

ALGORITMA NAIVE BAYES YANG EFISIEN UNTUK KLASIFIKASI BUAH PISANG RAJA BERDASARKAN FITUR WARNA

M. Afriansyah^{1*}, Joni Saputra², Valian Yoga Pudya Ardhana³, Yuan Sa'adati⁴

^{1,2,3,4}Universitas Qamarul Huda Badaruddin, Indonesia

¹mafriansyah7901@gmail.com, ²saputrajoni798@gmail.com

³valianyapa81@gmail.com, ⁴yuan@uniqhba.ac.id

Received: 15-01-2024

Revised: 25-01-2024

Approved: 30-01-2024

ABSTRACT

Pisang Raja (Musa paradisiaca), juga dikenal sebagai Pisang Cavendish Raja, merupakan varietas pisang yang mendapatkan perhatian signifikan dalam konteks agrikultur dan pangan. Dalam penelitian ini, kami menyajikan deskripsi mendalam mengenai Pisang Raja, mencakup ciri-ciri morfologi, komposisi nutrisi, dan karakteristik organoleptiknya. Pisang Raja memiliki buah berbentuk silindris, kulit kuning cerah, dan daging buah yang lezat dengan rasa manis yang khas. Kaya akan vitamin dan mineral, termasuk vitamin C, vitamin B6, potasium, magnesium, dan mangan, Pisang Raja juga memberikan sejumlah manfaat kesehatan. Sebagai buah yang populer secara internasional, pemahaman mendalam mengenai Pisang Raja menjadi krusial untuk pengelolaan pertanian yang efektif dan pengembangan produk pangan berbasis pisang. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan klasifikasi jenis buah Pisang Raja berdasarkan karakteristik warna RGB dengan menggunakan pendekatan yang melibatkan tahap pengumpulan data citra Pisang Raja, ekstraksi fitur RGB, pembagian dataset menggunakan metode k-fold cross-validation, dan penerapan model klasifikasi menggunakan algoritma Naive Bayes. Pendekatan ini mengeksplorasi fitur warna yang diambil dari gambar Pisang Raja sebagai masukan untuk mengidentifikasi kelas atau jenis buah yang sesuai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi pada kategori rasa "manis" mencapai 100%, sementara pada kategori "sepat" dan "hambur" masing-masing mencapai 80%. Rata-rata akurasi dari metode klasifikasi Naive Bayes mencapai 86,66%. Temuan ini mencerminkan keberhasilan model dalam mengklasifikasikan berbagai karakteristik warna Pisang Raja.

Keywords: Pisang Raja; Klasifikasi; Naive Bayes; Fitur Ekstraksi: RGB; K-fold cross-validation

INTRODUCTION

Pada era modern ini, penggunaan teknologi dalam bidang pertanian menjadi semakin penting untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian [1]. Salah satu aspek yang mendapat perhatian khusus adalah pengklasifikasian buah berdasarkan karakteristik tertentu, seperti warna, untuk memonitor dan memastikan kematangan optima [2][3]. Dalam konteks ini, algoritma klasifikasi menjadi instrumen kritis dalam mendukung pengambilan keputusan yang efisien [4].

Salah satu algoritma klasifikasi yang diterapkan dengan keberhasilan dalam berbagai konteks adalah Algoritma Naive Bayes [5][6]. Algoritma ini berasal dari teori probabilitas dan sering digunakan dalam machine learning untuk klasifikasi data [7][8]. Keunggulan utamanya terletak pada sifatnya yang sederhana namun efektif, terutama dalam konteks klasifikasi objek dengan fitur yang relatif mandiri [9].

Algoritma klasifikasi ada beberapa metode, salah satunya adalah Naive Bayes [10]. Naive Bayes disebut juga multinomial yang merupakan metode klasifikasi yang dapat memprediksi dengan cara memanfaatkan probabilitas dan statistic [11][12]. Naive bayes termasuk kedalam kategori machine learning. Machine learning dilatih melalui sekumpulan data historis [13][14]. Machine learning bersifat prediktif dan deskriptif yang bertujuan untuk memprediksi berdasarkan data dan mendapatkan informasi dari data [15].

Dalam konteks pertanian dan klasifikasi buah, salah satu varietas pisang yang menjadi fokus adalah Pisang Raja [16]. Klasifikasi buah Pisang Raja berdasarkan fitur warna menjadi perhatian khusus, mengingat warna merupakan indikator penting dari tingkat kematangan buah tersebut [17]. Oleh karena itu, peningkatan efisiensi algoritma klasifikasi menjadi sangat relevan untuk memastikan ketepatan hasil klasifikasi dan mendukung pengelolaan pertanian yang lebih baik [18].

Pisang Raja, juga dikenal sebagai Pisang Cavendish Raja atau Pisang Raja Bulu, adalah varietas pisang yang tergolong dalam keluarga Musaceae [19]. Buah ini berasal dari kelompok kultivar Gros Michel, yang sebelumnya menjadi varietas pisang yang umum dikonsumsi secara global sebelum diserang penyakit Panama pada awal abad ke-20. Pisang Raja memiliki ciri-ciri morfologi yang khas dan sangat dikenal di berbagai pasar internasional [20]. Belum adanya klasifikasi buah pisang raja berdasarkan fitur warna terutama menggunakan algoritma naïve bayes, tentunya menjadi pertimbangan penulis untuk melakukan penelitian ini.

Dalam tulisan ini, kami mengusulkan penerapan dan optimasi Algoritma Naive Bayes untuk klasifikasi buah Pisang Raja berdasarkan fitur warna [21]. Tujuan utama kami adalah meningkatkan efisiensi algoritma ini agar dapat memberikan hasil klasifikasi yang lebih akurat dan cepat. Kami akan mengeksplorasi parameter dan teknik optimasi yang sesuai untuk menghadapi tantangan spesifik dalam konteks klasifikasi buah berbasis warna [22].

Pada penelitian selanjutnya, Naïve Bayes digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pisang Kepok [23]. Pengklasifikasian tingkat kematangannya dibagi dari yang masih hijau, agak kekuningan, baru ujungnya yang menguning, hingga yang telah terlalu masak. Tingkat akurasi dari penelitian ini mencapai 81% [24].

Adapun penelitian selanjutnya yang memanfaatkan Naïve Bayes untuk klasifikasi penerima program keluarga harapan. Nilai akurasi yang didapatkan mencapai 88% [25].

Pada penelitian selanjutnya oleh Widodo tentang Pengembangan Sistem Klasifikasi Rasa Buah Jeruk Peras Jenis Baby Java menggunakan Diameter Buah dan Nilai Sensor Tegangan berbasis Arduino Uno dengan Metode Naïve Bayes menggunakan dua jenis kelas data yaitu cita rasa kurang manis dan cita rasa manis [26]. Hasil dari penelitian ini mengungkapkan bahwa tingkat akurasi dari sensor tegangan adalah 90,6%, kemudian sensor ultrasonik dengan tingkat akurasi sekitar 95,7%. Adapun algoritma Naïve Bayes memiliki tingkat akurasi sebesar 80% dengan menggunakan 10 buah data uji serta 40 buah data latih dengan perbandingan 30 buah jeruk bercitarasa kurang manis dan 10 buah jeruk bercitarasa manis. Proses pengukuran tingkat kemanisan buah jeruk peras dilakukan menggunakan alat bernama refraktometer. Waktu komputasi yang diperlukan untuk menjalankan sistem adalah 41,6 milisecond [27].

Pada penelitian selanjutnya oleh Kuswanto tentang Klasifikasi Citra Buah Sawit Berdasarkan Ketebalan Daging Buah Menggunakan Algoritma Naïve Bayes. Dari penelitian ini adalah penggunaan algoritma Naïve Bayes mampu mengklasifikasikan tiga jenis kelapa sawit dengan tingkat akurasi mencapai 85% dengan data latih per kelas sejumlah 90 dan 96 uji dari semua kelas. Jenis yang paling sulit untuk diklasifikasikan menggunakan algoritma ini adalah jenis sawit tenera [28].

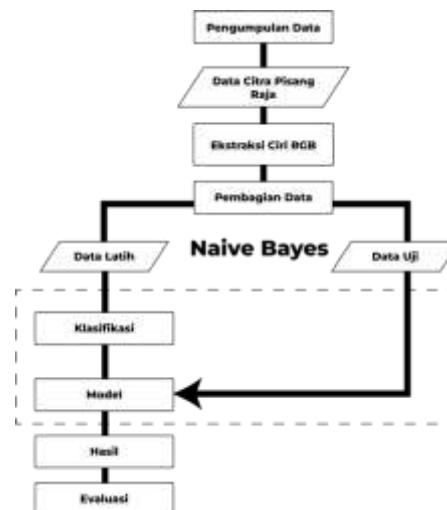
Pada penelitian selanjutnya oleh Agustin tentang Implementasi Data Mining Klasifikasi Penyakit Diabetes Pada Perempuan Menggunakan Naïve Bayes pada penelitian ini berasal dari Kaggle yang berjudul diabetes dataset dan terdiri dari 9

atribut. Proses klasifikasi pada kali ini menggunakan algoritma Naive Bayes dan tools yang dipakai RapidMiner untuk menguji nilai akurasi, class precision, dan class recall dari dataset yang digunakan [29]. Sehingga hasil akurasi yang didapat pada penelitian ini yaitu sebesar 78.50%, nilai precision 85.24%, nilai recall sebesar 83.64%, serta nilai AUC sebesar 0.855. Jadi algoritma Naive Bayes yang digunakan untuk pengklasifikasian penyakit diabetes pada perempuan bisa dipakai karena proses dalam seleksinya cepat serta metodenya mudah untuk dipahami dengan nilai akurasi yang cukup baik [30].

Melalui penelitian ini, diharapkan kontribusi signifikan dapat diberikan dalam meningkatkan kualitas pengelolaan pertanian, mempercepat proses pengklasifikasian buah Pisang Raja berdasarkan fitur warna, dan secara keseluruhan memperkuat penerapan teknologi dalam mendukung sektor pertanian yang berkelanjutan.

RESEARCH METHODS

Metode penelitian yang kami terapkan melibatkan proses pengambilan citra Pisang Raja sebagai data, ekstraksi fitur warna RGB dari citra tersebut, pembagian dataset menggunakan k-fold cross-validation, penerapan model klasifikasi menggunakan algoritma Naive Bayes, dan evaluasi performa model melalui analisis hasil klasifikasi dengan memanfaatkan confusion matrix.



Gambar 1. Tahap Penelitian

Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah citra Pisang Raja yang terdiri dari Pisang manis, sepat dan hambar. Jumlah citra Pisang yang diperoleh berjumlah 180 citra Pisang Raja. Pisang Raja memiliki kandungan vitamin C dan antioksidan dalam pisang raja membantu melindungi kulit dari kerusakan akibat radikal bebas dan menjaga kulit tetap sehat. Buah pisang raja adalah sumber nutrisi yang luar biasa dan dapat diintegrasikan ke dalam berbagai hidangan.

Ekstraksi Ciri

Untuk mengetahui suatu citra, diperlukan adanya ekstraksi ciri. Ekstraksi ciri dapat diteliti dengan mengambil beberapa bagian citra yang bisa menunjukkan ciri khas dari citra tersebut, misalkan warna, pola citra, diameter, bentuk dan masih banyak lagi. Citra warna merupakan citra digital yang memiliki kombinasi warna Red, Green dan Blue. Teknik yang digunakan adalah dengan mengekstrak citra RGB (Red-Green-Blue) buah Pisang Raja menjadi beberapa nilai ciri, seperti jumlah R,

jumlah G, jumlah B, mean dan standar deviasi dari citra buah Pisang Raja. Untuk satu buah, nilai ciri tersebut diperoleh dengan merata-ratakan atau menjumlahkan semua piksel yang ada, dan berdasar nilai inilah dilakukan pengenalan. Jadi dari teknik yang ada, proses pengenalan tidak berdasarkan semua piksel tetapi berdasarkan besaran yang merupakan rata-rata atau jumlah dari semua piksel [31]. RGB adalah warna dasar yang dijadikan patokan warna secara universal (primary colors) dengan citra jenis berwarna yang bisa diubah warnanya ke dalam kode-kode angka sehingga warna tersebut akan tampil universal [32].

Pembagian Data

Seluruh data hasil ekstraksi masing-masing ciri dibagi menjadi data latih dan data uji. Persentase data latih yang dicobakan pada penelitian ini ditentukan dengan menggunakan k-fold cross validation. K-fold cross validation adalah metode yang digunakan untuk membagi dataset menjadi sejumlah k buah partisi secara acak. Data awal dibagi menjadi k subset secara acak yaitu D1, D2, D3, ... , Dk, dengan ukuran subset yang hampir sama dengan mempertahankan perbandingan antar kelas. Langkahnya adalah dengan melakukan iterasi sejumlah k kali iterasi untuk data latih dan data uji, dimana masing-masing iterasi menggunakan partisi ke k sebagai data latih dan sisa partisi lainnya sebagai data uji. Keuntungan k-fold cross validation adalah semua data digunakan baik untuk data uji maupun data latih. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai akurasi ataupun ukuran penilaian lainnya dari hasil eksperimen yang dilakukan [33].

Jumlah k yang digunakan adalah 3. Mengingat data yang digunakan untuk pelatihan sedikit, pemilihan 3-fold cross validation cukup mampu untuk membuat variasi data, sehingga semua data digunakan, baik untuk data uji maupun data latih. Seluruh data hasil ekstraksi ciri dibagi menjadi 3 subset, yaitu D1, D2, D3. Masing-masing subset memiliki ukuran yang sama. Pada proses pertama D2, D3 menjadi data pelatihan dan D1 menjadi data pengujian, pada proses kedua D1, D3, menjadi data pelatihan dan D2 menjadi data pengujian, dan seterusnya.

Pembagian Data Penerapan Metode Naive Bayes

Naive Bayes merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan data. Bayesian classification merupakan pengklasifikasian statistik yang dapat digunakan untuk memprediksi probabilitas keanggotaan suatu class [34]. Teorema ini dikemukakan oleh ilmuwan Inggris, Thomas Bayes, dengan memprediksi peluang di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya [35]. Teorema Bayes dikombinasikan dengan “Naive” yang berarti setiap atribut/variable bersifat bebas (independent) [36]. Sedangkan penjelasan frekuentis, model ini mengartikan bahwa representasi sebagai invers probabilitas melalui dua scenario kejadian [37]. Naive Bayes merupakan salah satu metode machine learning yang menggunakan perhitungan probabilitas. Algoritma ini memanfaatkan metode probabilitas dan statistic sederhana dengan asumsi bahwa antar satu kelas dengan kelas yang lain tidak saling tergantung (independen) [38]. Dasar dari Naive Bayes yang dipakai dalam pemrograman adalah persamaan (1) Bayes [39] :

$$P(Y|X) = \frac{P(Y) \prod_{i=1}^q P(X_i|Y)}{P(X)} \quad (1)$$

Keterangan :

$P(Y|X)$ = probabilitas data dengan vector X pada kelas Y

$P(Y)$ = probabilitas awal kelas Y (prior probability)

$\prod_{i=1}^q P(Y) =$ probabilitas independen kelas Y dari semua fitur dalam vektor X
 $P(X) =$ probabilitas dari X

Data yang digunakan dapat bersifat kategorial maupun kontinyu. Untuk data kontinyu dapat diselesaikan dengan menggunakan langkah-langkah berikut.

1. Hitung probabilitas (Prior) tiap kelas yang ada.
2. Lalu hitung rata-rata (mean) tiap fitur dengan persamaan (2).

$$\mu = \frac{\sum n}{k} \quad (2)$$

Keterangan :

k = Banyaknya data

n = nilai data

3. Kemudian hitung nilai standar deviasi dari fitur tersebut seperti pada persamaan (3) .

$$sd = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{(n-1)}} \quad (3)$$

Selanjutnya menghitung densitas probabilitasnya menggunakan persamaan (4).

$$\varphi_{\mu, \sigma}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

Setelah didapatkan nilai densitas probabilitas dan prior, hitung probabilitas masing-masing kelas dengan menggunakan persamaan (5).

$$P(C_i) \times P(C_i) \quad (5)$$

Nilai probabilitas terbesar adalah kelas yang sesuai. Sedangkan untuk data kategorial, hanya memerlukan semua kemungkinan yang terjadi.

Naïve Bayes adalah algoritma yang termasuk ke dalam supervised learning, maka akan dibutuhkan pengetahuan awal untuk dapat mengambil keputusan. Proses klasifikasi dengan Naïve Bayes dilakukan menggunakan data latih yang sebelumnya sudah dibagi menggunakan k- fold cross validation. Dalam melakukan pelatihan dan pengujian data, karakter akan diambil satu per satu dari fitur yang ada. Klasifikasi yang akan dilakukan adalah didasarkan ciri-ciri warna buah Pisang Raja yang menunjukkan buah Pisang Raja tersebut manis, sepat atau hambar. Terdapat 2 proses dalam klasifikasi ini yaitu: tahap training dengan memakai data yang ada, membangun metode untuk mengestimasi parameter dari distribusi peluangnya dengan asumsi bahwa adanya independensi dari masing-masing kelas (data dengan karakteristik yang sama). Dalam tahapan ini dilakukan estimasi pada parameter θ dengan Maximum Likelihood (ML), dan tahap prediksi yaitu proses menggunakan model yang sudah dibangun tersebut untuk melakukan tes data untuk memperkirakan/mengukur akurasi dari aturan yang dibentuk dalam model dengan menghitung peluang posterior kemudian mengklasifikasi kedalam peluang posterior terbesar MAPH (Maximum A Posteriori Hypothesis).

Evaluasi

Tahapan ini merupakan tahapan untuk menganalisis dan mengevaluasi model yang diperoleh dari masing model yang digunakan. Proses perhitungan akurasi hasil

klasifikasi menggunakan rumus Confusion matrix. Confusion matrix merupakan sebuah tabel yang terdiri atas banyaknya baris data uji yang diprediksi benar dan tidak benar oleh model klasifikasi. Tabel confusion matrix diperlukan untuk menentukan kinerja suatu model klasifikasi [40]. Ada empat istilah yang digunakan dalam confusion matrix yaitu:

1. True positive (TP): jumlah data positif yang benar diklasifikasi oleh classifier.
2. True negative (TN): jumlah data negatif yang benar diklasifikasi oleh classifier.
3. False positive (FP): jumlah data negatif yang salah diklasifikasi sebagai data positif.
4. False negative (FN): jumlah data positif yang salah diklasifikasi sebagai data negatif.

Contoh tabel confusion matrix prediksi kelas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Confusion matrix Prediksi Kelas

Kelas Sebenarnya	Positive	Negative
Positive	A : True Positive	B : False Negative
Negative	C : False Positive	D : True Negative

Berdasarkan tabel confusion matrik di atas akurasi dapat dihitung dengan persamaan (6) Seperti berikut :

$$Akurasi = \frac{\Sigma A + \Sigma D}{\Sigma A + \Sigma B + \Sigma C + \Sigma D} \times 100\% \quad (6)$$

Klasifikasi

Klasifikasi adalah suatu proses yang bertujuan untuk menentukan suatu objek kedalam suatu kelas atau kategori yang sudah ditentukan sebelumnya. Klasifikasi juga didefinisikan sebagai proses dari pembangunan terhadap suatu model yang mengklasifikasikan suatu objek sesuai dengan atribut-atributnya [41]. Ada 2 proses dalam klasifikasi, yaitu Proses learning/training Melakukan pembangunan model menggunakan data training [42]

RESULTS AND DISCUSSION




Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keberhasilan sistem dalam mengklasifikasi rasa dari buah pisang raja, apakah manis, sepat dan hambar. Skenario uji coba yang dilakukan dengan jumlah data gambar dari buah pisang raja, yaitu sebanyak 180 gambar. Masing-masing jumlah gambar dari tingkat kemanisan buah pisang raja seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Jumlah Data

No	Tingkat pisang raja	Jumlah
1	Manis	60
2	Sepat	60
3	Hambar	60
Jumlah Citra		180

Pengujian dilakukan dengan cara memisahkan data menjadi dua bagian yaitu 80% digunakan sebagai data latih dan 20% digunakan sebagai data uji. Beberapa sampel citra yang telah terkumpul seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Citra Buah Pisang Raja

Citra Buah Pisang Raja	Tingkat Kematangan Pisang Raja
	Manis (a)
	Sepat (b)
	Hambar (c)

Hasil Ekstraksi

Praproses dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan segmentasi. Segmentasi sangat diperlukan untuk menentukan piksel yang akan dianalisis. Pada tahap ekstraksi fitur dilakukan ekstraksi fitur yang berisi 5 nilai yaitu dari fitur warna R,G,B, mean dan fitur standar deviasi dari citra pisang raja. Untuk satu buah pisang raja, nilai ciri tersebut diperoleh dengan merata-ratakan atau menjumlahkan semua piksel yang ada, dan berdasar nilai inilah dilakukan pengenalan.

Berikut nilai hasil ekstraksi fitur dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Ekstraksi Fitur Citra Pisang Raja RGB

Citra Pisang Raja	Warna	Tingkat Kematangan
PR1	R = 180,72	Manis
	G = 161,23	Manis
	B = 149,33	Manis
PR2	R = 176,99	Manis
	G = 140,73	Manis
	B = 114,54	Manis
PR3	R = 194,28	Manis
	G = 167,72	Manis
	B = 144,28	Manis
	R = 186,97	Sepat

PR4	G = 174,21	Sepat
	B = 149,55	Sepat
PR5	R = 185,39	Sepat
	G = 168,06	Sepat
	B = 148,58	Sepat
PR6	R = 171,44	Sepat
	G = 161,31	Sepat
	B = 134,32	Sepat
PR7	R = 159,72	Hambar
	G = 166,45	Hambar
	B = 132,61	Hambar
PR8	R = 157,97	Hambar
	G = 160,83	Hambar
	B = 134,62	Hambar
PR9	R = 159,06	Hambar
	G = 160,42	Hambar
	B = 134,28	Hambar

Berikut nilai hasil ekstraksi fitur Mean dan Standar Deviasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Ekstraksi Fitur Citra Pisang Raja Mean dan STD

Citra Pisang Raja	Mean	STD
PR1	163,76	15,8471985
PR2	144,08	31,3600229
PR3	168,76	25,0162187
PR4	170,24	19,0227478
PR5	167,34	18,4154618
PR6	155,69	19,1875454
PR7	152,92	17,9136382
PR8	151,14	14,3780284
PR9	151,25	14,715058

Hasil Klasifikasi

Proses pelatihan bertujuan untuk konstruksi model klasifikasi. Berdasarkan informasi dalam Tabel 5, terlihat bahwa akurasi tertinggi diperoleh pada percobaan pertama, yaitu pada fold 1 dengan nilai 88%. Namun, untuk mengantisipasi potensi overfitting, kami melakukan perhitungan rata-rata dari tiga percobaan 3-fold cross-validation tersebut. Hasil rata-rata kemudian dibandingkan dengan nilai akurasi masing-masing model. Kami memilih fold 3 sebagai model Naive Bayes karena nilai akurasi pada fold 3 mendekati nilai rata-rata yang dihasilkan.

Tabel 4 Akurasi Klasifikasi Tingkat Kemanisan Buah Pisang Raja

Fold	Akurasi
1	88%
2	75%
3	80%
Rata-rata	81%

Pengujian hasil klasifikasi dilakukan terhadap 60 citra buah pisang raja yang diperoleh dari perbandingan data latih dan data uji sebesar 80% dan 20%. Data uji akan

diklasifikasikan terhadap data training.

Tabel 5 Confusion Matrix Klasifikasi Buah pisang raja

		Class Prediction			Total
		Manis	Sepat	Hambar	
Real Prediction	Manis	25	0	0	25
	Sepat	0	20	5	25
	Hambar	0	2	8	10

Berdasarkan Tabel 5 diketahui metode Naïve Bayes untuk tingkat kemanisan sepat dan hambar masing mempunyai kesalahan klasifikasi, hal ini terjadi karena fitur warna buah pisang raja yang manis berbeda warna dengan ciri warna buah pisang raja yang memiliki tingkat kemanisan sepat dan hambar

Evaluasi

Hasil klasifikasi dari tingkat kemanisan buah pisang raja tersebut kemudian dihitung nilai akurasi, dengan cara membagi jumlah dari data uji setiap kelas yang diklasifikasikan secara benar dengan total dari data uji. Berdasarkan hasil klasifikasi yang terlihat pada Tabel 5. diperoleh nilai akurasi untuk tiap tingkat kemanisan buah pisang raja seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 Akurasi Hasil Klasifikasi Buah Pisang Raja

Kelas	Akurasi
Manis	100%
Sepat	80%
Hambar	80%
Rata-rata	86.66%

Berdasarkan Tabel 6, dapat diamati bahwa tingkat akurasi pada kategori "manis" mencapai 100%, sementara pada kategori "sepat" dan "hambar" memiliki nilai akurasi masing-masing sebesar 80%. Rata-rata akurasi dari metode Naïve Bayes adalah 86,66%. Hasil klasifikasi menggunakan algoritma Naïve Bayes menunjukkan bahwa diperlukan ekstraksi fitur tambahan untuk memperkuat pembentukan model klasifikasi.

CONCLUSION

Secara merinci, analisis akurasi pada kategori buah pisang raja "manis" menunjukkan tingkat keberhasilan klasifikasi yang optimal, mencapai nilai puncak sebesar 100%. Sementara itu, kategori "sepat" dan "hambar" menghasilkan nilai akurasi yang cukup baik, masing-masing sebesar 80%. Rata-rata akurasi dari metode klasifikasi Naïve Bayes mencapai 86,66%. Hasil ini menandakan keberhasilan model dalam mengklasifikasikan berbagai kategori buah pisang raja. Meskipun demikian, kesimpulan dari analisis klasifikasi pisang raja menyoroti perlunya pertimbangan lebih lanjut terkait ekstraksi fitur tambahan untuk memperkuat kemampuan model dalam membedakan antara kategori buah pisang raja. Dengan demikian, peningkatan ekstraksi fitur dapat meningkatkan ketepatan dan ketelitian model klasifikasi Naïve Bayes, mendukung perbaikan kinerja dan ketangguhan model dalam menghadapi variasi karakteristik buah pisang raja yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wibisono, Aria. Filtering Spam Email Menggunakan Metode Naive Bayes. *Jurnal Teknologi Pintar*, 2023, 3.4.
- [2] Sagala, T. W., Manapa, E. A., Ardhana, V. Y. P., & Lewakabessy, G. (2020). Perbandingan implementasi manajemen pengetahuan pada berbagai industri. *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, 1(4), 327-335.
- [3] Ardhana, V. Y. P. (2019). Sistem Informasi Data Kependudukan Desa Berbasis Web. *SainsTech Innovation Journal*, 2(2), 1-5.
- [4] Ardhana, V. Y. P., Sapi'i, M., Hasbullah, H., & Sampetoding, E. A. (2022). Web-based library information system using Rapid Application Development (RAD) method at qamarul Huda university. *The IJICS (International Journal of Informatics and Computer Science)*, 6(1), 43-50.
- [5] Ardhana, V. Y. P. (2022). Evaluasi Usability E-Learning Universitas Qamarul Huda Menggunakan System Usability Scale (SUS). *Resolusi: Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi*, 3(1), 1-5.
- [6] Widodo, R. B., Quita, R. M., Amrizal, S., Gunawan, R. S., Wada, C., Ardiansyah, A., ... & Setiawan, E. (2019, March). Grasping and Attached Mode in Human-Computer Interaction in the Study of Mouse Substitution. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1196, No. 1, p. 012034). IOP Publishing.
- [7] Ardhana, V. Y. P., Sapi'i, M., & Mulyodiputro, M. D. (2021). Web Based UCloud Application Using CodeIgniter Framework. *SainsTech Innovation Journal*, 4(1), 126-129.
- [8] Manapa, E. S., Sampetoding, E. A. M., Natalin, M., Sinambela, B., Sitohang, D. I. L., Ambabunga, Y. A. M., & Ardhana, V. Y. P. (2020). Analisis Terhadap Metode Kuliah Daring dan Biaya Tranposrtasi Mahasiswa Indonesia Dalam Masa Pandemi COVID-19: Analysis on the Method of Online Learning and Transportation Budgets from Indonesian Students During the Pandemic COVID-19. *Journal Dynamic Saint*, 5(2), 985-991.
- [9] Ardhana, V. Y. P., Sapi'i, M., & Mulyodiputro, M. D. (2021). Sistem Informasi E-Learning Berbasis Web Pada Universitas Qamarul Huda Badaruddin. *SainsTech Innovation Journal*, 4(1), 115-119.
- [10] Ardhana, V. Y. P., & Sapi'i, M. (2021). Perancangan Aplikasi Keuangan Kampus Berbasis Web. *SainsTech Innovation Journal*, 4(2), 130-133.
- [11] Kumoro, D. T., Hasanah, U., & Ardhana, V. Y. P. (2021). Pelatihan Desain Grafis Bagi Santri Pondok Pesantren Pabelan. *Bakti Sekawan: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 13-16.
- [12] Ardhana, V. Y. P. (2021). Pengujian Usability Aplikasi Halodoc Menggunakan Metode System Usability Scale (SUS). *Jurnal Kesehatan Qamarul Huda*, 9(2), 132-136.
- [13] Ardhana, V. Y. P., & Yulianto, A. W. (2018). Analisis Perbandingan Quality of Service (QoS) Wifi Universitas Qamarul Huda Badaruddin Terhadap Hotspot 4G XL. *SainsTech Innovation Journal*, 1(1), 1-5.
- [14] Ardhana, V. Y. P. (2021). Perancangan Sistem Informasi Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Berbasis Web Pada Perguruan Tinggi. *SainsTech Innovation Journal*, 4(2), 171-174.

- [15] Ardhana, V. Y. P. (2021). Perancangan Sistem Informasi Rekam Medis Puskesmas Berbasis UML. *SainsTech Innovation Journal*, 4(1), 97-104.
- [16] Ardhana, V. Y. P. (2019). Sistem Informasi Manajemen Kepegawaian Berbasis Web di BPR Kabupaten Lombok Tengah. *SainsTech Innovation Journal*, 2(1), 1-4.
- [17] Ardhana, V. Y. P., & Mulyodiputro, M. D. (2023). Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Universitas Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB). *Journal of Informatics Management and Information Technology*, 3(2), 70-76.
- [18] Ardhana, V. Y. P. (2021). Perancangan Sistem Informasi Apotek Qamarul Huda Menggunakan Unified Modeling Language (UML). *Jurnal Kesehatan Qamarul Huda*, 9(2), 115-119.
- [19] Idris, A. I., Sampetoding, E. A., Ardhana, V. Y. P., Maritsa, I., Sakri, A., Ruslan, H., & Manapa, E. S. (2022). Comparison of Apriori, Apriori-TID and FP-Growth Algorithms in Market Basket Analysis at Grocery Stores. *The IJICS (International Journal of Informatics and Computer Science)*, 6(2), 107-112.
- [20] Afriansyah, M., Ardhana, V. Y. P., & Saputra, J. (2022). Pengukuran Kualitas Website Universitas Qamarul Huda Badaruddin Menggunakan Metode Webqual 4.0. *SainsTech Innovation Journal*, 5(1), 175-182.
- [21] Ardhana, V. Y. P. (2022). Analisis Usability Testing pada SITIDES Menggunakan System Usability Scale dan PIECES Framework. *Bulletin of Informatics and Data Science*, 1(2), 89-97.
- [22] Ardhana, V. Y. P., & Mulyodiputro, M. D. (2023). Pelatihan E-Commerce dan Marketplace Bagi Masyarakat Muda Desa Dasan Baru Kediri. *Jurnal Pengabdian Literasi Digital Indonesia*, 2(1), 1-6.
- [23] Ardhana, V. Y. P. (2022). Sistem Informasi Kebencanaan Berbasis Android Menggunakan Metode Extreme Programming. *Jambura Journal of Informatics*, 4(2), 61-69.
- [24] Syam, N. S., Ardhana, V. Y. P., Sampetoding, E. A., Nazhim, M. S., Risqullah, A. M., Sakawati, M. G., ... & Mulyodiputo, M. D. (2022). Model Support Vector Machine untuk Prediksi pada Penggunaan Energi Listrik di Rumah Hemat Energi. *Jurnal Informatika*, 1(2), 56-59.
- [25] Ardhana, V. Y. P., Saputra, J., & Afriansyah, M. (2022). Klasifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Tekstur Tulang Daun Menggunakan Metode Learning Vector Quantization (LVQ). *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 4(1), 220-228.
- [26] Ardhana, V. Y. P., & Mulyodiputro, M. D. (2022). Pelatihan Pengenalan Internet Dan Microsoft Office Bagi Siswa SMP Al Mutmainnah. *Bakti Sekawan: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 71-74.
- [27] Ardhana, V. Y. P., Syam, M. Y., Ramadani, E. F., Sampetoding, E. A., Syahril, M., Manapa, E. S., & Mardzuki, R. (2022). Prediksi Flight Delay Berbasis Algoritma Neural Network. *Journal of Informatics, Electrical and Electronics Engineering*, 2(1), 26-30.
- [28] Saputra, J., Ardhana, V. Y. P., & Afriansyah, M. (2022). Komunikasi Media Sosial dan Dampak Terhadap Niat Pembelian Konsumen. *SainsTech Innovation Journal*, 5(1), 192-200.

- [29] Ardhana, V. Y. P., Sampetoding, E. A., Kumoro, D. T., & Alamsyah, N. (2022). Model Berbasis Fuzzy Tsukamoto Untuk Perhitungan Besaran Gaji Dosen Pada Perguruan Tinggi Swasta. *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, 3(3), 311-318.
- [30] Ardhana, V. Y. P. (2021). Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet di SMP Al Mutmainnah. *SainsTech Innovation Journal*, 4(2), 139-143.
- [31] Ardhana, V. Y. P., Harianto, F. A. S., Pratama, R. A., Sutrisno, I., Endrasmono, J., & Soekarta, R. (2021, August). Design automatic waitress in android based restaurant using MQTT communication protocol. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1175, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.
- [32] Ardhana, V. Y. P., Manapa, E. S., Sagala, T. W., Sihaan, Y. A., & Sampetoding, E. A. M. (2020). Evaluasi Kinerja Protokol Perutean AODV dan SDGR+ R pada VANET dengan Studi Kasus Pelabuhan Lembar. *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 2(1), 59-67.
- [33] Sampetoding, E. A. M., Ardhana, V. Y. P., Pongtambing, Y. S., & Pitrianti, S. (2023). Artificial Intelligence dalam Perpektif Transdisiplin Ilmu. *SainsTech Innovation Journal*, 6(2), 353-362.
- [34] Ardhana, V. Y. P., & Mulyodiputro, M. D. (2023). Pelatihan Perakitan Komputer Untuk Meningkatkan Keterampilan Bagi Santri di Ponpes Al Mutmainnah. *Jurnal Pengabdian Literasi Digital Indonesia*, 2(2), 49-54.
- [35] Saputra, J., Sa'adati, Y., Ardhana, V. Y. P., & Afriansyah, M. (2023). Klasifikasi Kematangan Buah Alpukat Mentega Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berdasarkan Warna Kulit Buah. *Resolusi: Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi*, 3(5), 347-354.
- [36] Afriansyah, M., Saputra, J., Sa'adati, Y., & Ardhana, V. Y. P. (2023). Optimasi Algoritma Nai? ve Bayes Untuk Klasifikasi Buah Apel Berdasarkan Fitur Warna RGB. *Bulletin of Computer Science Research*, 3(3), 242-249.
- [37] Ardhana, V. Y. P. (2022). Mengukur Tingkat Kepuasan Pengguna SIGESIT Kabupaten Bima Menggunakan System Usability Scale Dan Pieces Framework. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(5), 1479-1486.
- [38] Ardhana, V. Y. P., & Mulyodiputro, M. D. (2022). DESKTOP-BASED PLANTATION MONITORING INFORMATION SYSTEM DESIGN. *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, dan Aplikasinya (JTika)*, 4(1), 107-112.
- [39] Ardhana, V. Y. P. (2021). Pemodelan Activity Diagram Untuk Perancangan Sistem Informasi Rekam Medis Pada Klinik. *Jurnal Kesehatan Qamarul Huda*, 9(2), 106-109.
- [40] Ardhana, V. Y. P., Firmansyah, D., & Maryam, S. (2019). Analisis Distribusi Spasial Keanekaragaman Tanaman Obat Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Desa Prabu Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah. *SainsTech Innovation Journal*, 2(2), 6-14.
- [41] Ardhana, V. Y. P., & Mulyodiputro, M. D. (2023). Pengujian Usability Sistem Informasi Akademik (SISKA) Universitas Qamarul Huda Badaruddin Menggunakan System Usability Scale (SUS). *SainsTech Innovation Journal*, 6(2), 421-427.
- [42] Ardhana, V. Y. P., Mulyodiputro, M. D., & Hidayati, L. (2023). Optimalisasi Digital Marketing Bagi Generasi Z Dalam Pengembangan Pemasaran Berbasis Teknologi. *Jurnal Pengabdian Literasi Digital Indonesia*, 2(2), 144-159.

- [43] Talaud, B. K. K. (2022). Rancang Bangun Aplikasi Pengolahan Data Penduduk Desa. *Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis (JIKB)*, 13(2), 83-88.
- [44] Hayami, Regiolina, and Irzi Gunawan. "Klasifikasi jamur menggunakan algoritma naïve bayes." *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)* 3.1 (2022): 28-33.
- [45] Oikonomidis, Alexandros, Cagatay Catal, and Ayalew Kassahun. "Deep learning for crop yield prediction: a systematic literature review." *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 51.1 (2023): 1-26.
- [46] Hakim, Zainul, Sri Rahayu, and Kusuma Irawati. "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pisang Kepok Menggunakan Algoritma Naive Bayes." *Academic Journal of Computer Science Research* 4.1 (2022).
- [47] Arifin, Andhini Asri Awaliyah, Wiwin Handoko, and Zulfan Efendi. "Implementasi Metode Naive Bayes Untuk Klasifikasi Penerima Program Keluarga Harapan." *J-Com (Journal of Computer)* 2.1 (2022): 21-26.
- [48] Widodo, Agung Satrio, Dahnial Syauqy, and Eko Setiawan. "Pengembangan Sistem Klasifikasi Rasa Buah Jeruk Peras Jenis Baby Java menggunakan Diameter Buah dan Nilai Sensor Tegangan berbasis Arduino Uno dengan Metode Naïve Bayes." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 7.4 (2023): 1577-1585.
- [49] Kuswanto, Teguh Junian. *Klasifikasi Citra Buah Sawit Berdasarkan Ketebalan Daging Buah Menggunakan Algoritma Naïve Bayes*. Diss. Universitas Teknologi Digital Indonesia, 2023.