



BAB II

TINJAUAN LITERATUR

2.1 Pendahuluan

Bab ini membahas landasan teori dan penelitian terdahulu yang menjadi dasar dalam pengembangan sistem klasifikasi citra berbasis deep learning. Pembahasan diawali dengan kajian teori yang berkaitan dengan konsep pengolahan citra digital, *Convolutional Neural Network* (CNN), serta arsitektur *MobileNetV2* sebagai model yang digunakan dalam penelitian ini. Selain itu, bab ini juga menguraikan sejumlah penelitian relevan mengenai klasifikasi objek pertanian, buah, maupun tanaman menggunakan metode CNN khususnya yang memanfaatkan arsitektur *MobileNetV2* sebagai gambaran perkembangan teknologi dan posisi penelitian sebelumnya. Melalui tinjauan ini, dapat terlihat keterbatasan dan celah penelitian yang masih ada, sehingga penelitian mengenai klasifikasi kelapa local dalam keadaan berserabut dengan tiga kelas kualitas memiliki urgensi dan kebaruan yang jelas.

2.2 Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan penelitian terdahulu yang telah dilakukan dan memiliki tujuan searah dengan penelitian yang akan dibuat dalam tugas akhir ini. Dalam upaya menyempurnakan penelitian ini, maka dilakukan kajian literatur terhadap beberapa penelitian yang relevan, khususnya yang berkaitan dengan klasifikasi citra digital, penggunaan *Convolutional Neural Network* (CNN), serta pemanfaatan arsitektur *MobileNetV2* pada objek pertanian dan objek bertekstur kompleks. Kajian literatur tersebut diuraikan sebagai berikut.

Tabel 2. 1 MobileNetV2 Untuk Klasifikasi

No	Artikel	Masalah	Model
(1)	(2)	(3)	(4)
1	[6]	Klasifikasi varietas mangga berdasarkan citra	<i>MobileNetV2, ResNet50, VGG-19, InceptionV3</i>
2	[7]	Klasifikasi citra daging sapi segar vs busuk	<i>MobileNetV2, EfficientNet-B0, ResNet50</i>
3	[8]	Klasifikasi tingkat kematangan dan kualitas tomat berbasis citra	<i>MobileNetV2</i>
4	[9]	Klasifikasi penyakit daun pada berbagai tanaman (<i>plant disease classification</i>)	<i>MobileNetV2, RTR_Lite_MobileNetV2 (pengembangan MobileNetV2 dengan SENet, ECA, Triplet Attention)</i>
5	[10]	Klasifikasi penyakit dan jenis tanaman menggunakan citra thermal	<i>CNN-16, PlantDXAI (CNN-16 + CAM + Discriminator), Residual Block, GAP, Fully Connected Layer</i>
6	[11]	Klasifikasi jenis kendaraan berbasis citra (<i>car, truck, motorcycle, bicycle, bus</i>)	<i>MobileNetV2 dengan transfer learning, fine-tuning layer atas, Sparse Categorical Cross Entropy</i>
7	[12]	Klasifikasi jenis pohon berdasarkan citra fasad bangunan	<i>MobileNetV2, VGG16, InceptionV3, ResNet50, GoogLeNet</i>
8	[13]	Klasifikasi buah obat herbal Tiongkok berdasarkan citra	<i>MobileNetV2, VGG16, ResNet18, InceptionV3, ShuffleNetV2, SqueezeNet, MobileNetV3, MnasNet</i>
9	[14]	Klasifikasi tingkat kematangan durian	<i>MobileNetV2, InceptionV2, InceptionV3, VGG16, VGG19, ResNet50, ResNet101, ResNet152, MobileNetV3</i>
10	[15]	Klasifikasi varietas dan grading tingkat kualitas pisang	<i>MobileNetV2 (baseline), YOLOv8 (segmentasi), beberapa CNN lain sebagai perbandingan</i>

Tabel 2.1 ditunjukkan berbagai penelitian yang menggunakan arsitektur *MobileNetV2* dalam klasifikasi citra digital pada beragam objek, baik pada bidang



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

pertanian, pangan, maupun objek umum lainnya. Setiap penelitian menerapkan *MobileNetV2* untuk mengatasi permasalahan klasifikasi yang memiliki karakteristik visual berbeda, seperti variasi warna, tekstur, kondisi pencahayaan, serta jumlah kelas yang cukup kompleks. Selain *MobileNetV2*, beberapa penelitian juga membandingkannya dengan arsitektur lain seperti *ResNet50*, *VGG16*, *VGG19*, *EfficientNet-B0*, *InceptionV3*, hingga model ringan seperti *ShuffleNetV2* dan *MobileNetV3*.

Hasil-hasil penelitian pada tabel tersebut menunjukkan bahwa *MobileNetV2* merupakan arsitektur yang konsisten memberikan performa baik meskipun diterapkan pada objek dan kondisi yang berbeda-beda. Pada klasifikasi varietas mangga, kualitas daging sapi, tingkat kematangan tomat, hingga penyakit daun tanaman, *MobileNetV2* mampu mencapai akurasi kompetitif. Bahkan pada beberapa penelitian, *MobileNetV2* dipilih sebagai baseline model karena efisiensinya yang tinggi dan kemampuannya bekerja optimal pada jumlah dataset yang besar maupun terbatas. Penerapan *MobileNetV2* juga terbukti efektif pada objek non-pertanian seperti kendaraan dan pohon pada citra fasad bangunan, menunjukkan fleksibilitas model dalam menangani variasi pola visual.

Selain itu, penelitian terdahulu juga mengungkap bahwa modifikasi *MobileNetV2* seperti penambahan *SENet*, *ECA*, dan *Triplet Attention* dapat meningkatkan akurasi secara signifikan, terutama pada dataset yang memiliki kompleksitas tinggi. Studi-studi tersebut memberikan gambaran bahwa *MobileNetV2* tidak hanya unggul dalam efisiensi komputasi, tetapi juga sangat adaptif untuk dikembangkan sesuai kebutuhan klasifikasi tertentu.



Berdasarkan keseluruhan kajian pada Tabel 2.1, dapat disimpulkan bahwa *MobileNetV2* merupakan arsitektur yang sangat potensial untuk digunakan pada klasifikasi kelapa lokal dalam kondisi berserabut. Keunggulannya dalam mengenali fitur visual yang kompleks, efisiensinya dalam penggunaan komputasi, serta kemampuannya beradaptasi pada berbagai jenis dataset menjadikan model ini relevan dan layak diterapkan pada penelitian ini. Dengan memanfaatkan temuan-temuan terdahulu, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan model klasifikasi tiga kelas kelapa berserabut yang lebih akurat, ringan, dan dapat diterapkan secara praktis di lapangan.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Berdasarkan Citra dengan Jumlah Kelas

No	Artikel	Dataset	Kategori	Jumlah Dataset
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	[6]	Citra 12 varietas mangga	12 kelas (12 varietas)	±12.888 citra
2	[7]	Citra daging sapi <i>fresh & spoiled</i>	2 kelas (<i>fresh, spoiled</i>)	±10.000 citra
3	[8]	Dataset Kematangan Tomat	2 kelas (<i>Immature, Mature</i>)	1.000 citra asli, 4.000 setelah augmentasi
		Dataset Kualitas Tomat	2 kelas (<i>Fresh, Defect</i>)	1.986 citra asli, 6.000 setelah augmentasi
4	[9]	7 dataset tanaman: <i>Plant Disease, PlantDoc, Coffee, Wheat, Soybean, Sugarcane, PaddyDoctor</i>	<i>Plant Disease</i> (39 kelas), <i>Coffee</i> (3 kelas), <i>Wheat</i> (3 kelas), <i>Soybean</i> (4 kelas), <i>Sugarcane</i> (3 kelas), <i>PaddyDoctor</i> (6 kelas), <i>PlantDoc</i> (13 kelas)	<i>Plant Disease</i> : 61.486 citra; <i>Coffee</i> : ±1.000 citra; <i>Wheat</i> : ±3.000; <i>Soybean</i> : ±4.000; <i>Sugarcane</i> : 100 citra; <i>PlantDoc</i> : ±2.500; <i>PaddyDoctor</i> : ±4.000

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
 4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5	[10]	Dataset Padi (citra thermal tanaman padi)	6 kelas penyakit padi (seperti blast, hispa, bercak daun, tanaman sehat, dan lainnya)	636 gambar (447 data latih, 129 data uji, 60 data validasi)
6	[11]	Kendaraan	5 kelas: mobil, truk, motor, sepeda, bus	Total 8.716 gambar (Dataset asli), 16.437 gambar (setelah augmentasi)
7	[12]	Dataset pohon dari gambar fasad bangunan (diambil menggunakan kamera smartphone)	4 kelas: <i>Crape Myrtle</i> , <i>Metasequoia</i> , <i>Camphor</i> , <i>Magnolia</i>	1862 gambar
8	[13]	<i>NB-TCM-CHM</i> Dataset (Dataset 1 & 2)	20 kelas herbal <i>medicine fruits</i>	Dataset 1: 3384 gambar; Dataset 2: 400 gambar
9	[14]	Durian	4 kelas: mentah, setengah matang, matang, terlalu matang	16.000 citra (1000 asli, 15.000 augmentasi)
10	[15]	Dataset citra dan video tandan pisang	9 kelas (3 <i>varietas</i> × 3 <i>grade</i>): <i>Elakki-bale</i> , <i>Pachbale</i> , <i>Rasbale</i> – masing-masing <i>Grade 1</i> , <i>Grade 2</i> , <i>Grade 3</i>	31.678 gambar (<i>Scale 1</i> = 15.946, <i>Scale 2</i> = 15.732) + 547 video

Tabel 2.2 ditunjukkan ringkasan dataset yang digunakan dalam berbagai penelitian terkait klasifikasi citra digital berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN). Dataset yang digunakan mencakup beragam objek seperti buah, daging, daun tanaman, kendaraan, *herbal medicine*, hingga durian dan pisang, dengan jumlah kategori dan jumlah citra yang bervariasi mulai dari ratusan hingga puluhan ribu gambar.

Setiap penelitian menggunakan dataset dengan jumlah kelas yang berbedabeda sesuai karakteristik objek yang diklasifikasikan. Sebagai contoh, penelitian pada



varietas mangga menggunakan 12 kelas varietas dengan jumlah citra lebih dari 12.000 gambar, sementara studi mengenai kualitas daging sapi hanya terdiri dari dua kelas yaitu *fresh* dan *spoiled*. Pada penelitian tomat, dataset dibagi menjadi dua skema yaitu tingkat kematangan dan kualitas, masing-masing terdiri dari dua kelas dengan ribuan citra hasil augmentasi. Penelitian lain seperti klasifikasi penyakit tanaman memanfaatkan dataset besar dengan jumlah kelas sangat banyak, mulai dari 3 hingga 39 kelas, sehingga mencerminkan kompleksitas visual yang lebih tinggi.

Selain itu, terdapat pula penelitian yang menggunakan dataset dengan jumlah kelas menengah hingga tinggi, seperti 20 kelas herbal medicinal fruits, lima kelas kendaraan, empat kelas durian berdasarkan tingkat kematangan, hingga sembilan kelas pisang berdasarkan varietas dan grade kualitas. Variasi jumlah kelas ini menunjukkan bagaimana setiap penelitian menyesuaikan struktur dataset dengan tujuan klasifikasi yang ingin dicapai.

Variasi dalam jumlah kelas dan distribusi dataset memiliki pengaruh signifikan terhadap tantangan dalam pelatihan model CNN. Dataset dengan banyak kelas memerlukan jumlah data yang lebih besar dan representatif untuk memastikan model dapat mengenali pola visual secara konsisten. Sementara dataset dengan kelas sedikit membutuhkan strategi tambahan seperti augmentasi untuk meningkatkan variasi data. Perbedaan sumber dataset, mulai dari dataset publik, kamera smartphone, hingga pengumpulan langsung di lapangan, juga memberikan gambaran mengenai keberagaman kondisi dan kualitas citra yang harus dihadapi model.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Dalam konteks penelitian klasifikasi kelapa berserabut, informasi pada Tabel 2.2 memberikan gambaran penting mengenai bagaimana jumlah kelas dan variasi dataset memengaruhi performa model. Semakin kompleks pembagian kelas, semakin besar kebutuhan terhadap dataset yang representatif agar model mampu mengenali perbedaan pola visual secara konsisten. Oleh karena itu, penggunaan dataset yang cukup besar dan mewakili tiga kelas kualitas kelapa berserabut, yaitu setengah tua (*Immature*), tua (*Mature*), dan rusak (*Reject*), menjadi langkah penting untuk meningkatkan akurasi, stabilitas, serta kemampuan generalisasi model CNN yang dikembangkan dalam penelitian ini.

Tabel 2. 3 Rekomendasi

No	Artikel	Kelebihan	Kekurangan	Saran
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	[6]	Dataset besar (12 kelas), resolusi tinggi, anotasi rapi, mendukung <i>MobileNetV2</i>	Citra hanya dari satu negara, pencahayaan kurang bervariasi	Tambahkan variasi pencahayaan & varietas dari negara lain agar model lebih general.
2	[7]	Dataset cukup besar, <i>MobileNetV2</i> diuji, akurasi tinggi	Hanya 2 kelas & hanya 1 jenis daging	Perlu menambah lebih banyak kelas kualitas dan jenis daging untuk meningkatkan generalisasi model.
3	[8]	Dataset lengkap, variasi kondisi pencahayaan beragam, dan mendukung penggunaan <i>MobileNetV2</i>	Fokus hanya pada tomat dan belum mencakup komoditas buah lainnya	Disarankan menambah objek buah lain serta memperluas variasi kondisi lingkungan agar model lebih general



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
 4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4	[9]	- Model <i>MobileNetV2</i> ditingkatkan dengan <i>SENet</i>, <i>ECA</i>, dan <i>Triplet Attention</i> sehingga akurasi meningkat. - Performa tinggi pada banyak dataset tanaman (hingga 99%). Ringan dan efisien sehingga cocok untuk perangkat terbatas.	- Belum diterapkan khusus pada buah atau kelapa. - Beberapa dataset dunia nyata seperti PlantDoc memiliki akurasi lebih rendah. - Arsitektur lebih kompleks dari <i>MobileNetV2</i> standar.	- Perlu diuji pada komoditas buah atau kelapa berserabut. - Perlu penambahan variasi pencahayaan dan kondisi lingkungan. - Dapat digunakan sebagai acuan pengembangan model klasifikasi buah pada penelitian selanjutnya.
5	[10]	- Menggunakan citra thermal sehingga tetap efektif di kondisi cahaya rendah. - Akurasi tinggi (98,55% untuk plant dataset, 90,04% untuk <i>paddy crop</i>). - Memiliki dataset thermal besar (28 kelas). - Menggunakan CAM untuk menyoroti area penyakit.	- thermal camera sensitif terhadap suhu & kelembaban. - Beberapa kelas sulit dibedakan karena pola thermal mirip. - Kesulitan mendeteksi bercak kecil. mendeteksi bercak kecil.	- Gabungkan thermal + <i>visible images</i> untuk hasil lebih stabil. - Lakukan preprocessing untuk mengurangi <i>noise</i> suhu. - Perlu dataset lebih luas dari kondisi lingkungan berbeda. - Coba model yang lebih kuat seperti <i>EfficientNet</i> / <i>ViT</i>.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
6	[11]	Menggunakan <i>MobileNetV2</i> yang efisien, dataset besar, evaluasi lengkap (<i>confusion matrix</i> , <i>F1</i> , <i>AUC</i>)	Beberapa kelas sulit dibedakan (mobil–bus–truk), kondisi pencahayaan terbatas, variasi dataset tidak merata	Perlu penambahan data dari kondisi malam/hujan, augmentasi lebih variatif, dan perbaikan balancing antar kelas
7	[12]	Menguji banyak model transfer learning termasuk <i>MobileNetV2</i> . Dataset nyata dengan latar fasad bangunan menghasilkan variasi yang kaya. Akurasi tinggi dengan model <i>InceptionV3</i> .	Jumlah data per kelas tidak seimbang, beberapa gambar memiliki latar belakang kompleks yang mengganggu identifikasi daun. <i>MobileNetV2</i> kurang akurat dibanding model lain.	Perlu penyeimbangan dataset, peningkatan kualitas segmentasi area daun, dan menguji versi <i>MobileNetV3</i> atau <i>EfficientNet</i> untuk performa lebih baik.
8	[13]	Dataset sangat lengkap (20 kelas), gambar beranotasi ahli, dan pengujian banyak model termasuk <i>MobileNetV2</i> .	Jumlah data per kelas tidak seimbang; hanya fokus pada herbal medicine, bukan buah konsumsi.	Perlu penyeimbangan dataset, penambahan variasi objek, dan pengujian lanjutan pada skenario dunia nyata.
9	[14]	- Akurasi <i>MobileNetV2</i> tinggi (95,50%). - Dataset besar dan terstruktur (16.000 citra). - Menggunakan multimodal (citra + teks) untuk hasil lebih akurat.	- Dataset diambil dari satu kebun saja sehingga kurang bervariasi. - Model multimodal relatif berat untuk perangkat berspesifikasi rendah. - Belum diuji secara langsung pada kondisi lapang (<i>real field</i>).	- Tambahkan variasi dataset dari lokasi, kondisi pencahayaan, dan kamera berbeda. - Lakukan pengujian langsung di lapangan. - Terapkan kompresi model atau gunakan <i>MobileNetV3</i> untuk implementasi mobile.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
 4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		- Evaluasi model lengkap dan komprehensif.		
10	[15]	- Dataset sangat besar (31.678 gambar). - Menggunakan banyak variasi kondisi nyata (cahaya, posisi, latar). - Memiliki 9 kelas yang mendukung klasifikasi kompleks. - Evaluasi baseline menggunakan <i>MobileNetV2</i> dengan akurasi tinggi (98,66%).	- Hanya berfokus pada 3 varietas pisang dari satu wilayah (<i>Mysuru</i>). - Pengambilan data sulit karena ukuran tandan besar. - Tidak membahas implementasi aplikasi atau model real-time.	- Perlu memperluas dataset ke lebih banyak varietas dan lokasi. - Dapat menguji model pada kondisi lapangan secara langsung. - Mempertimbangkan pengembangan aplikasi atau sistem klasifikasi berbasis mobile.

Tabel 2.3 disajikan ulasan mengenai kelebihan, kekurangan, dan rekomendasi yang diperoleh dari berbagai penelitian terdahulu terkait penggunaan arsitektur *MobileNetV2* beserta model-model CNN lainnya dalam klasifikasi citra digital. Kajian ini memberikan gambaran mengenai efektivitas model deep learning dalam menyelesaikan berbagai permasalahan klasifikasi, baik pada objek pertanian, produk pangan, maupun objek visual umum seperti kendaraan dan tanaman herbal.

Setiap penelitian menunjukkan karakteristik yang berbeda-beda, baik dari sisi kompleksitas data, jumlah kelas, teknik pengolahan citra, maupun arsitektur model yang digunakan. Beberapa penelitian menegaskan bahwa *MobileNetV2* memiliki kelebihan dalam efisiensi komputasi dan kecepatan pemrosesan, sehingga cocok



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

digunakan pada perangkat dengan sumber daya terbatas atau aplikasi mobile. Model ini terbukti mampu menghasilkan akurasi yang tinggi meskipun digunakan pada dataset besar maupun dataset dengan variasi pencahayaan terbatas. Selain itu, penelitian yang mengembangkan varian *MobileNetV2* dengan menambahkan *SENet*, *ECA*, atau *Triplet Attention* juga berhasil meningkatkan performa model secara signifikan.

Namun, sejumlah penelitian juga mengungkapkan beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan, seperti keterbatasan variasi dataset, ketidakseimbangan jumlah data per kelas, atau kondisi pencahayaan yang kurang beragam. Beberapa studi masih menggunakan dataset dengan cakupan kelas yang sempit atau berasal dari satu lokasi saja, sehingga mengurangi kemampuan model untuk melakukan generalisasi pada kondisi dunia nyata. Tantangan lainnya meliputi kesulitan model dalam membedakan kelas yang memiliki kemiripan visual tinggi, seperti varietas buah, tingkat kematangan, atau jenis tanaman dengan pola daun serupa.

Menyikapi berbagai kelebihan dan kekurangan tersebut, Tabel 2.3 juga memberikan sejumlah saran yang dapat menjadi acuan bagi penelitian berikutnya. Rekomendasi tersebut mencakup perlunya penambahan variasi pencahayaan, penyeimbangan dataset, perluasan cakupan objek, pengujian lapangan secara langsung, serta pengembangan model yang lebih ringan dan adaptif untuk implementasi real-time. Beberapa penelitian juga menyarankan pengujian arsitektur alternatif seperti *EfficientNet* atau *MobileNetV3* untuk mendapatkan performa yang lebih baik pada kondisi tertentu.

Dalam konteks penelitian ini, rekomendasi yang disajikan pada Tabel 2.3 menjadi dasar penting untuk memperkuat metodologi yang digunakan. Dengan



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

memperhatikan saran-saran tersebut seperti memperluas variasi dataset, meningkatkan kualitas citra, dan melakukan pengujian lapangan, penelitian ini bertujuan menghasilkan model klasifikasi kelapa berserabut yang lebih akurat, efisien, dan dapat diterapkan secara praktis pada proses sortasi di dunia nyata.

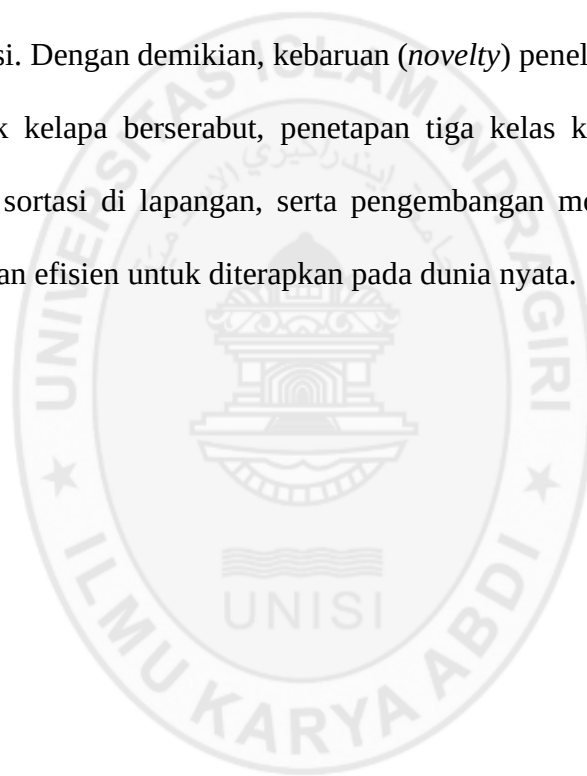
2.2 Rangkuman

Berdasarkan tinjauan literatur yang telah dilakukan, diketahui bahwa berbagai penelitian sebelumnya telah berhasil menerapkan *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk klasifikasi citra pada beragam objek seperti buah, tanaman, daging, herbal, hingga kendaraan. Mayoritas penelitian tersebut berfokus pada pengenalan tingkat kematangan, penentuan kualitas, atau identifikasi penyakit dengan memanfaatkan arsitektur CNN populer, termasuk *MobileNetV2*. Arsitektur ini terbukti ringan, efisien, dan mampu menangani objek dengan tekstur visual yang kompleks. Hasil penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa *MobileNetV2* mampu mencapai tingkat akurasi yang tinggi meskipun diterapkan pada kondisi pencahayaan dan variasi dataset yang berbeda-beda.

Namun demikian, hasil kajian literatur menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*). Sebagian besar penelitian terdahulu belum secara spesifik membahas komoditas kelapa dalam kondisi berserabut, dan objek penelitian umumnya hanya diklasifikasikan ke dalam dua atau tiga kelas yang bersifat umum, seperti matang dan tidak matang atau segar dan rusak. Selain itu, penelitian yang memanfaatkan *MobileNetV2* lebih banyak difokuskan pada komoditas lain seperti tomat, durian, padi, atau mangga, sehingga kajian terhadap kelapa lokal berserabut yang memiliki karakteristik visual lebih kompleks masih sangat terbatas.



Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini diposisikan untuk mengisi celah penelitian dengan mengembangkan model klasifikasi berbasis *MobileNetV2* yang secara khusus dirancang untuk mengidentifikasi kualitas kelapa lokal dalam kondisi berserabut ke dalam tiga kelas kualitas, yaitu setengah tua (*Immature*), tua (*Mature*), dan rusak (*Reject*). Penelitian ini menekankan pada pemanfaatan perbedaan warna, tekstur, dan kondisi serabut sebagai ciri visual utama dalam proses klasifikasi. Dengan demikian, kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pemilihan objek kelapa berserabut, penetapan tiga kelas kualitas yang relevan dengan praktik sortasi di lapangan, serta pengembangan model klasifikasi yang lebih aplikatif dan efisien untuk diterapkan pada dunia nyata.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.