

**PERBANDINGAN METODE NAÏVE BAYES DAN RANDOM
FOREST DALAM KLASIFIKASI BUAH PINANG
BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN**

SKRIPSI



OLEH
SALAM PATULUS RAHMAT TAMBUNAN
2255201040

TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
2026

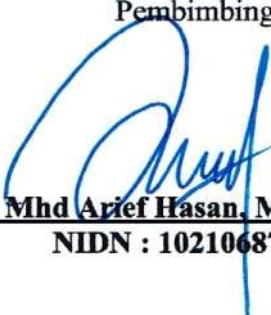
HALAMAN PERSETUJUAN

Nama : SALAM PATULUS RAHMAT TAMBUNAN
NIM : 2255201040
Progam Studi : TEKNIK INFORMATIKA
Judul : PERBANDINGAN METODE NAÏVE BAYES
DAN RANDOM FOREST DALAM
KLASIFIKASI BUAH PINANG
BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN

Pekanbaru , 27 Februari 2026

Disetujui oleh

Pembimbing


H. Mhd Arief Hasan, M.Kom., MTA
NIDN : 1021068701

Mengetahui.



Dekan Fakultas Ilmu Komputer

Assoc. Prof. Dr. Yogi Yunefri, M.Kom., MTA., MCE
NIDN : 1022068803



Ketua Prodi Teknik Informatika

Dr. Yogi Ersan Fadrial, M.Kom., MTA
NIDN : 1027109202

HALAMAN PENGESAHAN

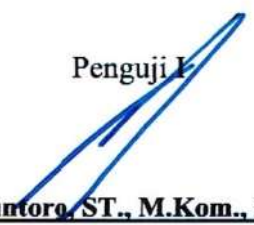
Nama : SALAM PATULUS RAHMAT TAMBUNAN
Nim : 2255201040
Program Studi : TEKNIK INFORMATIKA
Judul : PERBANDINGAN METODE NAÏVE BAYES
DAN RANDOM FOREST DALAM
KLASIFIKASI BUAH PINANG
BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 02 Februari 2026, sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

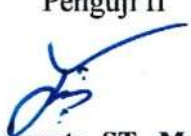
Dewan Penguji,
Ketua


H. Mhd Arief Hasan, M.Kom., MTA
NIDN. 1021068701

Penguji I


Guntoro, ST., M.Kom., MTA
NIDN.1012018803

Penguji II


Yuvi Darmayunata, ST., M.Kom., MTA
NIDN.1013048101

Mengetahui,


Dekan
Fakultas Ilmu Komputer
Assoc. Prof. Dr. Yogi Yusefri, M.Kom., MTA., MCE
NIDN. 1022068803


Ketua Program Studi
Teknik Informatika
Dr. Yogi Ersan Fadrial, M.Kom., MTA
NIDN. 1027109202

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat Karya/Pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Apabila ditemukan suatu Jiplakan/Plagiat maka saya bersedia menerima akibat berupa sanksi Akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh yang berwenang sesuai ketentuan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Pekanbaru, 24 Januari 2026

Yang membuat pernyataan



Nama : Salam Patulus Rahmat Tambunan

NIM : 2255201040

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“TO GOD BE THE GLORY”

“WALK BY FAITH”

“Direndahkan di mata manusia, ditinggikan dimata Tuhan”

“Aku memulai dengan Nama Tuhan Yesus dan dengan penuh Keyakinan mengakhiri dengan kata Amin”

“Jangan Takut, Percaya Saja”

(Markus 5:36)

“Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku”

(Filipi 4:13)

“Aku ditolak dengan hebat sampai jatuh, tetapi Tuhan Menolong aku”

(Mazmur 118:13)

“Diberkatilah orang yang mengandalkan Tuhan, yang menaruh harapannya pada Tuhan”

(Yeremia 17:7)

“Sebab itu janganlah kamu kuatir akan hari besok, karena hari besok mempunyai kesusahannya sendiri. Kesusahan sehari cukuplah untuk sehari”

(Matius 6:34)

“Janganlah takut, sebab Aku menyertai engkau, janganlah bimbang, sebab Aku ini Allahmu; Aku akan meneguhkan, bahkan akan menolong engkau; Aku akan memegang engkau dengan tangan kanan-Ku yang membawa kemenangan.”

(Yesaya 41:10)

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur penulis panjatkan atas segala rahmat dan karunia yang telah diberikan sehingga penulis diberikan kesehatan dan kesempatan dalam menyelesaikan skripsi ini dengan judul "PERBANDINGAN METODE NAÏVE BAYES DAN RANDOM FOREST DALAM KLASIFIKASI BUAH PINANG BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN". Dengan penuh rasa syukur, karya ini dipersembahkan kepada:

1. Kepada sumber segala kasih dan karunia, sumber pengetahuan, sumber inspirasi, sumber kekuatan, sumber sukacita selama proses penulisan artikel ilmiah ini. Dialah Allah Bapa, Putra dan Roh Kudus, yang menyertai penulis dalam berbagai hal dan memberikan semua nya indah pada waktunya.
2. Kepada kedua orang tuaku, bapakku tercinta Sarwedy Tambunan dan mamaku tersayang Rasmi Lamterima Panjaitan yang telah memberikan doa, dukungan, cinta dan pengorbanan yang tak ternilai. Terimakasih atas segala sayang, nasehat yang tidak hentinya diberikan kepadaku. Terimakasih buat perjuangan yang tangguh meskipun bapak dan mama tidak pernah duduk dibangku kuliah namun mereka berhasil membuat anak pertamanya menempuh pendidikan sampai sarjana.

"I love my father and mother very much"

3. Kepada kedua adik-adikku tersayang, Romauli Yosefany Tambunan dan Marta Novantri Tambunan. Terimakasih juga buat doa dan dukungan kalian yang begitu luar biasa, ikut serta dalam penyelesaian skripsi ini. Dan karena kalianlah saya lebih semangat dalam menempuh sarjana.

4. Terakhir, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang mendalam kepada diri sendiri, Salam Patulus Rahmat Tambunan. Terimakasih telah bertahan sejauh ini. Untuk setiap malam yang dihabiskan dalam kelelahan, setiap pagi yang disambut dengan keraguan namun tetap dijalani, serta setiap ketakutan yang berhasil dilawan dengan keberanian. Terimakasih kepada hati yang tetap ikhlas, meski tidak semua hal berjalan sesuai harapan. Terimakasih kepada jiwa yang tetap kuat, meski berkali-kali hampir menyerah. Terimakasih kepada raga yang terus melangkah, meski lelah sering kali tak terlihat. Penulis bangga kepada diri sendiri yang telah mampu melewati berbagai fase sulit dalam kehidupan ini. Semoga kedepannya, raga ini tetap kuat, hati tetap tegar, dan jiwa tetap lapang dalam menghadapi setiap proses kehidupan. Mari terus bekerja sama untuk tumbuh dan berkembang, menjadi pribadi yang lebih baik dari hari ke hari.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan judul “PERBANDINGAN METODE NAÏVE BAYES DAN RANDOM FOREST DALAM KLASIFIKASI BUAH PINANG BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengikuti Sidang Skripsi pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Lancang Kuning.

Penelitian skripsi ini berangkat dari kebutuhan akan penerapan teknologi pengolahan citra digital dan machine learning untuk mendukung proses identifikasi tingkat kematangan buah pinang secara lebih objektif dan efisien. Dengan memanfaatkan data citra buah pinang yang diambil langsung dari perkebunan, penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja dua metode klasifikasi, yaitu Naïve Bayes dan Random Forest, dalam menentukan kategori kematangan berdasarkan fitur warna dan tekstur.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Assoc. Prof. Dr. Yogi Yunefri, M.Kom., MTA., MCE selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning.
2. Bapak Afriansyah, M.Kom., MTA selaku Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning.

3. Ibu Assoc. Prof. Dr. Lucky Lhaura Van Fc, M.Kom., MTA selaku Wakil Dekan II Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning.
4. Bapak Dr. Sutejo, M.Kom., MTA selaku Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning.
5. Bapak Dr. Yogi Ersan Fadrial, M.Kom., MTA dan Bapak Pandu Pratama Putra, M.Kom., MTA selaku Ketua Prodi dan Sekretaris Prodi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning.
6. Bapak H. Mhd Arief Hasan, M.Kom., MTA selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan masukan berharga selama penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Guntoro, ST., M.Kom., MTA selaku dosen penguji 1 dan Bapak Yuvi Darmayunata, ST., M.Kom., MTA selaku dosen penguji 2 skripsi.
8. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Ilmu Komputer yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis.
9. Segenap staf / karyawan Fakultas Ilmu Komputer yang telah melayani dan memberikan fasilitas bagi kelancaran penelitian ini.
10. Kedua orang tua tercinta, terkasih, dan tersayang yang telah mengusahakan segalanya untuk anaknya. Terimakasih atas doa hebat yang selalu kalian panjatkan untuk penulis. Semoga sehat selalu dan selalu ada dalam lindungan Tuhan, dan selalu ada dalam setiap episode kehidupan penulis.
11. Kepada teman-teman yang selalu membantu penulis dalam hal memberi masukan dan motivasi yang sangat membantu penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Pekanbaru, 28 November 2025

Salam Patulus Rahmat Tambunan

PERBANDINGAN METODE NAÏVE BAYES DAN RANDOM FOREST DALAM KLASIFIKASI BUAH PINANG BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN

Salam Patulus Rahmat Tambunan¹, H. Mhd Arief Hasan²

¹salampatulus234@gmail.com, ²m.arif@unilak.ac.id

ABSTRAK

Klasifikasi berbasis citra memiliki peran penting dalam mendukung proses pengambilan keputusan melalui analisis otomatis dan objektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja klasifikasi citra dengan memanfaatkan ekstraksi fitur warna dan tekstur yang dikombinasikan dengan algoritma pembelajaran mesin. Fitur warna diekstraksi menggunakan model RGB, sedangkan fitur tekstur diperoleh melalui Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). Fitur yang dihasilkan kemudian diklasifikasikan menggunakan algoritma Naïve Bayes dan Random Forest. Selain itu, Principal Component Analysis (PCA) diterapkan untuk mereduksi dimensi fitur serta menganalisis pengaruhnya terhadap kinerja klasifikasi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan fitur RGB menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan fitur GLCM. Fitur RGB tanpa penerapan PCA, algoritma Random Forest memperoleh akurasi tertinggi sebesar 91,11% dan menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan Naïve Bayes. Setelah PCA diterapkan pada fitur RGB, kinerja Naïve Bayes meningkat secara signifikan dengan akurasi mencapai 62,22%, sementara Random Forest mengalami sedikit penurunan. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan fitur, algoritma klasifikasi, dan teknik reduksi dimensi yang tepat dapat meningkatkan akurasi klasifikasi citra.

Kata Kunci: Klasifikasi, Buah Pinang, Naïve Bayes, Random Forest.

COMPARISON OF NAÏVE BAYES AND RANDOM FOREST METHODS IN CLASSIFICATION OF ARECA NUT BASED ON LEVEL OF RIPENESS

Salam Patulus Rahmat Tambunan¹, H. Mhd Arief Hasan²
[¹salampatulus234@gmail.com](mailto:salampatulus234@gmail.com), [²m.arif@unilak.ac.id](mailto:m.arif@unilak.ac.id)

ABSTRACT

Image-based classification plays an important role in supporting decision-making processes by enabling automatic and objective analysis. This study aims to evaluate the performance of image classification using color and texture feature extraction combined with machine learning algorithms. Color features were extracted using the RGB model, while texture features were obtained through the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). The extracted features were classified using the Naïve Bayes and Random Forest algorithms. In addition, Principal Component Analysis (PCA) was applied to reduce feature dimensionality and analyze its impact on classification performance. The experimental results show that RGB features provide higher classification accuracy compared to GLCM features. Using RGB features without PCA, the Random Forest algorithm achieved the highest accuracy of 91.11%, outperforming Naïve Bayes. After PCA was applied to the RGB features, the performance of Naïve Bayes improved significantly, achieving an accuracy of 62.22%, while Random Forest experienced a slight decrease in performance. Overall, this study shows that appropriate feature extraction, classification algorithms, and dimensionality reduction techniques can effectively improve image classification accuracy.

Keywords: Classification, Areca Nut, Naïve Bayes, Random Forest.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH..	Error! Bookmark not defined.
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Batasan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian	6
F. Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
A. Tinjauan Penelitian Terdahulu.....	11
B. Teori Dasar yang Digunakan	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
A. Tahapan-tahapan Penelitian.....	37
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	42

C. Data yang digunakan	43
D. Teknik Pengumpulan Data	44
E. Metode yang digunakan	45
BAB IV GAMBARAN UMUM OBJEK PENELITIAN	48
A. Tanaman Pinang	48
B. Manfaat Tanaman Pinang	52
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	54
A. Hasil Penelitian.....	54
B. Pembahasan	73
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	77
A. Kesimpulan.....	77
B. Saran	79
DAFTAR PUSTAKA.....	80
LAMPIRAN.....	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Confusion Matrix	32
Tabel 5. 1 Hasil Preprocessing	56
Tabel 5. 2 Hasil Eksperimen Klasifikasi Naïve Bayes dan Random Forest	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Tahapan-tahapan Penelitian	37
Gambar 3. 2 Buah Pinang mentah, setengah matang, matang	44
Gambar 4. 1 Buah Pinang	48
Gambar 5. 1 Citra Dataset Buah Pinang	55
Gambar 5. 2 Tahapan Preprocessing.....	55
Gambar 5. 3 Hasil Akurasi Naïve Bayes dengan RGB.....	58
Gambar 5. 4 Confusion Matrix Naïve Bayes dengan RGB	58
Gambar 5. 5 Hasil Akurasi Random Forest dengan RGB	59
Gambar 5. 6 Confusion Matrix Random Forest dengan RGB	59
Gambar 5. 7 Hasil Akurasi Naïve Bayes dengan GLCM	60
Gambar 5. 8 Confusion Matrix Naïve Bayes dengan GLCM.....	60
Gambar 5. 9 Hasil Akurasi Random Forest dengan GLCM	61
Gambar 5. 10 Confusion Matrix Random Forest dengan GLCM.....	61
Gambar 5. 11 Hasil Akurasi Naïve Bayes dengan RGB dan PCA	62
Gambar 5. 12 Confusion Matrix Naïve Bayes dengan RGB dan PCA.....	62
Gambar 5. 13 Hasil Akurasi Random Forest dengan RGB dan PCA.....	63
Gambar 5. 14 Confusion Matrix Random Forest dengan RGB dan PCA	63
Gambar 5. 15 Hasil Akurasi Naïve Bayes dengan GLCM dan PCA.....	64
Gambar 5. 16 Confusion Matrix Naïve Bayes dengan GLCM dan PCA	64
Gambar 5. 17 Hasil Akurasi Random Forest dengan GLCM dan PCA	65
Gambar 5. 18 Confusion Matrix Random Forest dengan GLCM dan PCA	65
Gambar 5. 19 Hasil Akurasi Naïve Bayes dengan Gabungan Dua Fitur Tanpa PCA.....	66
Gambar 5. 20 Confusion Matrix Naïve Bayes dengan Gabungan Dua Fitur Tanpa PCA.....	66
Gambar 5. 21 Hasil Akurasi Random Forest dengan Gabungan Dua Fitur Tanpa PCA.....	67
Gambar 5. 22 Confusion Matrix Random Forest dengan Gabungan Dua Fitur Tanpa PCA.....	67

Gambar 5. 23 Hasil Akurasi Naïve Bayes dengan Gabungan Dua Fitur dengan PCA.....	68
Gambar 5. 24 Confusion Matrix Naïve Bayes dengan Gabungan Dua Fitur dengan PCA.....	68
Gambar 5. 25 Hasil Akurasi Random Forest dengan Gabungan Dua Fitur dengan PCA.....	69
Gambar 5. 26 Confusion Matrix Random Forest dengan Gabungan Dua Fitur dengan PCA	69
Gambar 5. 27 Scatter Plot RGB Sebelum PCA dan Sesudah PCA	71
Gambar 5. 28 Scatter Plot GLCM Sebelum PCA dan Sesudah PCA	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Source Code Cropping	85
Lampiran 2 Source Code Image Resize	86
Lampiran 3 Hasil CSV dari Ekstraksi Fitur RGB	87
Lampiran 4 Hasil CSV dari Ekstraksi Fitur GLCM	88
Lampiran 5 Hasil CSV dari Gabungan Fitur RGB dan GLCM	89
Lampiran 6 Source Code PCA	90
Lampiran 7 Dataset Buah Pinang	91
Lampiran 8 Kartu Bimbingan dan Konsultasi Skripsi	99
Lampiran 9 Lembar Persetujuan Ujian Komprehensif Skripsi	101
Lampiran 10 Daftar Bukti Hadir Seminar Proposal	102

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sektor pertanian memiliki peranan yang sangat penting dalam pembangunan ekonomi nasional, terutama di negara agraris seperti Indonesia. Selain berkontribusi terhadap penyediaan bahan pangan, sektor ini juga berperan sebagai sumber bahan baku industri, penyerap tenaga kerja, serta penopang kegiatan ekspor nonmigas. Salah satu komoditas perkebunan yang memiliki potensi ekonomi tinggi adalah buah pinang (Firmansyah et al., 2021). Buah ini banyak dimanfaatkan di berbagai industri, seperti farmasi, kosmetik, serta bahan ekspor ke berbagai negara di Asia dan Timur Tengah. Permintaan pasar terhadap buah pinang yang berkualitas terus meningkat, sehingga aspek penentuan tingkat kematangan menjadi faktor penting dalam menjaga mutu dan nilai jual produk (Febrinamas et al., 2023).

Selama ini, proses penentuan kematangan buah pinang umumnya dilakukan secara manual melalui pengamatan visual terhadap warna kulit dan tekstur permukaan buah. Metode tradisional ini bersifat subjektif dan sangat bergantung pada pengalaman individu, sehingga hasil yang diperoleh sering kali tidak konsisten dan kurang akurat. Selain itu, dalam skala produksi besar, metode manual tidak efisien karena membutuhkan waktu dan tenaga yang banyak (Febrinamas et al., 2023). Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penerapan teknologi berbasis pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan

(*Artificial Intelligence*) untuk melakukan klasifikasi kematangan buah secara otomatis, objektif, dan cepat (Setiawan, 2024).

Sebagai dasar penerapan teknologi tersebut, penentuan standar tingkat kematangan buah pinang dilakukan dengan memanfaatkan citra digital melalui ekstraksi fitur warna dan tekstur. Klasifikasi kematangan umumnya dibagi menjadi tiga kategori, yaitu mentah, setengah matang, dan matang penuh, yang dibedakan berdasarkan perubahan warna dan tekstur kulit buah. Fitur warna diperoleh menggunakan ruang warna RGB yang merepresentasikan perubahan warna kulit buah seiring proses pematangan. Selain itu, fitur tekstur diekstraksi menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) untuk menggambarkan karakteristik permukaan kulit buah secara statistik. Dengan kombinasi fitur warna dan tekstur diharapkan mampu memberikan representasi yang lebih akurat sehingga mendukung proses klasifikasi otomatis menggunakan algoritma *machine learning* (Faisal et al., 2023).

Perkembangan teknologi *machine learning* memungkinkan pemanfaatan metode klasifikasi untuk mengenali pola warna dan tekstur pada citra buah (Setiawan, 2024). Dua metode yang sering digunakan dalam klasifikasi citra adalah *Naïve Bayes* dan *Random Forest*. *Naïve Bayes* memiliki keunggulan dalam kesederhanaan dan kecepatan komputasi, sedangkan *Random Forest* mampu menangani hubungan fitur yang kompleks dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Namun, penelitian yang secara khusus membandingkan kedua metode tersebut dalam klasifikasi tingkat kematangan buah pinang masih terbatas (Ananda et al., 2025).

Adapun penelitian terdahulu yang berjudul “Klasifikasi Kematangan Buah Ciplukan dengan Metode Naïve Bayes dan Ekstraksi Fitur GLCM”, Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah ciplukan berdasarkan citra digital. Dataset yang digunakan terdiri dari 90 citra buah ciplukan dengan tiga kategori kematangan: mentah, setengah matang, dan matang. Metode ekstraksi fitur yang digunakan adalah *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) untuk memperoleh ciri tekstur, kemudian dilakukan klasifikasi menggunakan algoritma *Naïve Bayes*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode ini mampu mengklasifikasikan tingkat kematangan buah dengan akurasi sebesar 67,3%, sehingga dapat disimpulkan bahwa *Naïve Bayes* dapat digunakan dalam klasifikasi citra buah namun masih perlu optimasi untuk meningkatkan akurasi (Setyanto & Sela, 2023).

Penelitian yang berjudul “Perbandingan Metode Random Forest, Convolutional Neural Network, dan Support Vector Machine untuk Klasifikasi Jenis Mangga”, penelitian ini bertujuan menentukan metode terbaik dalam klasifikasi jenis mangga berdasarkan citra. Dataset yang digunakan berasal dari Kaggle sebanyak 1.600 citra delapan jenis mangga yang telah melalui tahap pra-pemrosesan berupa penyeragaman ukuran menjadi 300×300 piksel dan konversi warna ke *grayscale*. Data dibagi menjadi 70% data latih dan 30% data uji, kemudian diuji menggunakan metode *Random Forest*, SVM, dan CNN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Random Forest* memperoleh akurasi tertinggi sebesar 96%, diikuti SVM 95%, dan CNN 83% setelah normalisasi,

sehingga disimpulkan bahwa *Random Forest* merupakan metode paling efektif untuk klasifikasi citra buah mangga (Mardianto et al., 2024).

Namun, berdasarkan kajian penelitian sebelumnya, belum ditemukan studi yang secara spesifik membandingkan performa algoritma *Naïve Bayes* dan *Random Forest* dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan buah, terutama pada komoditas buah pinang. Padahal, kedua algoritma tersebut memiliki potensi besar dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi proses klasifikasi citra buah berdasarkan parameter warna dan tekstur. Algoritma *Naïve Bayes* dikenal efisien serta cepat dalam pengolahan data, namun kinerjanya dapat menurun ketika terdapat korelasi antar fitur, seperti halnya pada citra buah pinang yang menunjukkan keterkaitan antara warna dan tekstur. Sebaliknya, *Random Forest* memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menangkap hubungan kompleks antar fitur, tetapi memerlukan waktu pelatihan yang lebih lama serta sumber daya komputasi yang lebih tinggi.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam mengenai **PERBANDINGAN METODE NAÏVE BAYES DAN RANDOM FOREST DALAM KLASIFIKASI BUAH PINANG BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN**. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pengolahan citra digital di bidang pertanian, terutama dalam mendukung proses penentuan tingkat kematangan buah secara otomatis, efisien, dan objektif.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, terdapat beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana proses penerapan metode *Naïve Bayes* dan *Random Forest* dalam melakukan klasifikasi tingkat kematangan buah pinang berdasarkan ciri citra seperti warna dan tekstur?
2. Bagaimana kinerja masing-masing metode, *Naïve Bayes* dan *Random Forest*, dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pinang berdasarkan parameter evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score?

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tetap fokus dan terarah, maka terdapat beberapa batasan masalah yang ditetapkan sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra buah pinang yang dikumpulkan berdasarkan beberapa tingkat kematangan, seperti mentah, setengah matang, dan matang penuh.
2. Penelitian ini hanya membandingkan dua metode machine learning, yaitu *Naïve Bayes* dan *Random Forest*, dalam proses klasifikasi tingkat kematangan buah pinang.
3. Fitur yang digunakan untuk proses klasifikasi terbatas pada fitur warna dan tekstur yang diekstraksi dari citra menggunakan teknik pengolahan citra digital.

4. Penelitian ini hanya berfokus pada pengolahan citra buah pinang tunggal (bukan dalam kelompok atau tumpukan).
5. Evaluasi kinerja kedua metode dilakukan menggunakan parameter akurasi, presisi, recall, dan F1-score sebagai metrik penilaian utama.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk menerapkan metode *Naïve Bayes* dan *Random Forest* dalam proses klasifikasi tingkat kematangan buah pinang berdasarkan ciri citra seperti warna dan tekstur.
2. Untuk menganalisis dan membandingkan kinerja algoritma *Naïve Bayes* dan *Random Forest* dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pinang dengan menggunakan metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score.

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan manfaat bagi peneliti dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan dalam penerapan teknologi *machine learning* untuk klasifikasi citra digital, khususnya menggunakan metode *Naïve Bayes* dan *Random Forest*. Melalui penelitian ini, peneliti dapat memperdalam pemahaman mengenai proses ekstraksi fitur warna dan tekstur pada citra, serta cara mengukur kinerja algoritma klasifikasi

secara objektif. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan model klasifikasi yang lebih akurat dan efisien dalam bidang pengolahan citra pertanian.

2. Bagi Petani dan Pelaku Industri Pinang

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat praktis bagi petani dan pelaku industri pinang dalam melakukan proses penyortiran dan klasifikasi buah pinang secara otomatis berdasarkan tingkat kematangannya. Dengan adanya penerapan sistem berbasis *machine learning*, proses identifikasi kualitas buah dapat dilakukan lebih cepat, objektif, dan konsisten dibandingkan metode manual. Hal ini dapat membantu meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi kesalahan klasifikasi, serta meningkatkan kualitas dan nilai jual hasil panen pinang.

3. Bagi Akademisi dan Dunia Pendidikan

Penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan riset di bidang *image processing* dan *machine learning*, khususnya pada topik klasifikasi objek berbasis citra. Hasil penelitian ini juga dapat dijadikan bahan pembelajaran di lingkungan akademik, seperti pada mata kuliah kecerdasan buatan, pengolahan citra digital, atau sistem cerdas. Dengan demikian, penelitian ini dapat memperkaya literatur dan

memberikan contoh penerapan nyata teknologi kecerdasan buatan dalam bidang pertanian.

4. Bagi Pengembang Teknologi dan Peneliti Selanjutnya

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan awal bagi pengembang sistem dan peneliti lain dalam mengembangkan aplikasi klasifikasi kematangan buah berbasis citra digital menggunakan algoritma *machine learning*. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan metode lanjutan, seperti penggunaan *deep learning* atau integrasi sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk otomasi proses seleksi buah di lapangan.

F. Sistematika Penulisan

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan penelitian ini.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan mengenai tinjauan penelitian terdahulu dan landasan teori yang mendukung penelitian. Pada bagian ini dijelaskan teori-teori yang berkaitan dengan klasifikasi, pengolahan citra digital, serta metode *Naïve Bayes* dan *Random*

Forest yang digunakan dalam proses klasifikasi tingkat kematangan buah pinang.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, teknik pengumpulan data, serta tahapan dalam analisis. Tahapan tersebut mencakup proses pengumpulan citra buah pinang, pra-pemrosesan (*preprocessing*), ekstraksi fitur warna dan tekstur, penerapan PCA, penerapan algoritma klasifikasi, serta evaluasi kinerja model menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score.

4. BAB IV GAMBARAN UMUM OBJEK PENELITIAN

Bab ini menjelaskan gambaran umum objek penelitian, yaitu buah pinang, meliputi sejarah buah pinang, karakteristik tanaman pinang serta tingkat kematangan buah pinang. Selain itu, dibahas pula manfaat tanaman pinang sebagai dasar pemilihan objek dalam penelitian ini.

5. BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh dari proses *preprocessing*, ekstraksi fitur warna (RGB) dan fitur tekstur (GLCM), penerapan PCA, serta klasifikasi menggunakan metode *Naïve Bayes* dan *Random Forest*. Selanjutnya dilakukan

pembahasan dan analisis perbandingan kinerja kedua metode berdasarkan hasil evaluasi klasifikasi.

6. BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya terkait klasifikasi tingkat kematangan buah pinang.

7. DAFTAR PUSTAKA

8. LAMPIRAN

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian klasifikasi tingkat kematangan buah pinang menggunakan *Naïve Bayes* dan *Random Forest* dengan berbagai skenario ekstraksi fitur dan penerapan PCA, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode klasifikasi berpengaruh signifikan terhadap kinerja sistem klasifikasi tingkat kematangan buah pinang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Random Forest* secara konsisten menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan *Naïve Bayes* pada seluruh skenario pengujian. Pada Penggunaan fitur warna RGB, *Random Forest* mencapai akurasi tertinggi sebesar 91,11%, sedangkan *Naïve Bayes* hanya mencapai akurasi sekitar 62,22%. Hal ini membuktikan bahwa *Random Forest* lebih andal dalam menangani karakteristik data citra yang memiliki variasi dan korelasi antar fitur
2. Jenis fitur yang digunakan memengaruhi tingkat akurasi klasifikasi. Pada pengujian menggunakan fitur tunggal, fitur warna RGB secara konsisten memberikan nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan fitur tekstur GLCM. pada metode *Naïve Bayes*, fitur RGB menghasilkan akurasi sebesar 62,22%, sedangkan fitur GLCM hanya mencapai sekitar 42- 49%. Sementara itu, pada *Random Forest*, fitur RGB menghasilkan akurasi hingga 91,11%, lebih tinggi dibandingkan fitur GLCM yang berada pada

kisaran 62 – 66%. Hasil ini menunjukkan bahwa informasi warna memberikan ciri yang lebih jelas dalam membedakan tingkat kematangan buah pinang dibandingkan informasi tekstur.

3. *Naïve Bayes* menunjukkan performa terbaik pada fitur dengan distribusi sederhana dan korelasi rendah. Penggunaan fitur warna RGB memberikan hasil yang lebih optimal pada *Naïve Bayes* dibandingkan fitur tekstur GLCM. Hal ini disebabkan oleh asumsi independensi antar fitur pada *Naïve Bayes* yang lebih sesuai dengan karakteristik fitur warna dibandingkan fitur tekstur yang cenderung saling berkorelasi.
4. *Random Forest* lebih stabil terhadap variasi fitur dan dimensi data. *Random Forest* mampu mempertahankan kinerja yang tinggi baik pada penggunaan fitur tunggal maupun gabungan fitur RGB dan GLCM. Kemampuan algoritma ini dalam membangun banyak pohon keputusan dan menggabungkannya melalui mekanisme voting menjadikannya lebih robust terhadap data berdimensi tinggi dan hubungan nonlinear antar fitur.
5. Penerapan PCA memberikan dampak yang berbeda pada setiap metode klasifikasi. PCA terbukti mampu meningkatkan kinerja *Naïve Bayes* pada penggunaan fitur RGB dan GLCM serta gabungan kedua fitur dengan mereduksi dimensi dan mengurangi redundansi fitur, sehingga distribusi data menjadi lebih sesuai dengan asumsi probabilistik *Naïve Bayes*. Sebaliknya penerapan PCA pada *Random Forest* tidak memberikan peningkatan kinerja yang signifikan dan pada beberapa skenario justru menurunkan akurasi, karena *Random Forest* telah memiliki mekanisme

internal dalam memilih fitur yang relevan tanpa memerlukan reduksi dimensi tambahan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, maka beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan dataset dengan jumlah dan variasi data yang lebih besar, sehingga model klasifikasi dapat dilatih dengan representasi data yang lebih beragam dan menghasilkan performa yang lebih stabil.
2. Penggunaan metode ekstraksi fitur tambahan seperti fitur warna lain (HSV atau Lab) maupun metode tekstur lain dapat dipertimbangkan untuk melihat pengaruhnya terhadap peningkatan akurasi klasifikasi.
3. Eksplorasi metode klasifikasi lain, seperti *Support Vektor Machine* atau metode berbasis *Deep Learning*, dapat dilakukan untuk membandingkan kinerjanya dengan *Naïve Bayes* dan *Random Forest* pada permasalahan klasifikasi tingkat kematangan buah pinang
4. Pengujian lebih lanjut terhadap peran PCA dapat dilakukan dengan membandingkannya dengan metode *filter engineering* lain, sehingga dapat diketahui teknik reduksi atau seleksi fitur yang paling sesuai untuk setiap algoritma klasifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aherwadi, N., Mittal, U., Singla, J., Jhanjhi, N. Z., Yassine, A., & Hossain, M. S. (2022). Prediction of Fruit Maturity, Quality, and Its Life Using Deep Learning Algorithms. *Electronics (Switzerland)*, 11(24). <https://doi.org/10.3390/electronics11244100>
- Alfahrez, N., Amril, R., Yanto, F., Budianita, E., Sanjaya, S., & Syafria, F. (2024). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Classification of Palm Oil Ripeness Level using DenseNet201 and Rotational Data Augmentation. *Media Online*, 4(6), 2892–2901. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i6.1937>
- Ananda, R., Lilis Nur Hayati, & Irawati. (2025). Performance Analysis of Random Forest and Naive Bayes Methods for Classifying Tomato Leaf Disease Datasets. *Indonesian Journal of Data and Science*, 6(2), 324–332. <https://doi.org/10.56705/ijodas.v6i2.252>
- Bagas Pattimura, Y., Paitin Kanoena, M., & Dwi Hartanto, A. (2023). Implementasi Algoritma Naïve Bayes dalam Identifikasi Citra Jenis Penyakit Cacar Dengan Image Processing. *Information Technology Journal*, 5(1).
- Billadi, S. S., Siddappa, M., Shetty, S., & Shetty, V. (2023). Classification of arecanut using machine learning techniques. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 13(2), 1914–1921. <https://doi.org/10.11591/ijece.v13i2.pp1914-1921>
- Fadzila, A. N., Putra Pamungkas, D., & Wulanningrum, R. (2021). MENGGUNAKAN METODE PCA DAN CNN. <https://medium.com/@gogoriay/convolutional->
- Faisal, M., Hasan, M., & Pelangi, K. C. (2023). The Implementation of GLCM and ANN Methods to Identify Dragon Fruit Maturity Level. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 15(1), 64–71. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v15i1.1504.64-71>
- Fajar, M., Sulthan, M. B., & Wahyudi, I. (2023). Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Menggunakan Fitur RGB dan HSI Berbasis BACKPROPAGATION. *Jurnal Aplikasi Teknologi Informasi Dan Manajemen*, Vol.4.
- Febrinamas, D. R., Hidayati, R., & Nirmala, I. (2023). Klasifikasi Buah Pinang Berdasarkan Data Sensor Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Web. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 4(4), 1046–1055. <https://doi.org/10.47065/josyc.v4i4.3805>

- Firmansyah, A., Samsudin, A. *, Provinsi Parit, J., Indragiri, T. H., & Riau, H. (2021). *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi Rancang Bangun Sistem Klasifikasi Biji Pinang Menggunakan Metode Nearest Mean Classifier Berbasis Android*. <http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>
- Fitri, Z. E., Silvia, M., Madjid, A., Imron, A., Sahenda, L. N., & Jember, P. N. (2022). *Red Dragon Fruit (Hylocereus costaricensis) Ripeness Color Classification by Naïve Bayes Algorithm*. <https://doi.org/10.33086/atcsj.X>
- Gelar Guntara, R., Digital, B., & Kampus Tasikmalaya, U. (2022). Ekstraksi Fitur Warna Citra Daun Untuk Klasifikasi Skala Klorofil dan Rekomendasi Pemupukan. *Jurnal Minfo Polgan*, 11(1).
- Granados-Lieberman, D., Barranco-Gutiérrez, A. I., Lopez, A. R., Rostro-Gonzalez, H., Cano-Lara, M., Manriquez-Padilla, C. G., & Villaseñor-Aguilar, M. J. (2025). Non-Destructive Classification of Sweetness and Firmness in Oranges Using ANFIS and a Novel CCI–GLCM Image Descriptor. *Applied Sciences*, 15(19), 10464. <https://doi.org/10.3390/app151910464>
- Gustina, S., Gunadi², A., Sudarmana³, L., Informasi, T., Teknik, F., & Proklamasi, U. (2025). IDENTIFIKASI PENGENALAN CITRA WAJAH MENGGUNAKAN METODE PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA). *JURNAL SISTEM INFORMASI DAN TEKNIK KOMPUTER*, 10(1).
- K, U. D., C, A. A., Naika L, S. C., & R, S. H. (2023). Segmentation and Classification of Arecanut Bunches before harvesting. In *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*. <http://www.ijritcc.org>
- Khaidar, A., Arhami, M., & Abdi, M. (2024). Application of the Random Forest Method for UKT Classification at Politeknik Negeri Lhokseumawe. *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering (J-AISE)*, 4(2), 94. <https://doi.org/10.30811/jaise.v4i2.6131>
- Kosasih, R., Sudaryanto, & Fahrurrozi, A. (2023). Classification of six banana ripeness levels based on statistical features on machine learning approach. *International Journal of Advances in Applied Sciences*, 12(4), 317–326. <https://doi.org/10.11591/ijaas.v12.i4.pp317-326>
- Li, P., Zheng, J., Li, P., Long, H., Li, M., & Gao, L. (2023). Tomato Maturity Detection and Counting Model Based on MHSA-YOLOv8. *Sensors*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/s23156701>
- M Mahesh Tubaki, S. K. (2022). Areca nut Detection and Classification using Segmentation and Computer Vision. *International Journal of Engineering*

Research and Applications Wwww.Ijera.Com, 12, 48–54.
<https://doi.org/10.9790/9622-1203014854>

Mardianto, R., Stefanie Quinevera, & Rochimah, S. (2024). Perbandingan Metode Random Forest, Convolutional Neural Network, dan Support Vector Machine Untuk Klasifikasi Jenis Mangga. *Journal of Applied Computer Science and Technology*, 5(1), 63–71.
<https://doi.org/10.52158/jacost.v5i1.742>

Matheos Sarimole, F., & Rosiana, A. (2022). CLASSIFICATION OF MATURITY LEVELS IN ARECA FRUIT BASED ON HSV IMAGE USING THE KNN METHOD. In *Journal of Applied Engineering and Technological Science* (Vol. 4, Issue 1).

Nikam, S. B., Lande, S. B., Nagalkar, V. J., Wakchaure, G. C., & Kumar, P. S. (2025). Predictive Classification Model for Quality Grading and Maturity Detection of Dragon Fruit Using Fused Deep CNN Feature and Ensemble Learning. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2025(1).
<https://doi.org/10.1155/jfpp/6938071>

Rahmawati, L., & Erviana, I. (2025). Hybrid Classification of Date Fruits Varieties Using GLCM, RGB Features and Convolutional Neural Network. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika (JIKI)*, 5(2), 103–114.
<https://doi.org/10.54082/jiki.290>

S, W. R., Chandra, A., & Nugrahaningsih, N. (2024). Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Jambu Kristal Berdasarkan Warna Kulit Menggunakan Algoritma Naïve Bayes. *RJTI Riau Jurnal Teknik Informatika*, Vol.3.

Saputra, A. J., & Andriyani, W. (2025). Fruit Image Classification Using Naive Bayes Algorithm with Histogram of Oriented Gradients (HOG) Feature Extraction. *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering (J-AISE)*, 5(1), 215. <https://doi.org/10.30811/jaise.v5i1.6536>

Setiawan, A. (2024). Penerapan Gray Level Co-Occurrence Matrix Dengan Metode Self Organizing Map Pada Deteksi Kematangan Buah Pinang Application of Gray Level Co-Occurrence Matrix Using the Self Organizing Map Method in Detecting Areca Fruit Ripeness. *Juni*, 16(2), 174–187.
<https://doi.org/10.22303/csrid.1.1.2022.01-10>

Setyanto, R. A., & Sela, I. (2023). *Klasifikasi Kematangan Buah Ciplukan dengan Metode Naive Bayes dan Ekstraksi Fitur GLCM*.

Sinaga, D., Agustina, F., & Ageng Setiyanto, N. (2021). Classification of Bird Based on Face Types Using Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) Feature Extraction Based on the k-Nearest Neighbor (K-NN) Algorithm. In *Journal of Applied Intelligent System* (Vol. 6, Issue 2).

- Sulistyo, S., & Qur, A. (2023). Application of gaussian filter and extraction features for quality control of fruit raw materials in the puree industry. In *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering* (Vol. 2023, Issue 3).
- Taner, A., Mengstu, M. T., Selvi, K. Ç., Duran, H., Kabaş, Ö., Gür, İ., Karaköse, T., & Gheorghică, N. E. (2023). Multiclass Apple Varieties Classification Using Machine Learning with Histogram of Oriented Gradient and Color Moments. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(13). <https://doi.org/10.3390/app13137682>
- Tipauksorn, P., Luekhong, P., Okada, M., Thongpron, J., Nadee, C., & Yingkayun, K. (2025). Optimized ensemble learning for non-destructive avocado ripeness classification. *Smart Agricultural Technology*, 12. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101114>
- Trieu, N. M., & Thinh, N. T. (2023). Using Random Forest Algorithm to Grading Mango's Quality Based on External Features Extracted from Captured Images. *Journal of Image and Graphics(United Kingdom)*, 11(4), 391–396. <https://doi.org/10.18178/joig.11.4.391-396>
- ‘Ulhaq, I. D., Hidayat, M. A., & Dharmawan, T. (2024). Classification of Coffee Fruit Maturity Level based on Multispectral Image Using Naïve Bayes Method. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informasi*, 17(2), 121–126. <https://doi.org/10.21609/jiki.v17i2.1181>
- Wijoyo, A., Saputra, A. Y., Ristanti, S., Sya’ban, R., Amalia, M., & Febriansyah, R. (2024). Pembelajaran Machine Learning. *OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer Dan Science, Volume 3*.
- Worasawate, D., Sakunasinha, P., & Chiangga, S. (2022). Automatic Classification of the Ripeness Stage of Mango Fruit Using a Machine Learning Approach. *AgriEngineering*, 4(1), 32–47. <https://doi.org/10.3390/agriengineering4010003>