	61
Gambar 4. 11 Gambar Hasil Prediksi ConvNext.....	61

DAPTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Hasil Penelitian Yang Relevan	18
Tabel 3. 1 Tabel Jadwal Penelitian.....	28
Tabel 3. 2 Tabel Daptar Distribusi Dataset.....	31
Tabel 3. 3 Tabel Contoh Dataset.....	31
Tabel 4. 1 Tabel Spesifikasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak.....	42
Tabel 4. 2 Distribusi Dataset Awal dan Pemisahan Data (80% Train/Val vs 20% Unseen Test.....	45
Tabel 4. 3 Pembagian Data per Interaksi Fold pada Skenario Cross-Validation.....	45
Tabel 4. 4 Distribusi Augmentasi Data.....	47
Tabel 4. 5 Distribusi dan Alokasi Augmentasi Data pada Skenario 5 Fold Cross Validation.....	50
Tabel 4. 6 Nilai Hyperparameter untuk Pelatihan Model.....	50
Tabel 4. 7 Hasil Evaluasi Kinerja 5-Fold Cross Validation Fase Pelatihan	52
Tabel 4. 8 Perbandingan Statistik Akurasi Akhir Model pada Skenario 5-Fold Cross Validation.....	53
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Metrik Evaluasi Kinerja pada Unseen Test Data.....	57
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Parameter Komputasi dan Kompleksitas Model	59