

IDENTIFIKASI JENIS BUAH APEL BERDASARKAN EKSTRAKSI CIRI BENTUK DAN WARNA MENGGUNAKAN METODE KLASIFIKASI NAIVE BAYES

Maulana Fansyuri¹ and Devi Yunita²

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jalan Raya Puspittek No. 46 Buaran, Serpong, Tangerang Selatan, Banten
e-mail: dosen02359@unpam.ac.id

Abstract

*One of the innovations that is growing so fast is picture handling. Many electronic elements, such as scanners, sophisticated cameras, and computerized magnifying instruments. Today, image processing is an important tool in many fields of science, such as software engineering, electrical and electronic design, mechanical technology, physical science, science, ecological science, science, and brain research. One of the image processing techniques in the application of technology is the introduction of the type of fruit, one of which is an apple. Apples (*Malus Domestica*) are one of the superior types of fruit and are very popular and eaten by residents. Coupled with the application of data mining in apple image recognition, it can improve the quality of its accuracy. The method applied in this study for the problem of the apple image recognition process is to extract the HSV and RGB color models by adding eccentricity, area and metric shape features to increase the level of accuracy in apple image recognition. The results of the color and shape extraction of the fruit are classified using the Naïve Bayes method using 600 fruit image data which is a data set of 6 different types of apples, the dataset will be divided into 480 test data and 120 training data. With the Confusion Matrix method, the results of the Naïve Bayes analysis method produce an accuracy rate of 77.5% with a good classification category.*

Keywords: Image Processing, Apple, Naïve Bayes, Confusion Matrix

Abstrak

Salah satu inovasi yang berkembang begitu cepat adalah picture handling. Banyak elemen elektronik, seperti pemindai, kamera canggih, dan instrumen pembesar terkomputerisasi. Saat ini, pengolahan gambar adalah perangkat penting di banyak bagian sains, seperti rekayasa perangkat lunak, perancangan listrik dan elektronik, teknologi mekanik, ilmu fisika, sains, ilmu ekologi, sains, dan penelitian otak. Salah satu teknik pengolahan citra dalam penerapan teknologi adalah pengenalan jenis buah, yang salah satunya adalah buah apel. Apel (*Malus Domestica*) merupakan salah satu tipe buah yang unggul serta sangat digemari serta disantap warga. Ditambah dengan penerapan data mining dalam pengenalan citra buah apel, dapat meningkatkan kualitas akurasi. Metode yang di terapkan didalam penelitian ini untuk masalah proses pengenalan citra buah apel adalah mengekstraksi model warna HSV dan RGB dengan menambahkan fitur bentuk eccentricity, area dan metric untuk menaikkan tingkat akurasi dalam pengenalan citra buah apel. Hasil ekstraksi warna dan bentuk buah tersebut diklasifikasikan menggunakan metode Naïve Bayes dengan menggunakan 600 data citra buah yang merupakan data set dari 6 jenis buah apel yang berbeda, dataset tersebut akan dibagi menjadi 480 data tes dan 120 data training. Dengan metode Confusion Matrix, hasil Analisa metode Naïve Bayes menghasilkan tingkat akurasi sebesar 77,5% dengan kategori klasifikasi yang baik.

Kata Kunci: Pengolahan Citra, Apel, Naïve Bayes, Confusion Matrix

1. PENDAHULUAN

Pengolahan gambar adalah pengolahan yang melibatkan gambar sebagai informasi dan berbagi foto sebagai hasilnya [1]. Saat ini, pengolahan gambar adalah perangkat penting di banyak bagian sains, seperti rekayasa perangkat lunak, perancangan listrik dan elektronik, teknologi mekanik, ilmu fisika, sains, ilmu ekologi, sains. Pengolahan gambar dapat diterapkan dalam berbagai hal, seperti bunga, buah, pohon, benda, dan objek-objek lainnya. Salah satu objek yang dapat diterapkan dalam pengolahan gambar adalah buah, khususnya buah apel yang banyak sekali manfaatnya bagi manusia.

Apel (*Malus Domestica*) merupakan salah satu tipe buah yang unggul serta sangat digemari serta disantap warga. Buah apel banyak digemari warga karna rasanya yang bermacam-macam. Buah apel sendiri mempunyai banyak nutrisi serta bermacam berbagai vit antara lain lemak baik dan karbohidrat, protein, vitamin C, vitamin A, vitamin B1, vitamin B2 serta masih banyak lagi [3]. Untuk menerapkan pengolahan citra buah apel, metode yang digunakan adalah metode data mining.

Data mining adalah pemeriksaan mengevaluasi bermacam-macam information untuk membuat ikatan yang tak seperti biasa dan menyingkat information dengan berbagai langkah dengan teknik yang tidak terduga dibandingkan dengan lebih dahulu, yang bisa dibenarkan serta berguna bagi pengguna informasi [4]. Banyak metode data mining yang digunakan dalam pengolahan citra. Salah satunya adalah metode Naïve Bayes, metode ini cukup familiar di antara para peneliti yang menggunakan klasifikasi data mining.

Salah satunya adalah riset yang dilakukan pada penelitian di Perguruan tinggi di daerah Riau untuk mengetahui tingkat kepuasan mahasiswa. Langkah-langkah yang digunakan dalam riset ini dengan mengumpulkan informasi yang diambil dari questioner dari sebagian perguruan tinggi di Provinsi Riau. Informasi tersebut setelah itu dianalisa memakai metode Naïve Bayes. Pada sesi pengujian pada metode ini, menggunakan beberapa variabel dalam penilaiannya, yaitu accuracy, precision serta recall. Metode naïve bayes mempunyai nilai performa yang baik. Informasi yang digunakan pada riset tersebut berjumlah 213 informasi mahasiswa dari sebagian perguruan tinggi di wilayah Riau. Hasil pengujian klasifikasi

memakai naïve bayes yaitu accuracy 96, 24%, precision 93, 14%, serta recall 98, 96% [6].

Banyak penelitian yang menggunakan metode Naïve Bayes untuk penerapan klasifikasi pada bidang-bidang tertentu. Dalam penelitian ini, objek penelitiannya adalah pada varietas buah apel, dikarenakan banyaknya jenis buah apel yang bisa dikonsumsi masyarakat. Di Indonesia yang mempunyai pusat budidaya apel terbanyak terdapat di wilayah Malang, dimana banyak tipe apel yang diminati disitu. Dari jenis-jenis buah apel tersebut tidak hanya bisa disantap secara mentah/ langsung, buah tersebut dapat disantap dengan mencernanya terlebih dulu ialah semacam manisan, keripik buah apel serta minuman. Apel itu banyak sekali jenisnya, sulit bagi orang awam untuk mengelompokkan jenis-jenis apel tersebut. Salah satu metode buat mengklasifikasikan jenis-jenis buah apel ialah dengan menggunakan teknologi komputer.

Dengan adanya penerapan teknologi untuk melakukan mengelompokkan jenis dari varietas buah apel, diharapkan dalam melakukan pengelompokan jenis buah apel yang dengan dilakukan oleh petani buah dapat dilakukan dengan cepat dan akurat. Sehingga dengan adanya metode pengelompokan buah apel ini, dapat meningkatkan produktivitas buah apel. Dengan meningkatnya produktivitas buah apel, maka dapat menambah daya jual petani ke masyarakat sehingga dapat juga meningkatkan perekonomian para petani.

2. PENELITIAN YANG TERKAIT

Berikut ini adalah beberapa penelitian terdahulu sesuai dengan materi yang diteliti:

1. Pada penelitian yang dilakukan oleh Novan Wijaya, dkk, dengan judul “Klasifikasi Jenis Buah Apel Dengan Metode K-Nearest Neighbors”. Fitur Hue Saturation Value (HSV) dan Local Binary Pattern (LBP) digunakan pada penelitian ini sebagai ekstraksi fitur warna dan bentuk pada buah yang kemudian akan dijadikan ciri dari warna dan bentuk buah apel yang akan diteliti. Metode K-Nearest Neighbor (K-NN) adalah salah satu metode penelitian pada kecerdasan buatan yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengklasifikasikan nilai-nilai yang didapat dari hasil ekstraksi fitur HSV dan LBP. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah 800 citra, yang terdiri dari 600 citra latih dan 200 citra uji. Hasil evaluasi yang didapat dari metode K-Nearest Neighbor ini untuk Secara

- keseluruhan dapat dilihat bahwa rata-rata nilai Precision yang di dapat sebesar 94%, Recall sebesar 100%, dan Accuracy sebesar 94 %.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Alifa Puteri Bilqis Salsabila, Rika Desma Yunita dan Chaerur Rozikin dengan judul penelitiannya adalah Identifikasi Citra Jenis Bunga menggunakan Algoritma KNN dengan Ekstraksi Warna HSV dan Tekstur GLCM. K-Nearest Neighbor (KNN) adalah metode klasifikasi objek berdasarkan jarak terdekat dengan objek atau fitur, data yang digunakan paling umum dalam data pembelajaran. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah morfologi menggunakan ekstraksi ciri warna dan ciri tekstur dan selanjutnya digunakan klasifikasi K-Nearest Neighbor agar hasil yang didapat lebih optimal. Hasil yang didapat penelitian Identifikasi Citra Jenis Bunga menggunakan Warna HSV dan Tekstur GLCM ialah identifikasi citra digital jenis bunga menggunakan metode ekstraksi ciri terhadap warna dan tekstur berhasil dilakukan dengan pembagian data 70:30 dan 60:40 serta pengujian pada nilai K-3, K-5, K-7. Mendapatkan akurasi terbaik pada pembagian data 70:30 dengan menggunakan nilai K-7 sebesar 71%
 3. Penelitian yang dilakukan oleh Husnibes Muchtar dan Fachri Said dengan judul Sistem Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Robert Filter dan Framing Image Berbasis Pengolahan Citra Digital. Dalam sistem identifikasi ini penulis menggunakan metode Robert filter dan framing image. Terdapat beberapa tahapan dalam sistem identifikasi ini yaitu pengambilan gambar, pemotongan, grayscale, pengembangan, Robert filter, framing image, dan pengenalan pola. Analisa kemampuan sistem identifikasi ini dilakukan pada beberapa tahap yaitu pengujian pada jarak horizontal dengan sudut 0° , pengujian jarak horizontal dengan sudut 10° , dan pengujian jarak vertikal dengan sudut 0° . Dari hasil pengujian diperoleh hasil penyimpangan rata – rata terkecil dalam setiap tahap pengujiannya
 4. Penelitian yang dilakukan oleh Johan Wahyudi dan Ihdahubbi Maulida dengan judul penelitiannya adalah Pengenalan Pola Citra Kain Tradisional Menggunakan GLCM Dan KNN. Penelitian ini bertujuan mengenali pola sasirangan dari banyaknya pola kain tradisional di Indonesia. Dengan penerapan ekstraksi fitur Grey Level Cooccurrence Matrices (GLCM) dengan metode klasifikasi menggunakan KNN untuk mencari jarak sehingga mendapatkan tingkat akurasi dari hasil klasifikasi. Hasil dari penelitian ini yaitu, penerapan metode KNN dengan ekstraksi fitur ekstraksi Gray Level Co-Occurrence Matriks (GLCM) mampu membantu mempermudah dalam membedakan motif sasirangan dengan kain tradisional lainnya, tetapi masih memiliki kekurangan hasil keakurasian yang didapat dari penelitian ini sebesar 63%.
 5. Penelitian yang dilakukan oleh Rana Angely Syawalia, Sabilal Rasyad dan Destra Andika Pratama dengan judul Implementasi Fuzzy Logic pada Sistem Sortir Otomatis Alat Penghitung Jumlah Buah Apel. Proses produksi yang masih memakai tenaga manusia (konvensional) dalam proses penyortiran menjadi salah-satu kendala Indonesia untuk dapat mengeksport produk buah apel lokal. Cara untuk meningkatkan nilai ekonomis buah apel terutama di pasar ekspor salah satunya dengan melakukan sortasi. Berdasarkan permasalahan tersebut, dibuat sebuah sistem sortir otomatis yang dapat memisahkan buah apel berdasarkan berat dan warna. Sistem ini menggunakan metode fuzzy logic untuk proses penyortiran, dimana alat akan menyortir otomatis berdasarkan keputusan rules yang sudah diberikan dengan menggunakan algoritma If-Then. Kontroler pengolah data yang digunakan berupa Arduino Mega 2560. Data inPut utama yang digunakan berasal dari sensor load cell dan sensor warna TCS3200. Sedangkan eksekutor pemilih berupa 2 buah motor servo MG996. Permasalahan yang terdapat pada alat ini terletak pada sensor TCS3200 yang sangat sensitif. Jarak dan cahaya dapat mempengaruhi hasil nilai RGB yang didapat. Namun, meskipun terdapat kendala alat ini dapat menyortir buah apel dengan tingkat keberhasilan sebesar 90%
 6. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Siddik, dkk dengan judul penelitiannya yaitu Klasifikasi Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pelayanan Perguruan Tinggi Menggunakan Algoritma Naive Bayes. Tujuan dari penelitian ini adalah data Kualitas pelayanan terhadap mahasiswa merupakan peranan penting untuk kelangsungan suatu institusi

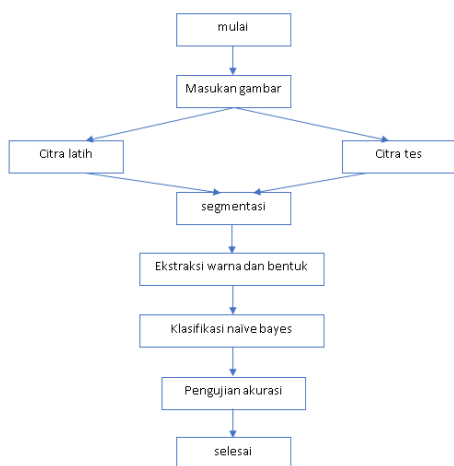
- pendidikan. Mahasiswa merupakan titik sentral pengelolaan perguruan tinggi sebagai pelanggan utama. Jika institusi pendidikan memiliki kualitas pelayanan yang baik, dengan sendirinya tercapai kepuasan mahasiswa. Metode data mining yang digunakan untuk melakukan klasifikasi data adalah naïve bayes classifier. Metode naïve bayes memiliki nilai performa yang baik. Kelebihan dari metode naïve bayes yaitu, sangat sederhana, mudah untuk digunakan dan cepat. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah 213 mahasiswa dari beberapa perguruan tinggi di Riau. Hasil pengujian klasifikasi menggunakan naïve bayes adalah accuracy 96,24%, precision 93,14 %, dan recall 98,96%.
7. Penelitian yang dilakukan oleh Tia Imandasari, dkk dengan judul Algoritma Naive Bayes Dalam Klasifikasi Lokasi Pembangunan Sumber Air. Dengan menggunakan teknik data Mining khususnya klasifikasi menggunakan algoritma Naive Bayes dapat dilakukan prediksi terhadap kelayakan lokasi pembangunan sumber air bersih berdasarkan data yang ada. Naive bayes adalah teknik prediksi probabilistik sederhana yang berdasarkan pada teorema Bayes dengan asumsi independen si (ketidak tergantungan) yang kuat. Berdasarkan hasil dari perhitungan menggunakan algoritma Naive Bayes, diperoleh hasil klasifikasi dari 19 alternatif yang digunakan, dimana terdapat 8 kelas Layak dan 11 Tidak Layak dengan total Accuracy yang diperoleh sebesar 78,95%. Dari hasil yang diperoleh, diharapkan penelitian ini dapat membantu pihak PDAM Tirta Lihou dalam menentukan lokasi yang layak dilakukan pembangunan sumber air sehingga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya yang berkaitan dengan pengguna algoritma yang digunakan.
 8. Penelitian yang dilakukan oleh Darnisa Azzahra Nasution, dkk dengan judul penelitiannya Perbandingan Normalisasi Data Untuk Klasifikasi Wine Menggunakan Algoritma K-NN. Metode praproses yang digunakan adalah transformasi data dengan normalisasi. Ada tiga cara yang dilakukan dalam transformasi data dengan normalisasi, yaitu min-max normalization, z-score normalization, dan decimal scaling. Data yang telah diproses dari setiap metode normalisasi akan dibandingkan untuk melihat hasil akurasi terbaik klasifikasi dengan menggunakan algoritma KNN. K yang digunakan dalam perbandingan adalah 1, 3, 5, 7, 9, 11. Sebelum dilakukan pengklasifikasian data set wine yang telah dinormalisasi dibagi menjadi data uji dan data latih dengan k-fold cross validation. Pembagian data menggunakan k sama dengan 10. Hasil pengujian klasifikasi dengan algoritma K-NN menunjukkan, bahwa akurasi terbaik terletak pada dataset wine yang telah dinormalisasi menggunakan metode min-max normalization dengan K = 1 sebesar 65,92%. Ratarata yang diperoleh, yaitu 59,68%.
 9. Penelitian yang dilakukan oleh Yelly N. Nabuasa dengan judul Pengolahan Citra Digital Perbandingan Metode Histogram Equalization Dan Spesification Pada Citra Abu-Abu. Perangkat lunak dapat melakukan peningkatan kontras citra dengan metode histogram equalization. Hasil yang diberikan oleh metode histogram equalization dapat meningkatkan kualitas citra, sehingga informasi yang ada pada citra lebih jelas terlihat. Tetapi tidak semua citra digital memiliki tampilan visual yang memuaskan mata manusia. Ketidakpuasan itu dapat timbul karena adanya noise, kualitas pencahayaan pada citra digital yang terlalu gelap atau terlalu terang. Sehingga diperlukan metode untuk dapat memperbaiki kualitas citra digital tersebut. Untuk meningkatkan kualitas citra dari sisi kontras warna maka kita bisa memberikan perlakuan pada histogramnya. Perlakuan yang dimaksud di dalam penelitian ini adalah equalization histogram pada citra dalam level ke-abu-an (grayscale). Histogram citra dikatakan baik bila mampu melibatkan semua level atau aras yang mungkin pada level ke-abu- an. Tentu saja tujuannya agar mampu menampilkan detail pada citra sehingga mudah untuk diamati. Proses segmentasi dan perbaikan citra digital ini dilakukan dengan menggunakan MATLAB.
 10. Penelitian yang dilakukan oleh Evan Purnama Ramdan, Inti Mulyo Arti dan Risnawati dengan judul Identifikasi Dan Uji Virulensi Penyakit Antraknosa Pada Pascapanen Buah Cabai. Penelitian ini

bertujuan untuk mengidentifikasi dan menguji tingkat virulensi dari antraknosa pada pascapanen cabai. Sampel buah cabai diambil dari pasar Pal Depok yang kemudian diisolasi untuk mendapatkan isolat jamur patogen. Patogen yang berhasil diisolasi kemudian dimurnikan untuk secara morfologis ditandai dari morfologi dan konidia. Setelah patogen diidentifikasi maka tingkat virulensi patogen dihitung dengan menghitung lesi yang muncul akibat infeksi apel patogen. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa penyebab antraknosa adalah *C. acutatum* dan *C. gloeosporioides*. Tingkat virulensi yang rendah (Hyvovirulence) adalah hasil dari kedua jamur. *C. gloeosporioides* memiliki kemampuan untuk menyebabkan lesi yang lebih besar (0.9333 cm) dibandingkan dengan *C. acutatum* (0.8667 cm).

3. METODE PENELITIAN

Teknik pengenalan citra yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu melakukan kombinasi metode morfologi untuk proses segmentasi ekstraksi citra dan metode klasifikasi naïve bayes untuk memperkuat tingkat keakuratan data hasil pengolahan citra. Metode dalam penelitian ini dilakukan dalam dua fase, yaitu fase pelatihan dan fase pengujian. Dalam fase pelatihan, tahapan yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan model berdasarkan subset citra yang disebut citra latih.

Ada beberapa tahapan dalam proses Analisa citra buah apel berdasarkan warna dan bentuk, tahapan tersebut termuat dalam diagram alur seperti di bawah ini:



Gambar 1. Metode Penelitian

Secara keseluruhan, tahap-tahap proses pengenalan citra yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Langkah pertama adalah menyiapkan data set gambar yang akan di analisa. Sumber data set adalah dari Mendeley Data, dipublikasikan pada tahun 2018, Kontributor dataset ini adalah Mihai Oltean, seorang peneliti dari Academic Centre for Dentistry Amsterdam (ACTA) – Belanda. Dataset gambar yang digunakan adalah 6 gambar buah apel dan melakukan pengambilan gambar sebanyak 600 kali. Gambar bunga yang diambil tersebut memiliki background yang kompleks sehingga untuk proses selanjutnya harus memisahkan background dan objek (foreground) dari gambar tersebut.
2. Dari 600 gambar yang telah diambil tersebut akan dipisahkan menjadi dua bagian, yaitu data latih yang terdiri dari 480 gambar dan data tes yang terdiri dari 20 gambar.
3. Dari setiap gambar latih dan tes tersebut akan dilakukan segmentasi untuk memisahkan objek (foreground) dan background menggunakan metode K-Means Clustering.
4. Setelah data citra biner didapatkan dari hasil segmentasi, proses selanjutnya adalah melakukan seleksi warna dan bentuk dari data tersebut, dimana data yang diambil dari fitur warna adalah data rata-rata dari HSV dan data rata-rata dari RGB dan HSV, serta fitur bentuk yang diambil adalah dari eccentricity, area dan metric.
5. Langkah selanjutnya adalah penerapan metode naïve bayes dari data fitur warna dan bentuk yang telah didapat.

Setelah dilakukan pengolahan data menggunakan algoritma naïve bayes, akan didapatkan nilai akurasi data hasil ekstraksi dengan data citra bunga sebenarnya.

Metode Morphologi

Tahap proses segmentasi ekstraksi fitur peneliti menggunakan metode morfologi, adapun tahap proses metode morfologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membaca citra asli
2. Mengonversi RGB dari citra tersebut menjadi grayscale
3. Melakukan segmentasi citra menggunakan algoritma *K-Means Clustering* yang bertujuan untuk membagi dua region cluster yaitu kluster 1 untuk region

berwarna biru yang menunjukkan *background* data gambar tersebut dan kluster 2 untuk reguion berwarna kuning yang menunjukkan objek (*foreground*) dari gambar tersebut.

4. Memilih region kluster yang memiliki luas paling kecil untuk menunjukkan bahwa region tersebut adalah objek (*foreground*) dari data yang akan diolah.
5. Melakukan proses filtering dengan menggunakan median filter pada citra tersebut.
6. Melakukan proses operasi morfologi dengan tujuan untuk menghilangkan noise pada hasil filtering sehingga mendapatkan hasil segmentasi yang lebih akurat.
7. Mendapatkan data citra biner hasil operasi morfologi tersebut

Metode Naïve Bayes

Tahapan proses metode klasifikasi naïve bayes yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Setelah mendapat data buah hasil ekstraksi fitur warna dan bentuk, langkah pertama dalam Analisa metode Naïve Bayes adalah menghitung nilai probabilitas (prior) dari setiap variable dari data tes yang didapat dari hasil ekstraksi citra
2. Karena data hasil ekstraksi citra merupakan data numerik, maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai rata-rata (*mean*) dari setiap variable dengan persamaan

$$\mu = \sum_{i=1}^n xi \dots\dots\dots(1)$$

3. Kemudian menghitung standar deviasi dari setiap variable tersebut dengan persamaan.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(xi-\mu)^2}{2} \dots\dots\dots(2)}$$

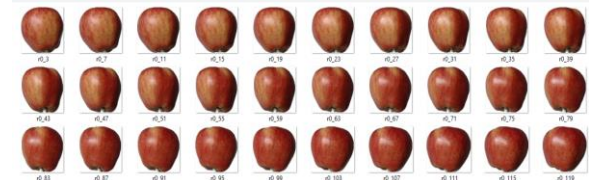
4. Kemudian menghitung Densitas probabilitas dari setiap jenis jenis citra buah dengan mengambil sampel dari data citra latih untuk menentukan keakuratan data berdasarkan data tes yang sudah diolah dengan persamaan

$$p(x = v | c) = \frac{1}{\sqrt{2\mu\sigma^2}} \exp \frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \dots\dots\dots(3)$$

Probabilitas yang dihasilkan dari perhitungan Densitas Probabilitas dan memiliki nilai paling besar akan menunjukkan jenis dari citra tersebut

4. HASIL DAN PEMBAHASAN
Data Citra Collection

Data set yang digunakan terdiri dari 6 jenis jenis citra buah dan masing-masing jenis memiliki 100 citra buah sehingga total data citra yang digunakan sebagai data set berjumlah 600 data. Dari seluruh data set ini kemudian dibagi menjadi 2 bagian yaitu 80% akan digunakan sebagai data tes yaitu sebanyak 480 data citra dan 20% akan digunakan sebagai data latih yaitu sebanyak 120 data citra.



Gambar 2. Contoh Dataset

Ekstraksi warna dan bentuk

Selanjutnya adalah melakukan proses ekstraksi warna dan bentuk menggunakan metode morfologi yang bertujuan untuk menghilangkan noise pada gambar yang sudah di filter sehingga dapat memberikan hasil segmentasi yang lebih akurat. Tahap akhir dari segmentasi ini adalah mendapatkan data citra biner dari hasil operasi morfologi citra.

Hasil dari ekstraksi citra, selanjutnya dibuat data citra training yang merupakan data hasil segmentasi menggunakan metode K-Means Clustering dan ekstraksi citra yang telah disederhanakan agar proses Analisa menggunakan metode naïve bayes lebih terfokus. Data ini berisi fitur warna yang terdiri dari nilai Mean H, Mean S, Mean V, Mean B, Mean R, Mean G dan fitur bentuk dari citra buah yang terdiri dari eccentricity, area dan metric.

Tahap akhir dari segmentasi ini adalah mendapatkan data citra biner dari hasil operasi morfologi citra

Tabel 1. Contoh data hasil segmentasi

No Jenis	NOMOR BUAH	RedMean	RedMax	RedMin	GreenMean	GreenMax	GreenMin	BlueMean	BlueMax	BlueMin	HueMean	HueMax	HueMin
1	BraeburnAppl 0.103	125,59	242	40	11,66	175	0	25,94	159	0	0,1088	0,9988	0
2	BraeburnAppl 0.107	126,69	247	41	11,57	179	0	25,35	166	0	0,0975	0,9968	0
3	BraeburnAppl 0.11	142,38	255	33	17,21	212	0	17,24	177	0	0,083	0,9986	0
4	BraeburnAppl 0.111	128,83	245	41	11,54	175	0	25,39	163	0	0,094	0,9989	0
5	BraeburnAppl 0.113	125,29	244	40	11,91	172	0	25,68	158	0	0,0899	0,9988	0
6	BraeburnAppl 0.119	126,31	245	40	12,29	181	0	26,07	165	0	0,0929	0,9987	0

No Jenis	SaturationMean	SaturationMax	SaturationMin	ValueMean	ValueMax	ValueMin	Area	Perimeter	Eccentricity
1	BraeburnAppl 0.82	1	0,2949	0,4935	0,949	0,1569	123406	1441,81	0,4753
2	BraeburnAppl 0.8246	1	0,3117	0,4929	0,9686	0,1608	125075	1407,9	0,4851
3	BraeburnAppl 0,7985	1	0,2857	0,5584	1	0,1294	118502	1528,29	0,5569
4	BraeburnAppl 0,8247	1	0,2949	0,4935	0,9608	0,1608	123255	1440,08	0,489
5	BraeburnAppl 0,8221	1	0,2917	0,4913	0,9569	0,1569	123494	1421,09	0,486
6	BraeburnAppl 0,8198	1	0,3082	0,4914	0,9608	0,1569	123446	1382,03	0,496

Klasifikasi Naïve Bayes

Variable yang digunakan dalam perhitungan naïve bayes menggunakan fitur warna yang terdiri dari Mean H, Mean S, Mean V, Mean R, Mean G, Mean B dan fitur bentuk yang terdiri dari eccentricity, area dan metric yang merupakan hasil ekstraksi citra buah. Data

Ekstraksi citra hasil data fase pelatihan dan fase pengujian yang berjumlah 480 untuk data tes dan 120 untuk data latih

Perhitungan metode *Naive Bayes* menggunakan data training. Dari data training diketahui jumlah kasus ada 120, yang terdiri dari data hasil ekstraksi citra dari 6 data jenis citra buah. Karena data yang dihasilkan dari proses segmentasi merupakan data numerik, maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai rata-rata (Mean) dari setiap variabel menggunakan persamaan:

$$\mu = \sum_{i=1}^n xi \dots\dots\dots(4)$$

Menghitung nilai mean dari data latih yaitu menghitung rata-rata dari setiap spesies data buah, misal untuk 20 data jenis *BraeburnAppel* memiliki nilai Red Mean yaitu: 125,59, 125,69, 142,38, 125,83, 125,29, 125,31,125,31,125,1,124,62,123,32,122,27,120, 97,119,65,139,52,178,77,186,09,189,4,189,58,1 89,75 dan 189,96. Maka rata-rata dari nilai Red Mean tersebut adalah 144,72. Hasil perhitungan Mean seluruh data latih terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Mean

Mean	Red Mean	Green Mean	Blue Mean	Hue Mean	Saturation Mean	Value Mean	Area	Perimeter	Eccentricity
<i>BraeburnAppel</i>	144,72	79,11	72,81	0,08	0,63	0,57	103989,45	1981,76	0,52
<i>RoyalGalaAppel</i>	163,98	105,00	93,01	0,07	0,52	0,64	125576,50	1831,87	0,40
<i>WashingtonAppel</i>	119,14	89,24	107,64	0,80	0,39	0,53	38617,75	2330,57	0,76
<i>GoldenAppel</i>	185,17	176,92	92,69	0,15	0,52	0,73	139980,30	1486,36	0,40
<i>GrannySmithApple</i>	139,09	139,72	73,33	0,17	0,52	0,55	168059,00	1686,09	0,29
<i>PinkLadyApple</i>	168,08	97,77	79,56	0,12	0,60	0,66	187225,50	1692,79	0,35

Setelah nilai rata-rata (mean) didapat, langkah selanjutnya adalah menghitung standar deviasi dari setiap variabel yang dipakai menggunakan persamaan

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(xi-\mu)^2}{2} \dots\dots\dots(5)}$$

Data yang digunakan untuk menghitung standar deviasi adalah data training yang berjumlah 120 data. Hasil dari perhitungan standar deviasi seperti table di bawah ini:

Tabel 3. Standar Deviasi

Standar Deviasi	Red Mean	Green Mean	Blue Mean	Hue Mean	Saturation Mean	Value Mean	Area	Perimeter	Eccentricity
<i>BraeburnAppel</i>	29,15	67,99	70,47	0,01	0,28	0,11	35745,20	811,35	0,03
<i>RoyalGalaAppel</i>	31,48	63,73	70,19	0,03	0,26	0,12	53547,22	710,34	0,14
<i>WashingtonAppel</i>	12,02	28,06	34,76	0,14	0,13	0,05	21342,80	896,24	0,16
<i>GoldenAppel</i>	15,26	15,25	9,22	0,00	0,02	0,06	28055,77	346,94	0,09
<i>GrannySmithApple</i>	2,44	2,32	1,57	0,00	0,00	0,01	3385,70	49,68	0,05
<i>PinkLadyApple</i>	3,96	6,55	1,75	0,03	0,01	0,02	1706,74	7,61	0,02

Setelah data mean dan standar deviasi didapat, langkah selanjutnya adalah menghitung Densitas Probabilitas dari setiap jenis jenis citra buah dengan mengambil sampel dari data citra

latih untuk menentukan keakuratan data berdasarkan persamaan:

$$p(x = v | c) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp \frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \dots\dots\dots(6)$$

Data sample yang diambil berasal dari data latih yaitu salah satu dari jenis citra buah *GoldenAppel*. data citra ini memiliki nilai ekstraksi fitur dari proses segmentasi sebagai berikut:

RedMean	:	187,91
GreenMean	:	180,37
BlueMean	:	97,41
HueMean	:	0,1526
SaturationMean	:	0,5054
ValueMean	:	0,7369
Area	:	148819
Perimeter	:	1404,71
Eccentricity	:	0,3766

Dari satu sample data ini kemudian dihitung menggunakan persamaan Densitas Probabilitas dengan menghubungkan ke semua data jenis citra buah. Probabilitas yang dihasilkan dari perhitungan Densitas Probabilitas dan memiliki nilai paling besar akan menunjukkan jenis dari citra tersebut. Hasilnya ditunjukkan dalam table dibawah ini.

Tabel 4. Data Sample

Data Sample	Red Mean	Green Mean	Blue Mean	Hue Mean	Saturation Mean	Value Mean	Area	Perimeter	Eccentricity
<i>GoldenAppel</i>	187,91	180,37	97,41	0,1526	0,5054	0,7369	148819	1404,71	0,3766

Tabel 5. Densitas Probabilitas

Jenis	RedMean	GreenMean	BlueMean	HueMean	SaturationMean	ValueMean	Area	Perimeter	Eccentricity	Akumulasi Data
<i>BraeburnAppel</i>	0,024662073	0,015965519	0,044726931	6,60357E-06	0,67828459	0,394907012	0,000961317	0,010878645	5,46196E-06	1,7793E-21
<i>RoyalGalaAppel</i>	0,033270722	0,024841486	0,047535787	0,043719754	0,778452848	0,852420105	0,001569423	0,012495771	1,057866508	3,78603E-11
<i>WashingtonAppel</i>	9,05238E-09	0,000383949	0,064815244	3,17911E-05	0,744725289	5,42063E-05	4,43727E-09	0,007817594	0,06130823	6,18089E-34
<i>GoldenAppel</i>	0,100193735	0,099603061	0,115268599	7,783387992	2,3289259	1,600270328	0,002267029	0,020838631	1,308517346	2,06276E-06
<i>GrannySmithApple</i>	3,34618E-88	3,32139E-68	5,2066E-52	3,49638E-73	0,005046629	8,09637E-89	6,72746E-10	6,12168E-09	0,571084771	0
<i>PinkLadyApple</i>	7,34063E-07	4,70788E-36	1,00068E-23	1,37016763	3,5735E-13	1,20238E-05	1,0629E-112	0	1,054409818	0
akumulasi terbesar										2,06276E-06

Dari hasil perhitungan Densitas Probabilitas tersebut, terlihat hasil akumulasi terbesar didapat dari jenis *GoldenAppel* dengan nilai 2,0628. Nilai ini merupakan nilai Densitas Probabilitas dari semua jenis citra buah. Karena nilai terbesar didapat dari jenis bunga *GoldenAppel* dan sesuai dengan data sample yang digunakan yaitu dari jenis *GoldenAppel*, maka dapat dikatakan hasil Analisa ekstraksi citra menggunakan metode *Naive Bayes* adalah akurat.

Confusion Matrix.

Keakuratan hasil klasifikasi dapat diukur dengan menggunakan confusion matrix. Confusion matrix adalah media yang berguna untuk menganalisis seberapa baik classifier dapat mengenali tupel dari kelas yang berbeda [7]. Misalkan terdapat dua kelas, maka akan

diistilahkan sebagai tupel positif dan tupel negatif. True positif mengacu pada tupel positif yang diberi label dengan tepat oleh classifier, sementara true negative adalah tupel positif yang diberi label dengan tepat oleh classifier. False positif adalah tupel negative yang diberi label tidak tepat, false negatif adalah tupel positif yang diberi label dengan tidak tepat. Istilah ini berguna untuk menganalisis kemampuan classifier dan diringkas seperti table berikut.

Tabel 6. Model Confusion Matrix

	C1	C2
C	True Positive	False Negative
C	False Positive	True Negative

Dalam analisa pengenalan citra buah ini variabel yang dihasilkan lebih dari 2 kelas, maka indikator untuk mendapatkan akurasi sebuah algoritma klasifikasi adalah menggunakan *Precision, Recall, Accuracy* dan *Specificity*.

Sebelum menghitung *Precision, Recall, Accuracy* dan *Specificity*, langkah pertama yaitu menghitung keseluruhan data testing yang berjumlah 480 yang terdiri dari 6 jenis buah dan setiap jenis buah memiliki 100 data hasil ekstraksi fitur. Perhitungan keseluruhan data testing ini menggunakan perhitungan Densitas Probabilitas.

Sebagai contoh, jenis buah BraeburnAppel setelah dihitung menggunakan *Densitas Probabilitas* memberikan hasil 38 data akurat dengan nilai probabilitas tertinggi yaitu jenis Brodiaea elegans Hoover, 15 nilai probabilitas tertinggi dari jenis RoyalGalaAppel, 8 nilai probabilitas tertinggi dari jenis WashingtonAppel, 12 nilai probabilitas tertinggi dari jenis GrannySmithApple dan 7 nilai probabilitas tertinggi dari jenis PinkLadyApple. Untuk keseluruhan Analisa data testing menggunakan perhitungan Densitas Probabilitas terdapat pada table dibawah.

Tabel 7. Densitas Probabilitas Data Testing

	Braeburn Appel	RoyalGala Appel	Washington Appel	Golden Appel	GrannySmith Apple	PinkLady Apple
BraeburnAppel	38	1	0	2	9	0
RoyalGalaAppel	15	74	1	7	0	10
WashingtonAppel	8	0	79	0	3	17
GoldenAppel	0	2	0	70	0	0
GrannySmithApple	12	0	0	1	64	6
PinkLadyApple	7	3	0	0	4	47

Setelah semua data testing dianalisa menggunakan perhitungan *Densitas Probabilitas*, selanjutnya adalah menghitung *Precision, Recall, Accuracy* dan *Specificity*.

a. Accuracy

Akurasi merupakan nilai persentase dari total seluru data yang diidentifikasi

dan dinilai benar. Persamaan untuk menghitung akurasi adalah:

$$Accuracy = \frac{True\ Positive}{\sum Dataset} \times 100\% \dots\dots(7)$$

True Positive Adalah sebuah Kelas atau Label atau Kondisi Aktual mampu diprediksi dengan benar dan tepat. Dalam perhitungan Densitas Probabilitas data testing nilai True Positive diambil dari semua jenis buah yang memberikan hasil yang akurat sesuai jenis buah yang dijadikan sample, yang hasilnya adalah sebagai berikut:

- BraeburnAppel : 38
- RoyalGalaAppel : 74
- WashingtonAppel : 79
- GoldenAppel : 70
- GrannySmithApple : 64
- PinkLadyApple : 47

Data true positive keseluruhan berjumlah 372. Sehingga total akurasi yaitu $(372 / 480) * 100\% = 77,5\%$

b. Presisi

Presisi merupakan Data yang diambil berdasarkan informasi yang salah atau kurang. Persamaan untuk menghitung akurasi adalah:

$$Precision = \frac{True\ Positif}{(True\ Positif + False\ Positif)} \dots\dots\dots(8)$$

Setelah mendapatkan nilai Precision dari masing-masing kelas, selanjutnya menghitung nilai Precision dari data semua kelas, menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$All\ Precision = \frac{P1 + \dots + Pn}{\sum Variable} \times 100\% \dots\dots\dots(9)$$

Dalam perhitungan Densitas Probabilitas data testing nilai False Positive diambil dari semua jenis bunga yang memberikan hasil yang tidak akurat sesuai jenis bunga yang dijadikan sampel berdasarkan data horizontal, yang hasilnya adalah sebagai berikut:

- BraeburnAppel : 42
- RoyalGalaAppel : 6
- WashingtonAppel : 1
- GoldenAppel : 10
- GrannySmithApple : 16
- PinkLadyApple : 33

Selanjutnya menghitung nilai presisi dengan rumus True Positif / (True Positif + False Positif). Sebagai contoh, jenis BraeburnAppel memiliki nilai True

Positive 38 dan False Positive 42, sehingga nilai presisi adalah $38 / (38+42) = 0,48$. Secara keseluruhan, nilai presisi dapat dilihat pada table dibawah

Tabel 8. Presisi

Braeburn Appel	RoyalGala Appel	Washington Appel	Golden Appel	GrannySmith Apple	PinkLady Apple
42	6	1	10	16	33
0,48	0,93	0,99	0,88	0,80	0,59

Selanjutnya menghitung All Precision dengan rumus (Jumlah semua presisi tiap kelas / Jumlah Kelas) * 100 % = $(4,65 / 6) * 100\% = 77,5\%$

c. Recall

Recall merupakan data yang tidak mampu diprediksi dengan benar. Persamaan untuk menghitung recall adalah:

$$Recall = True\ Positif / (True\ Positif + False\ Negative) \dots\dots\dots(10)$$

Setelah mendapatkan nilai recall dari masing-masing kelas, selanjutnya menghitung nilai recall dari data semua kelas, menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$All\ Recall = \frac{R1+\dots+Rn}{\Sigma Variable} \times 100\% \dots\dots\dots(11)$$

Dalam perhitungan Densitas Probabilitas data testing nilai False Negative diambil dari semua jenis buah yang memberikan hasil yang tidak akurat sesuai jenis buah yang dijadikan sample berdasarkan data vertical, yang hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Recall

Braeburn Appel	RoyalGala Appel	Washington Appel	Golden Appel	GrannySmith Apple	PinkLady Apple
38	74	79	70	64	47
0,76	0,691588785	0,738317757	0,972222222	0,771084337	0,770491803

Selanjutnya menghitung All Recall dengan rumus (Jumlah semua recall tiap kelas / Jumlah Kelas) * 100 % = $(4,70 / 6) * 100\% = 78,4\%$

d. Specificity

Specificity merupakan sebuah Kelas yang mampu diprediksi dengan salah atau tidak tepat. Persamaan untuk menghitung Specificity adalah:

$$Specificity = True\ Negative / (True\ Negative + False\ Positive) \dots\dots\dots(12)$$

Setelah mendapatkan nilai specificity dari masing-masing kelas, selanjutnya menghitung nilai specificity

dari data semua kelas, menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$All\ Specificity = \frac{S1+\dots+S_n}{\Sigma Variable} \times 100\% \dots\dots(13)$$

Dalam perhitungan Densitas Probabilitas data testing nilai True Negative diambil dari jumlah data semua jenis buah selain jenis sample yang dijadikan sampel, yang hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Nilai True Negative

Braeburn Appel	RoyalGala Appel	Washington Appel	Golden Appel	GrannySmith Apple	PinkLady Apple
388	367	372	398	381	386

Selanjutnya adalah menghitung nilai Specificity dengan rumus True Negative x (True Negative + False Positive), sebagai sample untuk jenis BraeburnAppel memiliki nilai True Negative 388 dan False Positive 42, maka nilai Specificity adalah 0,902. Secara keseluruhan, nilai Specificity ditunjukkan dalam table di bawah ini

Tabel 11. Specificity

Braeburn Appel	RoyalGala Appel	Washington Appel	Golden Appel	GrannySmith Apple	PinkLady Apple
0,9023	0,9839	0,9973	0,9755	0,9597	0,9212

Selanjutnya menghitung All Specificity dengan rumus (Jumlah semua Specificity tiap kelas / Jumlah Kelas) * 100 % = $(5,47 / 6) * 100\% = 96\%$

Dari hasil perhitungan Precision, Recall, Accuracy dan Specificity di atas, maka dapat dirangkum data persentase keempat nilai tersebut pada table di bawah ini

Tabel 12. Hasil Perhitungan Precision, Recall, Accuracy dan Specificity

	Hasil Persentase
Accuracy	77,5%
Precision	77,5%
Recall	78,4%
Specificity	96%

Dari hasil uji coba menggunakan 480 gambar bunga dari data tes, dengan menggunakan metode confusion matrix data disimpulkan bahwa tingkat akurasi dengan menggunakan metode naive bayes dari data ekstraksi warna dan bentuk dari citra buah apel sebesar 77,5 %.

Area Under Curve

Area Under Curve atau biasa disingkat AUC digunakan untuk mengukur perbedaan performansi dalam sebuah algoritma. Untuk klasifikasi data mining, nilai AUC dapat dibagi menjadi beberapa kelompok [12]:

- a. 0.90 – 1.00 = Klasifikasi sangat baik
- b. 0.80 – 0.90 = Klasifikasi baik
- c. 0.70 – 0.80 = Klasifikasi cukup
- d. 0.60 – 0.70 = Klasifikasi buruk
- e. 0.50 – 0.60 = Klasifikasi salah

Pada penelitian ini untuk menghitung nilai AUC dengan menggunakan lebih dari dua kelas maka persamaan yang digunakan adalah:

$$AUC = \frac{Recall + Specificity}{2} \dots\dots\dots(14)$$

Maka dalam perhitungan yang dilakukan menggunakan citra bunga dari dataset maka nilai AUC adalah $(78,4 \% + 96 \%) / 2 = 87 \%$.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada citra buah apel berdasarkan warna dan bentuk menggunakan metode naïve bayes, dapat diambil kesimpulan bahwa:

- Metode ini termasuk dalam algoritma yang baik untuk diaplikasikan pada klasifikasi citra buah apel berdasarkan warna dan bentuk dengan nilai akurasi sebesar 77,5%
- Metode ini termasuk dalam algoritma yang baik untuk diaplikasikan pada klasifikasi citra buah apel berdasarkan warna dan bentuk dengan nilai AUC sebesar 87% dan metode ini menghasilkan nilai akurasi sebesar 77,5%, sehingga identifikasi objek buah apel menggunakan data hasil ekstraksi warna dan bentuk serta menggunakan metode klasifikasi naïve bayes sesuai dengan data citra sebenarnya

[1] UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada LPPM Unpam, Dekan Fakultas Teknik, Ketua Program Studi Teknik Informatika, dan rekan-rekan dosen Teknik Informatika yang telah mendukung penelitian ini.

[2] DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Oltean, "Fruits 360 dataset: new research directions," vol. 1, no. October 2018, 2018, doi: 10.17632/rp73yg93n8.1.

[2] Maulana Fansyuri and O. Hariansyah, "Pengenalan Objek Bunga dengan Ekstraksi Fitur Warna dan Bentuk Menggunakan Metode Morfologi dan Naïve Bayes," *J. Sist. dan Inform.*, vol. 15, no. 1, pp. 70–80, 2020, doi: 10.30864/jsi.v15i1.338.

[3] A. P. W. Riri Nada Devita, Heru Wahyu Herwanto, "Perbandingan kinerja metode Naïve Bayes dan KNN untuk klasifikasi artikel berbahasa indonesia," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, pp. 427–434, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201854773.

[4] A. Ciputra, D. R. I. M. Setiadi, E. H. Rachmawanto, and A. Susanto, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Apel Manalagi Dengan Algoritma Naïve Bayes Dan Ekstraksi Fitur Citra Digital," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu*

Komput., vol. 9, no. 1, pp. 465–472, 2018, doi: 10.24176/simet.v9i1.2000.

[5] D. P. Utomo, "Analisis Komparasi Metode Klasifikasi Data Mining dan Reduksi Atribut Pada Data Set Penyakit Jantung," *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 4, no. April, pp. 437–444, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i2.2080.

[6] N. Wijaya and A. Ridwan, "Klasifikasi Jenis Buah Apel Dengan Metode K-Nearest Neighbors," *Sisfokom*, vol. 08, no. 1, pp. 74–78, 2019.

[7] H. Muchtar and F. Said, "Sistem Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Robert Filter dan Framing Image Berbasis Pengolahan Citra Digital," *Resist. (elektRONika kEndali Telekomun. tenaga List. kOMputer)*, vol. 2, no. 2, p. 105, 2019, doi: 10.24853/resistor.2.2.105-112.

[8] R. A. Syawalia, S. Rasyad, and D. A. Pratama, "Implementasi Fuzzy Logic pada Sistem Sortir Otomatis Alat Penghitung Jumlah Buah Apel," *J. Tek. Elektro Dan Vokasional*, vol. 06, no. 02, pp. 421–432, 2020.

[9] T. Imandasari, E. Irawan, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Algoritma Naive Bayes Dalam Klasifikasi Lokasi Pembangunan Sumber Air," *Pros. Semin. Nas. Ris. Inf. Sci.*, vol. 1, no. September, p. 750, 2019, doi: 10.30645/senaris.v1i0.81.

[10] Johan Wahyudi and Ihdahubbi Maulida, "Pengenalan Pola Citra Kain Tradisional Menggunakan Gcm Dan Knn," *J. Teknol. Inf. Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 4, no. 2, pp. 43–48, 2019, doi: 10.20527/jtiulm.v4i2.37.

[11] B. Salsabila, Alifa, Puteri, D. Yunita, Rika, and C. Rozikin, "Identifikasi Citra Jenis Bunga menggunakan Algoritma KNN dengan Ekstraksi Warna HSV dan Tekstur GLCM," *Technomedia J.*, vol. 6, no. 1, pp. 124–137, 2021, doi: 10.33050/tmj.v6i1.1667.

[12] Y. D. Muhammad Siddik, Hendri, Ramalia Noratama Putri and Gustientiedina, "Klasifikasi Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pelayanan Perguruan Tinggi Menggunakan Algoritma Naïve Bayes," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 40–51, 2014.

[13] N. Yelliy N, "Pengolahan Citra Digital Perbandingan Metode Histogram Equalization Dan Specification Pada Citra Abu-Abu," *J-Icon*, vol. 7, no. 1, pp. 87–95, 2019.

[14] D. A. Nasution, H. H. Khotimah, and N. Chamidah, "Perbandingan Normalisasi Data untuk Klasifikasi Wine Menggunakan Algoritma K-NN," *Comput. Eng. Sci. Syst. J.*, vol. 4, no. 1, p. 78, 2019, doi: 10.24114/cess.v4i1.11458.

[15] P. Nielsen, "Coastal and estuarine processes," *Coastal And Estuarine Processes*, pp. 1–360, 2009, doi: 10.1142/7114.