

ABSTRAK

Identifikasi varietas bibit durian premium seringkali sulit dilakukan secara manual karena tingginya kemiripan morfologi pada daun, terutama pada varietas tertentu seperti Duri Hitam dan Bawor. Kesalahan identifikasi ini rentan terjadi dan dapat berdampak pada kerugian waktu serta ekonomi bagi petani. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan empat jenis durian premium berdasarkan citra daun menggunakan arsitektur *deep learning* EfficientNetV2. Model ini secara khusus difokuskan untuk mengatasi tantangan misklasifikasi pada kelas-kelas daun yang memiliki karakteristik visual yang sangat mirip. Pendekatan *transfer learning* diterapkan pada arsitektur EfficientNetV2, dengan evaluasi kinerja yang didasarkan pada metrik *precision*, *recall*, serta akurasi. Sebagai tolok ukur komparasi, sebuah model *Baseline* Convolutional Neural Network (CNN) yang dibangun dari awal (*from scratch*) dievaluasi secara berdampingan. Penggunaan *baseline* ini diimplementasikan untuk mengkuantifikasi seberapa signifikan kontribusi *transfer learning* dalam mengkompensasi keterbatasan jumlah dataset jika dibandingkan dengan model yang mempelajari fitur dari nol. Hasil pengujian menunjukkan bahwa EfficientNetV2 memberikan kinerja yang superior dengan pencapaian akurasi sebesar 97,11%, jauh mengungguli *Baseline* CNN yang hanya mencapai akurasi 78,70%. Secara terperinci, model mampu mengenali daun varietas Monthong secara sempurna dengan skor *precision* dan *recall* 1.00. Meskipun kelas Duri Hitam terbukti secara konsisten menjadi varietas yang paling menantang untuk diklasifikasikan akibat kemiripan fitur yang tinggi, EfficientNetV2 tetap mampu memberikan distribusi performa yang andal. Kesimpulannya, pemanfaatan *transfer learning* melalui arsitektur EfficientNetV2 terbukti sangat efektif dan esensial dalam klasifikasi citra daun durian, khususnya untuk mengekstraksi fitur-fitur kompleks pada kelas yang sulit dibedakan.

Kata Kunci: Klasifikasi Citra, Daun Durian, EfficientNetV2, *Transfer Learning*, Convolutional Neural Network.

ABSTRACT

The identification of premium durian varieties is often challenging to perform manually due to the high morphological similarity of their leaves, particularly in certain varieties such as Black Thorn (*Duri Hitam*) and Bawor. Such misidentification is prone to occur and can lead to significant time and economic losses for farmers. This research aims to classify four types of premium durian based on leaf images using the EfficientNetV2 deep learning architecture. This model specifically focuses on addressing misclassification challenges in leaf classes with highly similar visual characteristics. A transfer learning approach was applied to the EfficientNetV2 architecture, with performance evaluations based on precision, recall, and accuracy metrics. As a comparative benchmark, a Baseline Convolutional Neural Network (CNN) model built from scratch was evaluated alongside. This baseline was implemented to quantify the significant contribution of transfer learning in compensating for limited dataset sizes compared to a model that learns features from zero. The experimental results demonstrate that EfficientNetV2 delivers superior performance with an accuracy of 97.11%, significantly outperforming the Baseline CNN, which only achieved 78.70%. In detail, the model was able to recognize the *Monthong* variety perfectly with precision and recall scores of 1.00. Although the Black Thorn class consistently proved to be the most challenging variety to classify due to high feature similarity, EfficientNetV2 maintained a reliable performance distribution. In conclusion, the utilization of transfer learning through the EfficientNetV2 architecture is proven to be highly effective and essential in durian leaf image classification, particularly for extracting complex features in classes that are difficult to distinguish.

Keywords: Image Classification, Durian Leaves, EfficientNetV2, Transfer Learning, Convolutional Neural Network.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan berkat dan anugerah-Nya yang telah memberikan kelancaran dan kemudahan bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “KLASIFIKASI EMPAT JENIS DURIAN PREMIUM BERDASARKAN CITRA DAUN MENGGUNAKAN EFFICIENTNETV2 ”. Penelitian Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan program Sarjana (S1) di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.

Tak lupa, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat selama proses penulisan Tugas Akhir ini. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih secara khusus kepada:

- 1 . Tuhan Yesus Kristus, atas segala berkat, pertolongan dan karunia-Nya yang tiada henti sehingga penulis dapat menjalani masa kuliah dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 2 . Bapak Uganda Silalahi, Ibu Rosheppy Samosir, Christa Naomi Silalahi, dan Tiurma Tambunan sebagai keluarga kandung yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
- 3 . Bapak Dr. Novrido Charibaldi, S. Kom., M. Kom. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama mengerjakan tugas akhir ini hingga selesai.
- 4 . Bapak Rudy Cahyadi, S.Si., M.T. selaku dosen penguji II, Bapak Andi Nurkholis, S.Kom., M.Kom. selaku dosen penguji III, Bapak Dhimas Arief Dharmawan, S.T., Ph.D selaku dosen penguji IV, atas masukan dan saran yang berharga dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini.
- 5 . Seluruh dosen jurusan informatika UPN “Veteran” Yogyakarta yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama masa perkuliahan.
- 6 . Maresta selaku partner yang selalu menemani, memberi dukungan, menghibur, dan mendoakan saya selama proses penulisan Tugas Akhir ini.
- 7 . Adik-adik UKM Kristen (Annes, Yobel, Jepa, Dobry, Oliper, Ekin, Andhika, Vabi, Gorbie, Keznur, Riska, Tina, Ernst, Priska, Jesaya, dan Bram) yang selalu memberi dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
- 8 . Teman-teman BPH, Martin, Paulina, Michael, Sihol, dan Kesia yang memberikan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
- 9 . Sahabat-sahabat saya dari semester pertama, Alvino, Halim, dan Akbar yang selalu memberi dukungan selama masa perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir.
10. Seluruh teman-teman UKM Kristen dari tahun 2023 sampai dengan 2025 yang selalu menemani dan memberi dukungan selama masa perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir.
11. Teman-teman IF-D yang selalu menemani dan memberi dukungan selama perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan penelitian dimasa depan untuk berkontribusi dalam bidang informatika dan kemajuan teknologi. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna,

sehingga penulis dengan terbuka menerima segala kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan penulisan Tugas Akhir ini. Terima kasih

Yogyakarta, 5 Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Tahapan Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN LITERATUR	6
2.1 Durian (<i>Durio zibethinus L.</i>)	6
2.2 Deep Learning	7
2.3 Convolutional Neural Network (CNN)	8
2.3.1 Rescaling dan Normalization	9
2.3.2 Convolution Layer.....	9
2.3.3 Batch Normalization.....	11
2.3.4 Activation Function	12
2.3.5 Pooling Layer	13
2.3.6 Fully Connected Layer	15
2.3.7 Dropout Layer	16
2.4 EfficientNetV2.....	17
2.4.1 Mobile Inverted Bottleneck Convolution (MBCConv)	19
2.4.2 Fused MBCConv.....	20
2.5 Confusion Matrix.....	21
2.6 Transfer Learning	21
2.7 Tinjauan Literatur.....	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1 Pengumpulan Data.....	25
3.2 Pre-Processing	25
3.2.1 Data Cleaning	27
3.2.2 Resizing Image	27
3.2.3 Labeling.....	28
3.2.4 Splitting	28
3.2.5 Augmentasi.....	29
3.3 Pembuatan Model.....	30
3.3.1 Stem.....	32
3.3.2 Fused MBConv.....	36
3.3.3 MBConv Blocks	39
3.3.4 Fully Connected Layer	40
3.4 Penyesuaian Bobot Distribusi Kelas.....	43
3.5 Optimasi Hiperparameter dan Pengujian Model	44
3.6 Evaluasi Model.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Hasil.....	47
4.1.1 Pengumpulan Data.....	47
4.1.2 Preprocessing Data	48
4.1.3 Penyesuaian Bobot Distribusi Kelas.....	54
4.1.4 Konstruksi Arsitektur EfficientNetV2-B0.....	54
4.1.5 Optimasi Hiperparameter dan Pengujian Model	55
4.1.6 Evaluasi Model	68
4.2 Pembahasan	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daun Durian Premium	7
Tabel 2. 2 State Of The Art.....	22
Tabel 3. 1 Pesebaran Dataset	25
Tabel 3. 2 Label Encoding	28
Tabel 3. 3 Proses Augmentasi setelah Resizing Image	29
Tabel 3. 4 Hasil Normalisasi.....	36
Tabel 3. 5 Hasil Scale and Shift.....	36
Tabel 3. 6 Hasil Activation Function.....	36
Tabel 3. 7 Ilustrasi Matrix 3x3.....	40
Tabel 3. 8 Hasil Aktivasi ReLU.....	41
Tabel 3. 9 Hasil Aktivasi ReLU (Lanjutan).....	41
Tabel 3. 10 Hasil Batch Normalization	42
Tabel 3. 11 Hasil Aktivasi Softmax.....	43
Tabel 3. 12 Ilustrasi Hasil Penyesuaian Bobot	44
Tabel 3. 13 Rancangan Optimasi Learning Rate dan Batch Size	45
Tabel 3. 14 Rencana Pelatihan Akhir	45
Tabel 3. 15 Rancangan Pengujian Model	46
Tabel 3. 16 Confusion Matrix	46
Tabel 4. 1 Jumlah Citra Setiap Jenis.....	50
Tabel 4. 2 Hasil Pembersihan Citra	50
Tabel 4. 3 Label Encoding	52
Tabel 4. 4 Hasil Splitting Dataset	53
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Bobot Kelas.....	54
Tabel 4. 6 Parameter Pengujian Learning Rate dan Batch Size pada model EfficientNetV2-B0	56
Tabel 4. 7 Parameter Pelatihan Akhir dan Penentuan Epoch	56
Tabel 4. 8 Parameter Pengujian Perbandingan Model.....	56
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Batch Size dan Learning Rate	63
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Epoch.....	65
Tabel 4. 11 Parameter Arsitektur Baseline CNN.....	65
Tabel 4. 12 Hasil Perbandingan EfficientNetV2-B0 dengan Baseline CNN.....	67
Tabel 4. 13 Confusion Matrix pada EfficientNetV2-B0.....	70
Tabel 4. 14 Confusion Matrix pada Baseline CNN	70
Tabel 4. 15 Hasil Classification Report EfficientNetV2-B0	70
Tabel 4. 16 Hasil Classification Report Baseline CNN.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Deep learning	8
Gambar 2. 2 Arsitektur CNN	8
Gambar 2. 3 Convolution Layer	9
Gambar 2. 4 Struktur Pooling Layer.....	14
Gambar 2. 5 Average Pooling pada Daun Durian Bawor.....	14
Gambar 2. 6 Max Pooling pada Daun Durian Bawor	15
Gambar 2. 7 Fully Connected Layer pada CNN.....	16
Gambar 2. 8 Dropout Layer pada CNN.....	17
Gambar 2. 9 Struktur EfficientNetV2.....	18
Gambar 2. 10 MBConv.....	19
Gambar 2. 11 Fused MBConv	20
Gambar 3. 1 Alur Metodologi Penelitian.....	24
Gambar 3. 2 Contoh Citra yang Digunakan dalam Penelitian.....	25
Gambar 3. 3 Alur Preprocessing Data	26
Gambar 3. 4 Padding pada Citra	27
Gambar 3. 5 Alur Perancangan Model.....	30
Gambar 3. 6 Rescale Stem	33
Gambar 3. 7 Normalization Stem	34
Gambar 3. 8 Convolution Channel 0	34
Gambar 3. 9 Proses Konvolusi.....	35
Gambar 3. 10 Arsitektur yang Ada dalam Fused MBConv.....	38
Gambar 3. 11 Arsitektur MBConv.....	39
Gambar 3. 12 Arsitektur Fully Connected Layer.....	40
Gambar 4. 1 Pengumpulan Dataset di Kaggle	47
Gambar 4. 2 Pengumpulan Dataset di Roboflow.....	47
Gambar 4. 3 Kurva Pembelajaran Batch Size 16 dan Learning Rate 0.1	58
Gambar 4. 4 Kurva Pembelajaran Batch Size 16 dan Learning Rate 0.01	58
Gambar 4. 5 Kurva Pembelajaran Batch Size 16 dan Learning Rate 0.001	59
Gambar 4. 6 Kurva Pembelajaran Batch Size 16 dan Learning Rate 0.0001	59
Gambar 4. 7 Kurva Pembelajaran Batch Size 16 dan Learning Rate 0.00001	60
Gambar 4. 8 Kurva Pembelajaran Batch Size 32 dan Learning Rate 0.1	60
Gambar 4. 9 Kurva Pembelajaran Batch Size 32 dan Learning Rate 0.01	61
Gambar 4. 10 Kurva Pembelajaran Batch Size 32 dan Learning Rate 0.001	61
Gambar 4. 11 Kurva Pembelajaran Batch Size 32 dan Learning Rate 0.0001	62
Gambar 4. 12 Kurva Pembelajaran Batch Size 32 dan Learning Rate 0.00001	62
Gambar 4. 13 Kurva Pelatihan Akhir EfficientNetV2-B0.....	64
Gambar 4. 14 Kurva Pelatihan Baseline CNN.....	67
Gambar 4. 15 Hasil Evaluasi Model EfficientNetV2-B0 dengan Confusion Matrix	69
Gambar 4. 16 Hasil Evaluasi Model Baseline CNN dengan Confusion Matrix.....	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Durian merupakan salah satu komoditas hortikultura penting di Indonesia dengan tingkat permintaan yang tinggi, baik di pasar domestik maupun internasional. Namun, keberagaman jenis durian premium yang beredar seperti Monthong, Bawor, Musang King, dan Duri Hitam menimbulkan permasalahan dalam proses identifikasi jenis yang akurat di lapangan. Kesalahan dalam mengenali jenis dapat berdampak langsung terhadap distribusi bibit unggul, penetapan harga jual, serta kualitas produksi yang tidak seragam antarpetani.

Identifikasi jenis durian secara manual seringkali menjadi tugas yang rumit dan subjektif, terutama bagi petani yang kurang berpengalaman (Kurniawan & Ariatmanto, 2024). Metode berbasis analisis DNA memang mampu memberikan hasil yang lebih presisi, tetapi tidak hemat biaya dan tidak praktis untuk diterapkan secara luas oleh petani skala kecil. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat mengklasifikasikan gambar daun durian berdasarkan jenis durian.

Beberapa penelitian telah dilakukan terhadap masalah ini, salah satunya Klasifikasi Daun Durian yang dilakukan oleh Fitriani et al. (2024) dengan menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dengan tiga arsitektur berbeda yaitu MobileNet, AlexNet, dan InceptionNetV3. penelitian ini berhasil melakukan klasifikasi citra daun durian. Hasil penelitian memperlihatkan model masih mengalami kesalahan klasifikasi pada seluruh kelas daun durian (24 salah dari 35 pada kelas Bawor, 41 salah dari 58 pada kelas Duri Hitam, 25 salah dari 43 pada kelas Malica, 21 salah dari 31 pada kelas Montong, 26 salah dari 34 pada kelas Musang King) dengan total 137 kesalahan dari 201 data uji. Ukuran citra yang digunakan sebesar 150×150 piksel yang berpotensi mengurangi detail visual penting seperti pola urat dan tekstur halus daun, sehingga menghambat kemampuan model dalam membedakan varietas yang memiliki kemiripan bentuk dan warna. Penelitian ini juga tidak menampilkan analisis terhadap waktu komputasi, padahal aspek tersebut penting terutama bagi model ringan seperti MobileNet yang dirancang untuk dijalankan pada perangkat ringan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konfigurasi model CNN yang digunakan masih belum optimal dalam menghasilkan performa klasifikasi yang stabil.

Penelitian yang dilakukan oleh Elroy et al. (2024) menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk melakukan klasifikasi daun durian berdasarkan jenisnya. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa jumlah prediksi benar antar jenis masih tidak seimbang. Kelas Bawor terdeteksi dengan benar sebanyak 16 dari 33 data, dan masih sering diklasifikasikan keliru sebagai Monthong (11 data). Kelas Hitam menunjukkan tingkat kesalahan paling tinggi, di mana 34 dari 65 data salah dikenali sebagai Bawor, serta kesalahan lain terhadap kelas Monthong (17 data) dan Musang King (7 data). Sementara itu, Monthong terdeteksi dengan benar sebanyak 17 dari 49 data, serta menunjukkan kekeliruan cukup besar ke kelas Bawor (18 data). Kelas Musang King menjadi kelas dengan hasil terendah, hanya empat data yang diklasifikasikan dengan benar dari 49 data, sedangkan sebagian besar lainnya salah dikenali sebagai Bawor (18 data) dan Monthong (19 data). Dari total sekitar 196 data uji, hanya 44 data yang berhasil diklasifikasikan dengan benar.

Hasil ini mengindikasikan bahwa model masih mengalami kebingungan antar kelas. Ketidakseimbangan ini menunjukkan bahwa model CNN belum mampu mengenali seluruh kelas daun durian dengan konsisten. Distribusi hasil prediksi pada gambar Confusion Matrix memperlihatkan bahwa performa CNN masih belum stabil dan cenderung bias terhadap kelas tertentu.

Penelitian yang dilakukan oleh Halim et al. (2023) berjudul “*Durian Tree Type Identification Based on Durian Leaves*” menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) yang diimplementasikan melalui TensorFlow Lite dan diintegrasikan ke dalam aplikasi Android untuk mengklasifikasikan lima jenis daun durian, yaitu Black Thorn, IOI, Kim Hong, Musang King, dan Red Prawn. Penelitian ini menggunakan dataset yang sangat terbatas, yakni 100 citra untuk pelatihan, 29 untuk validasi, dan 29 untuk pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model memperoleh akurasi pelatihan sebesar 86,00%, validasi 77,78%, dan pengujian 66,67%. Nilai tersebut memperlihatkan adanya penurunan kinerja ketika model diuji menggunakan data yang belum pernah dilatih sebelumnya. Selain itu, perbedaan antara training loss yang menurun hingga 40,02% dan validation loss yang meningkat hingga 100% menunjukkan bahwa model masih belum stabil dalam mengenali pola data baru. Dengan demikian, meskipun penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi pengenalan daun durian berbasis Android, performa model CNN yang digunakan masih lemah akibat keterbatasan data, overfitting, serta kurangnya evaluasi mendalam terhadap hasil klasifikasi.

Penelitian terhadap masalah ini juga dilakukan oleh Kurniawan & Ariatmanto (2024) menggunakan MobileNetV2 dalam mengidentifikasi bibit durian berdasarkan citra daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model MobileNetV2 mencapai akurasi keseluruhan sebesar 90%, namun jika dianalisis lebih dalam, terdapat perbedaan performa yang cukup mencolok antar kelas, khususnya pada varietas Duri Hitam. Nilai *precision* untuk kelas ini hanya mencapai 0.79, jauh di bawah kelas lainnya seperti *Bawor* (0.94), *Musang King* (0.90), dan *Monthong* yang bahkan mencapai *precision* sempurna sebesar 1.00. Perbedaan ini menunjukkan bahwa model masih sering salah dalam mengidentifikasi daun Duri Hitam.

Penelitian dilakukan oleh Cahyadi et al., (2019) yang menggunakan metode Perceptron dalam mengidentifikasi jenis daun durian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Perceptron* yang diterapkan dalam identifikasi jenis daun durian menghasilkan akurasi pelatihan sebesar 83,33% dan akurasi pengujian sebesar 80%, yang pada pandangan awal tampak cukup baik. Namun, capaian ini perlu ditinjau secara kritis karena didukung oleh jumlah dataset yang sangat terbatas, yaitu hanya 75 citra daun yang mencakup tiga jenis durian (*Bawor*, *D101*, dan *Menoreh*) dengan masing-masing 20 data latih dan 5 data uji per kelas. Peneliti sendiri menyadari keterbatasan ini dan menyarankan agar penelitian selanjutnya dilakukan pengembangan program yang mampu mengekstraksi ciri dari banyak data sekaligus.

Pola kelemahan yang berulang pada penelitian-penelitian tersebut dapat diidentifikasi pada tiga faktor utama: pertama, penggunaan arsitektur CNN yang kapasitas ekstraksi fiturnya tidak memadai untuk membedakan karakteristik morfologi halus daun durian yang memiliki kemiripan visual tinggi antarkultivar; kedua, resolusi citra input yang rendah sehingga fitur diskriminatif seperti pola urat dan tekstur permukaan daun tidak

tertangkap secara optimal; dan ketiga, keterbatasan jumlah data latih yang membuat model cenderung mengalami *overfitting* atau *underfitting*. Selain itu, sebagian besar penelitian tersebut menggunakan dataset yang berbeda-beda dan bersifat tertutup, sehingga perbandingan performa antarmetode tidak dapat dilakukan secara objektif dan setara.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan penerapan arsitektur EfficientNetV2 dengan skema transfer learning berbasis bobot pralatih ImageNet. EfficientNetV2 merupakan arsitektur CNN yang diperkenalkan oleh Tan dan Le (2021), dirancang secara khusus untuk mencapai akurasi tinggi dengan waktu pelatihan yang lebih singkat dan penggunaan parameter yang lebih efisien dibandingkan arsitektur generasi sebelumnya. Keunggulan utamanya terletak pada blok Fused-MBConv yang menggabungkan proses ekspansi dan ekstraksi fitur spasial ke dalam satu operasi konvolusi 3×3 tunggal pada lapisan-lapisan awal jaringan, sehingga mampu menangkap fitur tekstur dan pola morfologi daun secara lebih kaya dibandingkan blok konvolusi konvensional. Citra input diproses pada resolusi 224×224 piksel, yang secara langsung merespons kelemahan penelitian terdahulu yang menggunakan resolusi rendah.

Signifikansi peningkatan performa yang dihasilkan oleh EfficientNetV2 akan dibuktikan secara empiris melalui perbandingan langsung dengan model *Baseline* CNN yang dibangun dari awal tanpa bobot pralatih. Kedua model dilatih dan dievaluasi menggunakan dataset yang sama dengan konfigurasi hiperparameter yang identik, sehingga perbedaan hasil yang diperoleh dapat dipastikan berasal murni dari perbedaan kapasitas arsitektur dan bukan dari perbedaan perlakuan komputasi. Pendekatan perbandingan yang terkontrol ini menjamin validitas ilmiah dari kesimpulan yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Belum diketahui bagaimana kinerja arsitektur EfficientNetV2 dalam mengklasifikasikan empat jenis daun durian premium (Monthong, Bawor, Musang King, dan Duri Hitam).
2. Belum diketahui apakah arsitektur EfficientNetV2 dengan skema *transfer learning* mampu menghasilkan kinerja klasifikasi yang lebih unggul dibandingkan model *Baseline* CNN yang dilatih dari awal, ketika keduanya dievaluasi pada dataset dan konfigurasi hiperparameter yang sama.

1.3 Batasan Penelitian

1. Jenis durian yang diklasifikasikan terbatas pada empat jenis, yaitu Durian Monthong, Bawor, Musang King, dan Duri Hitam.
2. Dataset yang digunakan berasal dari website Kaggle dan Roboflow.
3. Fokus penelitian adalah pada klasifikasi jenis durian berdasarkan citra daun menggunakan arsitektur EfficientNetV2.
4. Proses pelatihan dan pengujian model dilakukan menggunakan perangkat keras lokal dan berbasis cloud dengan bahasa pemrograman Python dan framework *deep learning* TensorFlow.
5. Penelitian ini tidak mencakup deteksi penyakit daun, dan identifikasi berdasarkan bagian tanaman lain (seperti batang, bunga, atau buah).

6. Model hanya menerima input berupa citra digital.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan dan mengevaluasi model klasifikasi daun durian premium menggunakan arsitektur EfficientNetV2 berbasis *transfer learning*.
2. Membandingkan performa model EfficientNetV2 dengan model *Baseline* CNN yang dilatih dari awal pada dataset dan konfigurasi hiperparameter yang identik, guna membuktikan kontribusi arsitektur dan skema *transfer learning* secara terukur.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Menambah wawasan ilmiah mengenai penerapan EfficientNetV2 dalam klasifikasi citra daun tanaman tropis.
2. Memperkuat dasar teoritis dalam bidang kecerdasan buatan, khususnya terkait penerapan model pralatih (*pre-trained model*) untuk meningkatkan akurasi klasifikasi.

1.6 Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur

Tahap ini dilakukan dengan mempelajari berbagai referensi yang relevan, seperti jurnal, artikel ilmiah, dan laporan penelitian sebelumnya yang membahas klasifikasi citra daun serta penerapan arsitektur EfficientNetV2. Tujuan tahap ini adalah memperoleh landasan teori dan pemahaman yang mendalam terhadap topik penelitian.

2. Pengumpulan Data

Merupakan tahap untuk mengumpulkan dataset yang dibutuhkan untuk melakukan klasifikasi jenis daun durian berdasarkan citra daun. Data didapatkan melalui website Kaggle dan Roboflow.

3. Preprocessing Data

Data citra yang telah dikumpulkan akan menjalani serangkaian tahapan pre processing, termasuk *data cleaning*, *resizing*, *labeling*, *splitting* dan augmentasi data untuk meningkatkan keberagaman dataset. Selanjutnya, dataset akan dibagi menjadi tiga subset: data latih (*training*), dan data validasi (*validation*) dengan perbandingan tertentu untuk masing-masing subset.

4. Pelatihan Model

Pada tahap ini, dikembangkan dua skenario model untuk keperluan komparasi. Model utama dibangun menggunakan arsitektur EfficientNetV2 yang menerapkan *transfer learning* dan teknik regularisasi *Dropout*. Sebagai pembanding, dibangun pula sebuah model *Baseline* CNN sederhana yang dilatih dari awal (*training from scratch*). Proses pelatihan dilakukan menggunakan TensorFlow dan Keras.

5. Evaluasi Model

Kedua model yang telah dilatih akan diuji menggunakan data uji untuk mengukur performa berdasarkan metrik *precision* dan *recall*. Tahap ini digunakan untuk mengetahui kemampuan kedua model dalam melakukan klasifikasi citra daun secara akurat.

6. Analisis dan Kesimpulan

Hasil evaluasi dianalisis untuk menilai efektivitas kedua model dalam mengenali pola daun durian dan menarik kesimpulan terhadap pencapaian tujuan penelitian.

1.7 Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan

Pada Bab ini membahas mengenai pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Literatur

Tinjauan Literatur adalah bagian dari bab kedua yang membahas mengenai landasan teori yang digunakan untuk analisis dan perancangan aplikasi serta implementasi pada penelitian ini. Selain itu tinjau pustaka juga berfungsi sebagai bahan referensi dan 10 pondasi untuk memperkuat pendapat dalam penelitian ini serta teori-teori yang sesuai dengan penelitian ini.

Bab III Metodologi Penelitian

Bagian ini membahas mengenai metodologi penelitian, analisis, perancangan dan *design*.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil penelitian yang berisi hasil implementasi dari perancangan yang telah dibuat sebelumnya. Selain itu juga berisi analisis dari hasil penelitian.

Bab V Penutup

Bagian ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang diajukan untuk mengembangkan penelitian ini kedepannya.

BAB II TINJAUAN LITERATUR

2.1 Durian (*Durio zibethinus L.*)





Durian (*Durio spp.*) merupakan tanaman buah tropis dari famili Malvaceae yang banyak dibudidayakan di Asia Tenggara, termasuk Indonesia, Thailand, dan Malaysia. Spesies yang paling umum dibudidayakan adalah *Durio zibethinus*, Durian (*Durio zibethinus*) merupakan salah satu spesies Durio yang dapat dimakan, dari sekitar 30 spesies dalam genus Durio yang tersebar di dunia (Hannum et al., 2020). Tanaman durian tumbuh optimal pada daerah beriklim tropis lembap dengan curah hujan tinggi, sehingga menjadi komoditas hortikultura bernilai ekonomi signifikan di berbagai wilayah penghasil.

Buah durian memiliki struktur kulit keras yang dilapisi duri tajam, dengan variasi ukuran, bentuk duri, ketebalan kulit, dan warna daging yang beragam antarkultivar secara morfologis. Perbedaan karakteristik tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik dan kondisi lingkungan budidaya, sehingga menghasilkan variasi visual pada buah durian yang dapat digunakan sebagai indikator dalam proses identifikasi kultivar maupun karakterisasi tanaman (Sihaloho et al., 2021; Pratiwi et al., 2018).. Perbedaan morfologi ini meliputi bentuk ujung duri, jarak antar duri, pola permukaan kulit, serta warna daging yang dapat berkisar dari kuning pucat hingga oranye pekat.

Dalam perdagangan komersial, dikenal istilah durian premium yang merujuk pada kelompok kultivar unggul dengan kualitas fisik dan nilai pasar yang lebih tinggi dibandingkan durian lokal biasa. Beberapa jenis yang termasuk dalam kategori ini antara lain Bawor, Monthong, Musang King, dan Duri Hitam. Kultivar tersebut umumnya memiliki karakteristik daging buah yang tebal, tekstur lembut, serta cita rasa yang konsisten sehingga memiliki permintaan pasar yang tinggi, termasuk dalam perdagangan ekspor di kawasan Asia Tenggara. Karena nilai ekonominya yang tinggi, durian premium umumnya dipasarkan secara khusus berdasarkan berat timbangan.

Daun durian umumnya berbentuk lonjong hingga elips dengan permukaan atas berwarna hijau gelap dan permukaan bawah berwarna coklat keemasan atau keperakan yang merupakan ciri khas dari genus *Durio* (Mursyidin et al., 2024). Walaupun variasi antarjenis tidak terlalu ekstrem, beberapa kultivar menunjukkan perbedaan pada ukuran, proporsi, dan corak visual daun yang dapat diamati melalui citra. Variasi tersebut menjadikan daun sebagai objek yang relevan untuk pendekatan klasifikasi berbasis citra, terutama ketika klasifikasi buah tidak memungkinkan karena faktor musiman atau ketersediaan sampel. Daun merupakan elemen yang informatif untuk sistem klasifikasi otomatis karena memiliki pola bentuk dan tekstur yang relatif konsisten (Rajeshkumar & Arumugam, 2019). Daun pada durian premium dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Daun Durian Premium

No	Gambar Daun	Jenis Durian
1		Bawor
2		Duri Hitam
3		Monthong
4		Musang King

Tabel 2.1 menunjukkan contoh citra daun pada durian premium. Dalam konteks teknologi pengolahan citra dan pembelajaran mesin, durian menjadi salah satu komoditas yang membutuhkan sistem klasifikasi otomatis karena adanya variasi antarjenis yang tidak selalu mudah dibedakan secara visual oleh manusia. Karakteristik seperti bentuk, warna, tekstur, serta pola vena daun merupakan fitur visual yang umum digunakan dalam sistem identifikasi tanaman berbasis citra (Kadir et al., 2011). Hal ini mendorong pengembangan sistem klasifikasi berbasis *deep learning* untuk membantu proses identifikasi jenis, kontrol kualitas, serta pengolahan pascapanen. Pemanfaatan teknik pembelajaran mendalam seperti Convolutional Neural Network (CNN) memungkinkan sistem untuk mengekstraksi fitur-fitur visual tersebut secara otomatis sehingga dapat meningkatkan akurasi dalam proses klasifikasi jenis tanaman maupun varietas buah.

2.2 Deep Learning

Deep Learning merupakan salah satu cabang dari Machine Learning yang dikembangkan berdasarkan konsep kerja otak manusia melalui *Artificial Neural Networks* (ANN), yang dikenal juga sebagai Jaringan Saraf Tiruan (JST) (Riziq Sirfatullah Alfarizi et al., 2023). Teknologi ini mampu mengenali pola secara efektif sehingga sering menghasilkan performa yang unggul, khususnya dalam bidang pengolahan citra atau computer vision (Santoso & Ariyanto, 2018).

Deep Learning dirancang untuk memproses dan menganalisis data secara berkelanjutan dengan cara kerja yang menyerupai proses pengambilan keputusan pada otak manusia. Untuk meningkatkan kemampuan tersebut, deep learning memanfaatkan algoritma Artificial Neural Network (ANN) yang terinspirasi dari jaringan biologis pada otak. Dalam ruang lingkup deep learning, terdapat beberapa jenis algoritma yang umum digunakan, antara lain Deep Neural Network (DNN), Artificial Neural Network (ANN), dan