

Tinjauan Literatur Sistematis (SLR) Klasifikasi Kematangan Buah Sawit Berdasarkan Citra Warna Menggunakan Algoritma SVM Dan KNN

Ade Suriani¹, Lisnawita²

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning
^{1,2,3}Jl. Yos Sudarso KM. 8 Rumbai, Pekanbaru, Riau, telp. 0811 753 2015
e-mail: ¹adesuriani464@gmail.com, ²Lisnawita@unilak.ac.id

Abstrak

Kelapa sawit merupakan komoditas utama dalam perekonomian Indonesia, dengan produksi Crude Palm Oil (CPO) yang mencapai 45,5 juta ton pada tahun 2022 dan luas perkebunan sebesar 16,38 juta hektar. Penentuan kematangan buah sawit sangat penting dalam menghasilkan kualitas CPO yang tinggi, namun metode konvensional yang subjektif sering kali kurang akurat dan menimbulkan kerugian. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur sistematis dalam mengkaji metode klasifikasi kematangan buah sawit berbasis pengolahan citra digital, khususnya menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbor (KNN). Hasil studi menunjukkan bahwa kedua algoritma ini memiliki kelebihan masing-masing; SVM terbukti memiliki akurasi tinggi pada klasifikasi multiclass, sedangkan KNN unggul dalam kesederhanaan dan efektivitasnya pada dataset besar. Faktor kualitas citra dan jumlah dataset juga mempengaruhi akurasi klasifikasi. Dengan pemanfaatan teknologi pengolahan citra, klasifikasi kematangan sawit dapat dilakukan secara lebih objektif, efisien, dan konsisten, sehingga diharapkan dapat meningkatkan produktivitas serta kualitas ekspor minyak kelapa sawit

Kata Kunci: citra warna, klasifikasi, buah sawit, tinjauan literatur sistematis.

Abstract

Palm oil is a key commodity in Indonesia's economy, with Crude Palm Oil (CPO) production reaching 45.5 million tons in 2022 and a plantation area of 16.38 million hectares. Determining the ripeness of palm fruit is essential for achieving high-quality CPO; however, conventional methods, which are often subjective, tend to lack accuracy and lead to losses. This study aims to conduct a systematic literature review to explore digital image processing-based methods for classifying palm fruit ripeness, specifically using Support Vector Machine (SVM) and K-Nearest Neighbor (KNN) algorithms. The findings indicate that each algorithm has its own advantages: SVM demonstrates high accuracy in multiclass classification, while KNN excels in simplicity and effectiveness with large datasets. Image quality and dataset size also influence classification accuracy. Through the application of image processing technology, palm fruit ripeness classification can be performed more objectively, efficiently, and consistently, potentially boosting productivity and export quality of palm oil.

Keywords: color imagery; classification of sawit fruit ripeness; systematic literature review.

1. PENDAHULUAN

Buah kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang sangat penting bagi perekonomian Indonesia. Sebagai sumber utama minyak kelapa sawit atau Crude Palm Oil (CPO), Indonesia menempati posisi teratas di dunia, dengan produksi mencapai 45,5 juta ton CPO per tahun pada 2022 dan luas perkebunan sebesar 16,38 juta hektar. Minyak kelapa sawit dan produk turunannya merupakan komoditas ekspor utama yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional. Pada tahun 2018, Indonesia tercatat sebagai pengeksportir minyak kelapa sawit terbesar di dunia [1].

Penentuan kematangan buah sawit menjadi sangat penting karena berpengaruh pada kualitas minyak yang dihasilkan. Buah sawit yang dipanen pada waktu yang tepat akan menghasilkan minyak dengan kualitas optimal, sedangkan buah yang terlalu muda atau terlalu matang dapat menurunkan kualitas CPO. Kualitas minyak yang buruk dapat berdampak negatif pada nilai ekspor dan pendapatan petani. Saat ini, metode konvensional yang digunakan untuk menentukan tingkat kematangan buah sawit, seperti pengamatan perubahan warna dan jumlah berondolan yang jatuh, bersifat subjektif dan rentan terhadap kesalahan. Metode manual ini dapat menyebabkan buah mentah terbawa ke pabrik, sehingga mengakibatkan kerugian karena buah tersebut tidak dapat diolah menjadi minyak [2].

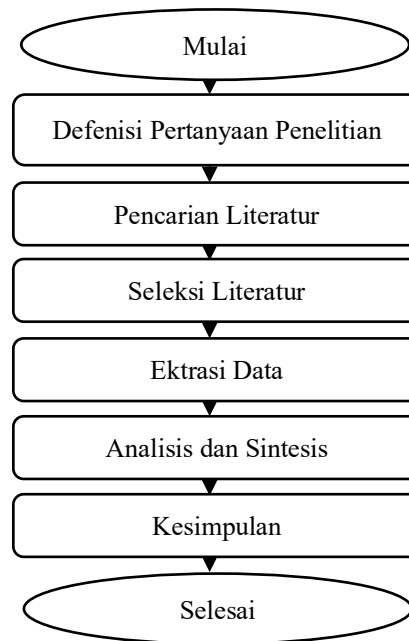
Untuk mengatasi masalah ini, teknologi pengolahan citra digital menawarkan solusi yang lebih objektif dan akurat. Fitur warna pada buah sawit berubah seiring tingkat kematangannya, sehingga analisis citra digital dapat digunakan untuk mengklasifikasikan kematangan buah sawit dengan lebih efisien [3]. Pengolahan citra merupakan proses yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra agar lebih mudah dimengerti oleh manusia atau komputer, dengan keuntungan seperti kecepatan, tidak merusak objek, dan biaya yang relatif murah [4].

Metode klasifikasi menggunakan Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbor (KNN) adalah pendekatan yang efektif dalam klasifikasi citra. SVM dikenal sangat andal dalam menangani klasifikasi dengan batasan yang kompleks dan memiliki kemampuan untuk bekerja pada dataset berukuran kecil hingga menengah dengan akurasi yang tinggi, baik dalam dua kelas maupun multiclass [5]. Di sisi lain, KNN merupakan algoritma yang mudah diterapkan dan efektif untuk dataset berukuran besar, terutama dalam lingkungan data yang memiliki noise, karena dapat mengklasifikasikan data berdasarkan kedekatan jarak antar data [6]. Selain itu Peneliti [7-11] juga sudah pernah melakukan penelitian berkaitan, sehingga Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur sistematis (Systematic Literature Review - SLR) guna mempelajari berbagai cara mengklasifikasikan tingkat kematangan buah sawit dengan analisis citra warna sebagai langkah untuk memahami teknik klasifikasi menggunakan metode SVM dan KNN

2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.

1. Mulai
 2. Definisi Pertanyaan Penelitian dengan Menetapkan tujuan penelitian yang ingin dijawab.
 3. Pencarian Literatur dari Google Scholar
 4. Seleksi Literatur dengan memilih literatur yang relevan
 5. Ekstraksi Data dengan mengambil informasi penting dari setiap literatur yang terpilih seperti, metode klasifikasi yang digunakan, hasil akurasi, dataset yang digunakan.
 6. Analisis dan Sintesis dengan menganalisis dan menyatukan informasi dari berbagai literatur untuk mendapatkan gambaran umum.
 7. Kesimpulan dengan menyimpulkan temuan utama dari tinjauan literatur, termasuk kelebihan, kekurangan, dan peluang penelitian di masa depan.
-



Gambar 1. Tahapan penelitian

3. HASIL

Survei ini bertujuan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah sawit berdasarkan citra warna menggunakan algoritma SVM dan KNN. Dalam survei ini, kami mengumpulkan informasi tentang Algoritma SVM dan KNN. Berdasarkan hasil survei, algoritma SVM dan KNN rekapitulasi hasil review seperti yang tertera pada Table 3.1.

Tabel 1. Hasil Rekapitulasi Review Artikel Ilmiah

No	Tahun	Judul	Nama Penulis	Metode	Kelebihan	kekurangan	Hasil	Akurasi
1.	2018	Evaluasi Model Warna Tandan Buah Segar Kelapa Sawit Klasifikasi Kemata ngan	Nurbaity Sabri, Zaidah Ibrahim, Dan Dino Isa	Support Vector Machine (SVM) multi-kelas	Menggunakan berbagai model warna untuk meningkatkan akurasi klasifikasi kematangan . SVM menunjukkan hasil identifikasi yang lebih baik dibandingka	Jaringan Syaraf Tiruan (JST) membutuhkan waktu pemrosesan yang lama dan dapat mengalami masalah over-fitting.	YCbCr dan YUV menggunakan model warna lainnya dalam klasifikasi kemata ngan TBS kelapa sawit.	, YCbCr dan YUV menunjukkan akurasi mencapai 98.9%

No	Tahun	Judul	Nama Penulis	Metode	Kelebihan	kekurangan	Hasil	Akurasi
					n dengan pengklasifikasi lain seperti Jaringan Syaraf Tiruan (JST).			
2.	2023	Klasifikasi Kematangan Buah Sawit Berdasarkan Fitur Warna, Bentuk dan Tekstur Menggunakan Algoritma K-NN	Safrida Ika Guslianto, Shofwatul 'Uyun	<i>K-Nearest Neighbors</i> (K-NN)	Penelitian ini membandingkan berbagai fitur (warna, bentuk, dan tekstur) untuk menentukan fitur terbaik dalam klasifikasi kematangan buah sawit. Dan Menggunakan data yang cukup besar (230 citra) untuk pelatihan dan pengujian.	Hasil akurasi dapat dipengaruhi oleh kualitas citra dan kondisi lingkungan saat pengambilan gambar. Dan Penelitian ini mungkin tidak mencakup semua variasi dalam citra buah sawit yang ada di lapangan.	Fitur terbaik untuk klasifikasi kematangan buah sawit adalah fitur warna dengan akurasi tertinggi.	Fitur Warna: 96.6% (dengan K = 1, 3, 4, 5, dan 7) Fitur Bentuk: 73.3% (dengan K = 1) Fitur Tekstur: 66% (dengan K = 6)
3.	2022	Klasifikasi Jenis Buah Pisang Berdasarkan Citra Warna dengan Metode SVM	Yusuf Amrozi, Dian Yuliati, Agung Susilo, Nur Novianto, dan Rikza Ramadhani	<i>Support Vector Machine</i> (SVM)	Algoritma SVM menunjukkan hasil yang baik dalam klasifikasi jenis pisang dengan akurasi yang tinggi. Dan dapat memberikan jaminan	Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan akurasi yang kurang memuaskan, yang disebabkan oleh metode dan proses yang kurang tepat. Dan	Penelitian ini berhasil mengklasifikasi jenis pisang menjadi dua kategori yaitu Pisang	Dari penelitian ini, hasil akurasi yang diperoleh adalah True Positive (TP) = 0,82, False Positive (FP) =

No	Tahun	Judul	Nama Penulis	Metode	Kelebihan	kekurangan	Hasil	Akurasi
					mutu atas produk yang dihasilkan oleh petani.	Penelitian lain menunjukkan akurasi yang bervariasi tergantung pada fitur yang digunakan (misalnya, fitur warna, tekstur, dan bentuk).	Ambon dan Pisang Lady Finger. Dan Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma SVM cukup baik untuk klasifikasi.	0,18, False Negative (FN) = 0,02, dan True Negative (TN) = 0,98, yang menunjukkan bahwa algoritma SVM efektif dalam klasifikasi jenis pisang.
4.	2024	Klasifikasi Kematan Buah Alpukat Mentega Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Support Vector Machine (SVM)	Amir Hamzah, Erma Susanti, Ria Mega Lestari	Support Vector Machine (SVM)	Penggunaan jumlah fitur yang lebih banyak (gabungan RGB dan HSV serta fitur statistik dari RGB) terbukti memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan jumlah fitur yang lebih sedikit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SVM memiliki akurasi klasifikasi yang lebih	Penelitian sebelumnya yang menggunakan metode k-NN menunjukkan akurasi yang lebih rendah, sehingga menunjukkan bahwa ada ruang untuk perbaikan dalam metode klasifikasi yang lain. Dan menyarankan perlunya penelitian lebih lanjut dengan membandingkan berbagai algoritma klasifikasi lain.	Penggunaan dataset yang lebih banyak terbukti menghasilkan kinerja klasifikasi yang lebih baik. Hasil akurasi untuk buah matang lebih tinggi dibandingkan dengan buah mentah atau busuk	Dataset-1: Akurasi 86%, presisi 90%, recall 86%. Dataset-2: Akurasi 85%, presisi 84%, recall 85%.

No	Tahun	Judul	Nama Penulis	Metode	Kelebihan	kekurangan	Hasil	Akurasi
					tinggi dibandingkan dengan metode k-NN dan Naïve Bayes.			
5.	2019	Klasifikasi Kemata ngan Buah Jeruk Berdasa rkan Fitur Warna Menggu nakan Metode SVM	Muchamad Arief	<i>Support Vector Machine</i> (SVM)	Menggunakan fitur warna RGA untuk ekstraksi ciri citra, yang dapat memberika n informasi yang relevan untuk klasifikasi kematanga. Dan mampu mencapai akurasi yang cukup tinggi dalam klasifikasi	Penelitian ini hanya mengklasifik asikan dua kelas (matang dan mentah), sehingga ada potensi untuk memperbany ak kelas (misalnya, setengah matang) untuk hasil yang lebih komprehensi f	Peneliti an ini berhasil mengkl asifikasi kemata ngan buah jeruk dengan menggu nakan metode SVM dan menunj ukan hasil yang memua skan	Akurasi yang diperoleh adalah 80% dari 100 citra jeruk yang diuji
6.	2020	Klasifikasi Kemata ngan Buah Tomat Dengan Variasi Model Warna Menggu nakan Support Vector Machin e	Nica Astrianda	<i>Support Vector Machine</i> (SVM)	Menggunakan teknologi informasi untuk mengidentif ikasi kematangan buah secara otomatis, mengurangi kesalahan manusia yang disebabkan oleh kelelahan dan kurangnya pengalaman dan	Proses pengambilan gambar harus mempertimb angkan derau dan kompleksitas latar belakang, yang dapat mempengaruhi hasil klasifikasi. Dan Terdapat kemungkinan variasi dalam model yang dapat mempengaruhi	Peneliti an ini berhasil mengkl asifikasi kemata ngan tomat menjadi dua kelas, yaitu kelas matang dan kelas mentah, dengan menggu	Hasil akurasi dari penelitian ini menunjuk kan perbedaan berdasark an model warna yang digunakan. Berikut adalah hasil akurasi yang diperoleh:

No	Tahun	Judul	Nama Penulis	Metode	Kelebihan	kekurangan	Hasil	Akurasi
					Memungkinkan pengolahan citra yang lebih baik dengan preprosessing untuk meningkatkan kualitas gambar	hi akurasi jika proporsi data pelatihan dan pengujian tidak seimbang	nakan model warna yang berbeda .	Model warna HSV : 95%, Model warna YCbCr: 74% dan Model warna CIE Lab: 100%
7.	2023	Klasifikasi Kematangan Buah Naga Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Algoritma Multi-Class Support Vector Machine	Ismail, Nurhikma Arifin, dan Prihastinur	Multi-Class Support Vector Machine (SVM)	Algoritma SVM menunjukkan akurasi yang tinggi dalam klasifikasi kematangan buah, Menggunakan pengolahan citra untuk mengurangi subjektivitas dalam penilaian kematangan oleh petani dan Mampu mengklasifikasi buah naga menjadi tiga kategori kematangan secara otomatis dan konsisten.	Klasifikasi buah naga lebih sulit dibandingkan dengan buah lain karena variasi jenis dan kemiripan warna kulit, Kesalahan klasifikasi dapat terjadi pada citra buah naga matang dan setengah matang karena kedekatan nilai warna.	Penelitian ini berhasil mengklasifikasi tingkat kematangan buah naga menjadi tiga kelas: belum matang, setengah matang, dan matang.	Tingkat akurasi klasifikasi yang diperoleh adalah sebesar 86,67%
8.	2024	Klasifikasi Tingkat Kematangan	Irma1, Mutmainnah Muchtar, Rabiah Adawiya	Support Vector Machine (SVM)	Penggunaan kombinasi fitur (mean, variance, range) yang meningkatk	Terdapat kesalahan klasifikasi pada satu citra kelas matang yang	Penelitian menunjukkan bahwa metode	Akurasi tertinggi yang dicapai adalah 98,33%

No	Tahun	Judul	Nama Penulis	Metode	Kelebihan	kekurangan	Hasil	Akurasi
		Cabai Merah Keriting Menggunkan Svm Multiclasifikasi Berdasarkan Ekstraksi Fitur Warna	h, dan Sarimudin		an akurasi klasifikasi.	terklasifikasi sebagai kelas setengah matang, yang mungkin disebabkan oleh kemiripan visual dan pencahayaan yang kurang baik.	SVM multiclass dapat secara efektif mengklasifikasi citra cabai merah keriting berdasarkan tiga kelas kematangan: matang, mentah, dan setengah matang.	dalam pengujian menggunakan metode 10-fold cross validation
9.	2019	Klasifikasi Jeruk Nipis Terhadap Tingkat Kematangan Buah Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan K-Nearest Neighbor	Cinantya Paramita, Eko Hari Rachmawanto, Christy Atika Sari, Dan De Rosal Ignatius Moses Setiadi	K-Nearest Neighbor (K-NN)	Algoritma K-NN sederhana dan efektif untuk klasifikasi. Dapat mencapai akurasi tinggi dalam klasifikasi tingkat kematangan jeruk nipis berdasarkan fitur warna.	Kinerja K-NN dapat dipengaruhi oleh pemilihan nilai K yang tidak tepat. Memerlukan data latih yang cukup untuk menghasilkan model yang akurat.	Penelitian menunjukkan bahwa ekstraksi fitur menggunakan mean RGB dan metode K-NN dapat diterapkan untuk mengklasifikasi jeruk nipis berdasarkan tingkat	Akurasi terbaik yang dicapai adalah 92% saat menggunakan Euclidean Distance dengan nilai K=7 dan K=3. Menggunakan Cityblock Distance, akurasi yang diperoleh adalah 88% dengan nilai K=3 dan K=1.

No	Tahun	Judul	Nama Penulis	Metode	Kelebihan	kekurangan	Hasil	Akurasi
							kemata nganny a.	
10.	2019	Klasifikasi Kemata ngan Buah Mangga Berdaskan Citra HSV dengan KNN	Husnul Khotimah, Nur Nafi'iyah, dan Masrur	<i>K-Nearest Neighbors</i> (KNN)	penggunaan citra HSV yang lebih efektif dalam mendeteksi warna dibandingkan citra RGB, serta pencapaian akurasi tertinggi sebesar 80% dengan nilai $k=2$, yang menunjukkan keandalan metode KNN dalam klasifikasi kematangan mangga	variasi akurasi yang signifikan (rata-rata 55%) tergantung pada nilai k yang dipilih, serta ketergantungan pada kualitas data latih yang dapat mempengaruhi hasil klasifikasi. Selain itu, proses pengolahan citra yang kompleks dan keterbatasan dalam klasifikasi jenis buah lain juga menjadi tantangan yang perlu diperhatikan.	Penelitian ini berhasil mengklasifikasi kematangan buah mangga menjadi empat kelas: mentah, cukup matang, dan sangat matang.	Akurasi tertinggi yang dicapai adalah 80% dengan $k=2$, sementara rata-rata akurasi dari pengujian data testing adalah 55%.
11.	2021	Klasifikasi Tingkat Kemata ngan Pisang Berdaskan Ekstraksi Fitur Tekstur dan	Rifki Kosasih	<i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN)	Algoritma KNN tidak memerlukan pengetahuan tentang distribusi data, sehingga dapat digunakan untuk klasifikasi	Klasifikasi dapat menjadi kompleks jika jumlah kelas yang digunakan terlalu banyak. Hasil akurasi dapat dipengaruhi oleh kualitas	Penelitian menunjukkan bahwa metode ekstraksi fitur tekstur dapat digunakan untuk	Tingkat akurasi klasifikasi yang diperoleh adalah sebesar 88,89%

No	Tahun	Judul	Nama Penulis	Metode	Kelebihan	kekurangan	Hasil	Akurasi
		Algoritme KNN			yang lebih fleksibel. Ekstraksi fitur tekstur memberikan parameter yang relevan untuk menentukan tingkat kematangan buah pisang.	dan variasi citra yang digunakan dalam dataset.	mengklasifikasi tingkat kematangan pisang dengan baik, dan algoritma KNN efektif dalam melakukan klasifikasi.	
12.	2024	Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Paprika Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berdasarkan Warna RGB Melalui Aplikasi MATLAB	Hafizhia di Rizki Cahyaputra, dan Reni Rahmadewi	K-Nearest Neighbor (KNN)	Mampu mengklasifikasi tingkat kematangan buah paprika dengan akurasi yang tinggi dan Menggunakan metode pengolahan citra yang dapat membantu petani dalam menentukan kualitas paprika.	Terdapat kemiripan warna antara kelas setengah matang dan hampir matang, yang dapat menyebabkan kesalahan klasifikasi dan Kurangnya jumlah dan kualitas dataset yang digunakan dapat mempengaruhi akurasi klasifikasi. Dalam penelitian ini, hanya 20 citra yang digunakan untuk pengujian, yang mungkin	Sistem yang dikembangkan menunjukkan bahwa klasifikasi tingkat kematangan buah paprika dapat dilakukan dengan baik menggunakan metode KNN.	Akurasi maksimum yang dicapai adalah 90% ketika menggunakan $k = 5$

No	Tahun	Judul	Nama Penulis	Metode	Kelebihan	kekurangan	Hasil	Akurasi
						tidak cukup untuk menghasilkan model yang robust		

Dari hasil literatur sistematis yang telah dilakukan terdapat pertanyaan penelitian (Research Question/RQ) yang dibuat untuk mengidentifikasi masalah penelitian sebagian berikut: 1) RQ1: Bagaimana mengklasifikasikan buah sawit berdasarkan tingkat kematangannya menggunakan citra warna buah sawit 2) RQ2: Bagaimana menentukan akurasi terhadap perbandingan metode Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk menentukan tingkat kematangan buah sawit. RQ3: Bagaimana pengaruh kualitas citra dan jumlah dataset terhadap akurasi klasifikasi tingkat kematangan buah?

1. RQ1: Bagaimana mengklasifikasikan buah sawit berdasarkan tingkat kematangannya menggunakan citra warna buah sawit?

Metode dan fitur warna: Dari berbagai jurnal, metode SVM dan KNN adalah dua algoritma utama yang digunakan dalam klasifikasi kematangan buah berbasis citra, termasuk buah sawit. Beberapa penelitian lain juga menunjukkan keberhasilan klasifikasi kematangan buah-buahan lain dengan model warna seperti YCbCr, HSV, dan RGB. Sebagai contoh, penelitian oleh Muchammad Arief (2019) dan Nica Astrianda (2020) menunjukkan bahwa pemilihan fitur warna yang tepat (seperti RGB, HSV, dan YCbCr) memengaruhi keberhasilan klasifikasi berbagai jenis buah. Fitur warna seperti RGB, HSV, dan YCbCr dapat diadaptasi untuk klasifikasi kematangan buah sawit.

2. RQ2: Bagaimana menentukan akurasi terhadap perbandingan metode Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk menentukan tingkat kematangan buah sawit?

Perbandingan akurasi metode: Dalam beberapa jurnal, SVM sering kali menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan KNN, terutama dalam klasifikasi dengan lebih dari dua kelas kematangan. Misalnya, penelitian Nurbaity Sabri et al. (2018) melaporkan bahwa SVM memberikan akurasi 98.9% dalam klasifikasi kematangan sawit. Di sisi lain, penelitian Cinantya Paramita et al. (2019) menunjukkan bahwa KNN dapat menghasilkan akurasi tinggi dengan data yang cukup besar dan pemilihan nilai K yang tepat, seperti mencapai 92% pada jeruk nipis. Sementara KNN sederhana dan efektif, SVM terbukti unggul untuk data dengan lebih banyak variasi warna dan kelas, serta memberikan kinerja yang lebih konsisten dalam klasifikasi.

3. RQ3: Bagaimana pengaruh kualitas citra dan jumlah dataset terhadap akurasi klasifikasi tingkat kematangan buah?

Pengaruh kualitas citra dan dataset: Banyak penulis mengindikasikan bahwa kualitas citra (termasuk resolusi dan kondisi pengambilan gambar) serta ukuran dataset berpengaruh signifikan pada hasil akurasi klasifikasi. Safrida Ika Guslianto et al. (2023) menyebutkan bahwa kualitas citra dan kondisi lingkungan seperti pencahayaan memengaruhi akurasi KNN pada buah sawit. Amir Hamzah et al. (2024) juga mencatat bahwa peningkatan dataset

secara umum dapat memperbaiki kinerja SVM dalam klasifikasi buah alpukat. Dengan dataset yang lebih besar, model dapat lebih akurat mengenali variasi dalam tingkat kematangan, dan kualitas citra yang baik juga membantu model dalam mendeteksi fitur warna secara lebih konsisten.

PEMBAHASAN

Berbagai studi telah dilakukan untuk menentukan tingkat kematangan buah menggunakan metode berbasis citra. Algoritma yang sering digunakan dalam penelitian ini adalah Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbors (KNN). SVM terbukti unggul dalam memberikan akurasi tinggi, seperti pada klasifikasi kematangan kelapa sawit (98,9%), alpukat mentega (85%-86%), tomat (95%-100%), dan buah naga (86,67%). Sementara itu, KNN juga menunjukkan kinerja yang baik, misalnya pada jeruk nipis (92%), paprika (88%), dan pisang (88,89%), meskipun akurasinya sangat dipengaruhi oleh kualitas citra dan jumlah data. SVM dikenal lebih stabil dalam mempertahankan akurasi dengan berbagai fitur, sedangkan KNN lebih sederhana tetapi sensitif terhadap pemilihan nilai parameter K. Secara keseluruhan, pemanfaatan metode pengolahan citra dapat meningkatkan objektivitas dalam mengklasifikasikan kematangan buah, asalkan didukung dengan dataset yang memadai dan fitur yang relevan.

4. KESIMPULAN

Kelapa sawit adalah komoditas penting bagi ekonomi Indonesia, dengan produksi Crude Palm Oil (CPO) yang signifikan dan luas perkebunan yang mencapai 16,38 juta hektar pada 2022. Kematangan buah sawit memainkan peran krusial dalam menentukan kualitas minyak, di mana panen yang tepat waktu menghasilkan CPO berkualitas tinggi, sementara metode konvensional yang subjektif sering kali kurang akurat dan dapat menyebabkan kerugian. Untuk mengatasi masalah ini, teknologi pengolahan citra digital dan algoritma seperti Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbor (KNN) diperkenalkan sebagai solusi yang lebih objektif dan efisien. Dengan memanfaatkan fitur warna buah sawit dalam klasifikasi, sistem berbasis SVM dan KNN diharapkan mampu meningkatkan akurasi, konsistensi, dan efisiensi proses penentuan kematangan, sehingga mendukung produktivitas dan kualitas minyak sawit

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. K. Parinduri, R. Rosnelly, A. Purnama, A. Sihotang, And M. C. Adelina, "Perbandingan Algoritma Support Vector Machine Dan K-Nearest Neighbors Pada Kematangan Buah Sawit," *Device*, Vol. 13, No. 2, Pp. 147–155, 2023.
 - [2] E. F. Himmah, M. Widyaningsih, And M. Maysaroh, "Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Warna Rgb Dan Hsv Menggunakan Metode K-Means Clustering," *Jurnal Sains Dan Informatika*, Vol. 6, No. 2, Pp. 193–202, 2020.
 - [3] R. Kurniawan, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Sawit Berdasarkan Ekstraksi Fitur Rgb Dan Glcm Menggunakan Algoritma K-Nn," *Jurnal Ilmiah Komputasi*, Vol. 22, No. 4, Pp. 457–466, 2023.
 - [4] A. Ritonga, I. S. Nasution, And A. A. Munawar, "Klasifikasi Kematangan Tandan Buah Segar Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Menggunakan Pengolahan Citra Digital," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, Vol. 8, No. 3, 2023.
-

- [5] M. Arief, "Klasifikasi Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Svm," *Journal Of Computer Science And Visual Communication Design*, Vol. 4, No. 1, Pp. 9–16, 2019.
- [6] J. Saputra, Y. Sa'adati, V. Y. P. Ardhana, And M. Afriansyah, "Klasifikasi Kematangan Buah Alpukat Mentega Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berdasarkan Warna Kulit Buah," *Resolusi: Rekayasa Teknik Informatika Dan Informasi*, Vol. 3, No. 5, Pp. 196–203, 2023.
- [7] M. L. Laia And Y. Setyawan, "Perbandingan Hasil Klasifikasi Curah Hujan Menggunakan Metode Svm Dan Nbc," *Jurnal Statistika Industri Dan Komputasi*, Vol. 5, No. 02, Pp. 51–61, 2020.
- [8] H. Khotimah And N. Nafi'iyah, "Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Citra Hsv Dengan Knn," *Jurnal Elektronika Listrik Dan Teknologi Informasi Terapan*, Vol. 1, No. 2, Pp. 1–4, 2019.
- [9] S. Ratna, "Pengolahan Citra Digital Dan Histogram Dengan Phytion Dan Text Editor Phycharm," *Technologia: Jurnal Ilmiah*, Vol. 11, No. 3, Pp. 181–186, 2020.
- [10] N. Astrianda, "Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Variasi Model Warna Menggunakan Support Vector Machine," *Vocatech: Vocational Education And Technology Journal*, Vol. 1, No. 2, Pp. 110–117, 2020.
- [11] M. Muchtar And R. A. Muchtar, "Perbandingan Metode Knn Dan Svm Dalam Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Citra Hsv Dan Fitur Statistik," *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, Vol. 12, No. 2, 2024.

