

Klasifikasi Jenis Buah Apel Dengan Metode K-Nearest Neighbors

Novan Wijaya^[1], Anugrah Ridwan^[2]

Manajemen Informatika, AMIK MDP^[1]

Mahasiswa Teknik Informatika, STMIK GI MDP^[2]

Novan.wijaya@mdp.ac.id^[1], nugianugrah59@mhs.mdp.ac.id^[2]

Abstrak--Apel merupakan salah satu jenis buah yang unggul dan sangat digemari dan dikonsumsi masyarakat. Buah apel memiliki banyak varietas yang dapat dibedakan berdasarkan warna dan bentuk buah. Fitur *Hue Saturation Value* (HSV) dan *Local Binary Patern* (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 %.

Kata kunci: *Hue Saturation Value*, *Local Binary Patern*, *K-Nearest Neighbor*

Abstract -Apple are one of the superior fruit types and are very popular and consumed by the people. Apples have many varieties that can be distinguished based on the color and shape of the fruit. With the many types of apples for ordinary people will find it difficult to classify the types of apples. One way to classify the types of apples is by utilizing computer technology. The *Hue Saturation Value* (HSV) and *Local Binary Patern* (LBP) features are used in this study as the extraction of color features and shapes on fruit which will then be used as a feature of the color and shape of the apples to be studied. *K-Nearest Neighbor* (K-NN) method is one of the research methods on artificial intelligence used in this study to classify the values obtained from the extraction of HSV and LBP features. The data used in this study are 800 images, consisting of 600 training images and 200 test images. The evaluation results obtained from the *K-Nearest Neighbor* method for Overall can be seen that the average *Precision* value obtained is 94%, *Recall* is 100%, and *Accuracy* is 94%

Keywords: *Hue Saturation Value*, *Local Binary Patern*, *K-Nearest Neighbor*

I. PENDAHULUAN

Apel (*Malus Domestica*) adalah salah satu jenis buah yang

unggul dan sangat digemari dan dikonsumsi masyarakat. Buah apel banyak digemari masyarakat karna rasanya yang bervariasi. Buah apel sendiri memiliki banyak nutrisi dan berbagai macam vitamin diantaranya lemak baik serta karbohidrat, protein, vitamin C, vitamin A, vitamin B1, Vitamin B2 dan masih banyak lagi.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Antonio Ciputra (2018) membahas tentang Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Apel Manalagi Dengan Algoritma Naive Bayes Dan Ekstraksi Fitur Citra Digital. Di Indonesia yang memiliki pusat budidaya apel terbesar ada di daerah Malang, dimana banyak jenis apel yang diminati disana. Dari jenis-jenis buah apel tersebut selain dapat dikonsumsi secara mentah/langsung, buah tersebut bisa dikonsumsi dengan mengolahnya terlebih dahulu yaitu seperti manisan, keripik buah apel dan minuman. Dengan banyaknya jenis buah apel tersebut bagi orang awam akan merasa kesulitan dalam mengklasifikasikan jenis-jenis buah apel. Salah satu cara untuk mengklasifikasikan jenis-jenis buah apel yaitu dengan memanfaatkan teknologi komputer. Dalam mengklasifikasikan jenis buah apel itu terdapat algoritma klasifikasi citra yang dapat digunakan salah satunya adalah *K-Nearest Neighbor* (K-NN). Algoritma K-NN merupakan metode klasifikasi yang menentukan label dari sebuah objek baru berdasarkan mayoritas label dari jarak terdekat k dalam kelompok data latih [1].

Nanja Muis (2015) menyatakan bahwa, kelebihan K-NN antara lain yaitu kemampuan terhadap data yang memiliki banyak *noise* dan lebih efektif dengan data latih yang besar dibandingkan metode lain [2]. Sementara Budianita Elvia, menyatakan bahwa, pemilihan *Hue Saturatuin Value* merupakan salah satu metode dalam proses untuk mengenali dengan ciri warna [3].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Apel

Apel (*Pyrus malus* L) adalah buah yang dihasilkan tanaman apel. Buah apel biasanya berkulit merah, hijau atau kuning, sesuai jenis apelnnya. Kulit buahnya agak lembek, daging buahnya keras. Jenis-jenis apel yang mudah ditemui di pasaran antara lain Red Delicious, Apple Fuji Jingle, Apple Golden Delicious, Gala, Grannysmith, Manalagi, dan Malang [4].

B. Pengolahan Citra Digital

Citra yang dimaksud adalah foto maupun gambar bergerak. sedangkan digital disini mempunyai maksud bahwa pengolahan citra/gambar dilakukan secara digital menggunakan komputer[5].

C. Klasifikasi

Klasifikasi merupakan cara melakukan proses pengelompokkan berdasarkan ciri tertentu [5].

D. Metode HSV (Hue Saturation Value)

HSV memiliki karakteristik pokok dari warna antara lain [6]:

- Hue* digunakan untuk menentukan kemerahan (*redness*), kehijauan (*greeness*) dan sebagainya.
- Saturation* adalah kemurnian atau kekuatan warna.
- Value* kecerahan dari warna nilainya berkisar dari 0-100%. Apabila nilainya 0 maka warnanya adalah hitam, semakin besar nilai maka akan semakin cerah dan muncul variasi-variasi baru dari warna tersebut.

Proses untuk mendapatkan nilai dari setiap warna yang ingin ditampilkan melalui proses perhitungan dengan melakukan konversi ruang warna RGB ke ruang warna HSV [7]. Cara mendapatkan setiap nilai HSV yang terdefinisi dengan rumus yang ditunjukkan pada persamaan 1 sampai persamaan 5, berikut. Persamaan 1 yang akan ditunjukkan adalah rumus untuk mencari nilai maksimum dari tiga parameter ruang warna RGB yang akan dimasukkan kedalam variabel maks.

$$\text{maks} = \text{MAX}(R, G, B) \quad (1)$$

dimana: *MAX* adalah fungsi untuk mencari nilai maksimum dari beberapa angka *R* adalah nilai warna merah *G* adalah nilai warna hijau *B* adalah nilai warna biru persamaan 2 yang akan ditunjukkan adalah persamaan untuk mencari nilai minimum dari tiga parameter ruang warna RGB yang akan dimasukkan kedalam variabel min.

$$\text{min} = \text{MIN}(R, G, B) \quad (2)$$

dimana : *MIN* adalah fungsi untuk mencari nilai minimum dari beberapa angka *R* adalah nilai warna merah *G* adalah nilai warna hijau *B* adalah nilai warna biru persamaan 3 yang akan ditunjukkan adalah rumus untuk mencari selisih nilai maksimum dan nilai minimum dari tiga parameter ruang warna RGB yang akan dimasukkan kedalam variabel min.

$$V = \frac{\text{maks}}{255} \times 100 \quad (3)$$

dimana: maks adalah nilai hasil dari fungsi *MAX(R,G,B)* Persamaan 4 yang akan ditunjukkan adalah persamaan untuk mendapatkan nilai *saturation* parameter ruang warna HSV dari hasil konversi tiga parameter ruang warna RGB yang akan dimasukkan kedalam variabel *S*.

$$S = 0 \quad , \text{Jika } V = 0 \quad (4)$$

$$S = \frac{\text{maks} - \text{min}}{\text{maks}} \times 100 \quad , \text{Jika } V > 0 \quad (5)$$

dimana : maks adalah nilai hasil dari fungsi *MAX(R,G,B)* min adalah nilai hasil dari fungsi *MIN(R,G,B)* *V* adalah nilai warna *Value* persamaan 5 yang akan ditunjukkan adalah persamaan untuk mendapatkan nilai hue parameter ruang warna HSV dari hasil konversi tiga parameter ruang warna RGB yang akan dimasukkan kedalam variabel *H*.

$$\begin{aligned} H &= 0 \quad , \text{Jika } S = 0 \\ H &= 60 \times \frac{G - B}{\text{delta}} \quad , \text{Jika maks} = R \\ H &= 60 \times \left(2 + \frac{B - R}{\text{delta}} \right) \quad , \text{Jika maks} = G \\ H &= 60 \times \left(4 + \frac{R - G}{\text{delta}} \right) \quad , \text{Jika maks} = B \\ \text{Jika } H < 0, \text{ Maka } H &= H + 360 \end{aligned} \quad (6)$$

dimana: *maks* adalah nilai hasil dari fungsi *MAX(R,G,B)* delta adalah nilai selisih antara maks dan min *S* adalah nilai warna *Saturation* *R* adalah nilai warna merah *G* adalah nilai warna hijau *B* adalah nilai warna biru. Berdasarkan pada persamaan 1 sampai Persamaan 6, merupakan perhitungan cara untuk mendapatkan nilai dari setiap warna HSV dan cara ini yang paling efektif dipakai jika mendapatkan *Saturation* bernilai 0 sehingga nilai Hue akan terdefinisi.

E. Grayscale

Grayscale adalah proses pengolahan citra untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai RGB diubah menjadi citra *grayscale* (keabuan) [8]

F. Local Binary Patterns (LBP)

Local Binary Patterns (LBP) adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk melakukan ekstraksi fitur tekstur gambar yang menggunakan statistika dan struktur [9]. Metode LBP pertama kali diperkenalkan oleh Timo Ojala. Operator LBP menggunakan perbandingan nilai keabuan dari piksel-piksel ketetanggaan. *Local Binary Patterns* adalah metode ekstraksi fitur tekstur yang bersifat *rotation invariant*. Nilai LBP sendiri didapatkan dari proses *thresholding* kemudian nilai tersebut dikalikan dengan bobot biner [10]. Sebagai contoh untuk *sampling points* *P*=8 dan radius *R*=1, perhitungan nilai LBP di ilustrasikan pada gambar (1):

Threshold	Bobot							
5	9	1	1	1	0	1	2	4
4	4	6	→ 1		1	128		8
7	2	3	1	0	0	64	32	16

Gambar 1. Contoh Perhitungan LBP

Untuk mencari nilai dari LBP dapat dilihat pada persamaan 7.

$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - g_c) 2^p \quad (7)$$

$$s(x) = \begin{cases} 1, & x < 0 \\ 0, & x \geq 0 \end{cases} \quad \text{dimana,} \quad (8)$$

dengan :

x_c, y_c : titik *pixel* pusat
 p : *circular sampling points*
 P : jumlah *sampling points*
 g_p : nilai *grayscale* dari p
 g_c : *pixel* pusat
 s : fungsi *threshold*

G. Metode K-Nearest Neighbors (K-NN)

Algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN) merupakan metode klasifikasi yang menentukan label (*class*) dari sebuah objek baru berdasarkan mayoritas *class* dari jarak terdekat k dalam kelompok data latih [3]. Nilai k yang digunakan bernilai 3 dan 5 yang digunakan dalam menggunakan metode K-NN. Sementara perhitungan jarak menggunakan metode *Distance Euclidean*. K-NN akan mengklasifikasikan citra uji ke dalam kelas dengan jumlah anggota terbanyak. Prinsip kerja K-NN adalah mencari jarak terdekat antara data yang akan dievaluasi dengan k tetangga (*neighbour*) terdekatnya dalam data pelatihan [11].

Dengan menggunakan persamaan 9 akan dihitung jarak tetangga terdekat.

$$D = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2} \quad (9)$$

Keterangan :

x = sample data

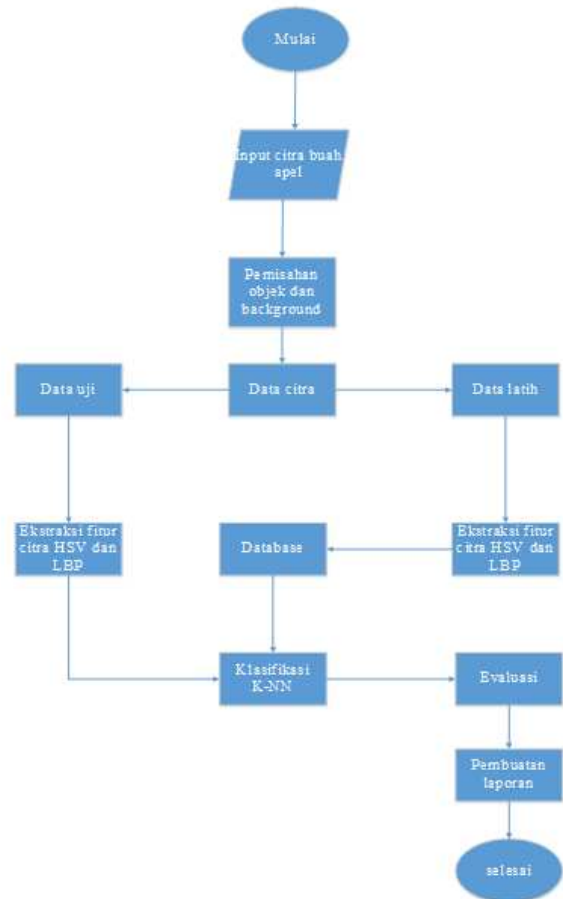
y = data uji

D = Jarak

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alur Perancangan Sistem

Pada tahap ini peneliti akan mempelajari metode K-NN dengan ekstraksi fitur warna HSV dan ekstraksi fitur tekstur LBP kemudian mengumpulkan informasi yang diperoleh dari buku dan jurnal penelitian orang lain yang pernah dibuat sebelumnya serta dapat menjadi gambaran berapa perbedaan penelitian yang kita lakukan. Berikut bagan keseluruhan perancangan sistem yang dapat dilihat pada gambar 2 :



Gambar 2. Alur Perancangan Sistem

B. Pemisahan Objek dan Background

Gambar diambil melalui kamera belakang 13 Mp handphone Xiaomi Redmi 4x dengan jarak foto 20 cm. Gambar yang di foto hanya pada bagian kulit luar apelnya, kemudian dilakukan pemisahan objek dan *background* gambar dengan aplikasi photoshop dengan ukuran gambar menjadi 300 x 300 *pixel*.

C. Data Citra

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Apel Fuji Sun Sheet, Apel Grannsymith, Apel Pasific Rose, Apel Red Del USA dan Apel RG France, dimana masing-masing data citra dibagi dua citra yaitu data citra latih dan data citra uji. Total citra yang digunakan sebanyak 160 citra, dengan citra uji sebanyak 40 citra dan citra latih sebanyak 120 citra.



Gambar 3. Jenis-Jenis Apel yang digunakan [4]

D. Citra Latih dan Citra Uji

Citra data latih yaitu data yang berisi nilai yang digunakan untuk menentukan kelas yang cocok dan data nilai latih dapat dilihat pada gambar 4. Sedangkan citra data uji adalah data yang berisi data baru yang akan diklasifikasikan oleh model yang telah dibuat dan diketahui nilai akurasi dari proses klasifikasi. Penelitian yang akan kami lakukan memberikan gambaran dari hasil penelitian. Hasil dari data uji dan data latih tersebut akan mendapatkan kecocokan dalam klasifikasi jenis apel berdasarkan citra warna dan tekstur.

E. Preprocessing

Pada tahap ini peneliti melakukan *preprocessing* terhadap citra. Proses yang dilakukan yaitu mengubah ulang ukuran pada citra dan memisahkan *background* dengan objek apel menggunakan aplikasi photoshop, sedangkan untuk mengubah citra RGB ke citra HSV, mengubah citra RGB ke citra *Grayscale*, lalu mengubah citra *Grayscale* ke citra LBP dapat dilihat pada gambar 5.

F. HSV

Pada proses ini objek didalam citra akan menghitung objek yang berkaitan sebagai ciri. Dalam melakukan ekstrasi citra warna apel ini akan menggunakan metode HSV (*Hue Saturation Value*). HSV mendefinisikan warna dalam terminologi *Hue*, *Saturation* dan *Value*.

G. LBP

Dalam melakukan ekstraksi citra tekstur apel ini akan menggunakan metode LBP (Local Binary Patterns), metode inilah yang akan digunakan untuk menganalisis warna dan tekstur jenis apel tersebut. Local Binary Patterns adalah metode ekstraksi fitur tekstur yang bersifat *rotation invariant*.

H. K-NN

K-Nearest Neighbor (K-NN) merupakan metode klasifikasi yang menentukan label (*class*) dari sebuah

objek baru berdasarkan mayoritas *class* dari jarak terdekat k dalam kelompok data latih. Nilai k yang digunakan bernilai 3 dan 5 yang digunakan dalam menggunakan metode K-NN.

IV. HASIL

A. Pelatihan K-Nearest Neighbors

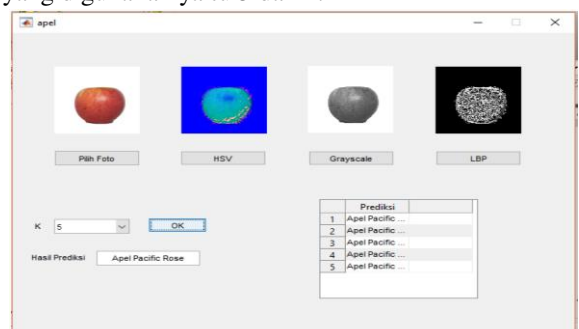
Pada tahap ini K-NN dibentuk dari beberapa masukan data berupa ekstraksi ciri warna HSV yang terdiri dari *Hue*, *Saturation*, *Value*. Bentuk nilai HSV dalam sebuah data latih tersebut berisi nilai rata-rata ciri dari sampel buah apel yang telah dilakukan ekstraksi dan ekstraksi ciri tekstur LBP yang terdiri dari nilai L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9, L10 nilai tersebut sebelumnya didapat dari nilai *Grayscale* yang sudah di jumlahkan dan dirata-ratakan sehingga didapatkan nilai LBP. Berikut hasil data latih HSV pada kolom 2 dan Hasil LBP pada kolom 3 dan dapat di lihat pada gambar 4 di bawah ini.

1	2	3	4
1	[0.0315,0.2337,0.9003]	[0.0322,0.0678,0.0458,0.1159,0.1519,0.1570,0.0915,0.0837,0.9498,0.1166]	
2	[0.0311,0.2294,0.9017]	[0.0352,0.0675,0.0460,0.1099,0.1493,0.1566,0.0889,0.0786,0.9515,0.1176]	
3	[0.0335,0.2297,0.9040]	[0.0358,0.0662,0.0457,0.1118,0.1514,0.1605,0.0926,0.0801,0.9498,0.1168]	
4	[0.0338,0.2315,0.9008]	[0.0345,0.0691,0.0469,0.1119,0.1511,0.1587,0.0885,0.0814,0.9500,0.1201]	
5	[0.0301,0.2097,0.9100]	[0.0299,0.0629,0.0399,0.0993,0.1321,0.1397,0.0784,0.0715,0.9612,0.1073]	
6	[0.0307,0.2114,0.9093]	[0.0318,0.0613,0.0410,0.0983,0.1377,0.1393,0.0774,0.0711,0.9610,0.1049]	
7	[0.0317,0.2342,0.8994]	[0.0350,0.0715,0.0453,0.1138,0.1524,0.1570,0.0949,0.0827,0.9488,0.1217]	
8	[0.0304,0.2137,0.9084]	[0.0309,0.0630,0.0396,0.1004,0.1395,0.1442,0.0787,0.0717,0.9592,0.1080]	
9	[0.0310,0.2136,0.9084]	[0.0305,0.0616,0.0419,0.1004,0.1354,0.1442,0.0796,0.0708,0.9599,0.1069]	
10	[0.0309,0.2108,0.9097]	[0.0301,0.0627,0.0406,0.0992,0.1367,0.1445,0.0781,0.0722,0.9605,0.1010]	
11	[0.0338,0.2047,0.9127]	[0.0349,0.0631,0.0446,0.1008,0.1311,0.1399,0.0774,0.0714,0.9606,0.1097]	
12	[0.0349,0.2141,0.9067]	[0.0342,0.0682,0.0484,0.1018,0.1403,0.1426,0.0816,0.0749,0.9569,0.1160]	
13	[0.0354,0.2088,0.9111]	[0.0355,0.0643,0.0479,0.1029,0.1385,0.1382,0.0816,0.0725,0.9590,0.1088]	

Gambar 4. Nilai Data Latih dalam PreProcessing

B. Pengujian

Setelah diperoleh K-NN dari hasil *training*, selanjutnya dilakukan pengujian pada seluruh data *testing* yang telah disiapkan. Pengujian ini menggunakan 4 citra pada 5 jenis buah apel. Data berjumlah 200 citra dengan jarak 20cm. Gambar 4 menunjukkan *interface* yang digunakan untuk menguji jenis apel berdasarkan warna dan tekstur menggunakan fitur HSV dan LBP dengan klasifikasi K-NN dengan *distance* yang dipakai yaitu *Euclidean* dengan K yang digunakan yaitu 3 dan 4.



Gambar 5. User Interface Sistem

Cara kerja *User Interface* (UI) berdasarkan gambar 5 yaitu pertama klik tombol “pilih foto” untuk memilih citra buah apel yang ingin di uji yang telah di kumpulkan pada tahap pengumpulan data. Ketika citra sudah dipilih, klik tombol “HSV” untuk mengubah citra RGB menjadi citra HSV sehingga mendapat nilai HSV untuk mengenali ciri buah melalui warna.

Selanjutnya klik tombol “Grayscale” untuk mengubah citra RGB menjadi citra *Grayscale* lalu klik tombol LBP untuk mengubah citra *Grayscale* menjadi citra LBP sehingga mendapat nilai LBP untuk mengenali ciri buah melalui tekstur. Setelah mendapatkan ekstraksi fitur warna HSV dan ekstraksi fitur tekstur LBP maka klik tombol klasifikasi K-NN untuk menguji fitur yang didapat dengan metode pengklasifikasian K-NN, lalu klik tentukan k yang akan digunakan 3 atau 5 untuk mengetahui hasil prediksi yang akan muncul pada kotak dan akan diambil label nama terbanyak di dalam tabel jenis apel yang di klasifikasikan dengan K-NN. Data pada tabel 1 menjelaskan data dari uji citra baik yang dikenali maupun yang tidak dikenali dari jenis apel yang berbeda.

Tabel 1. Pengujian

No	Jenis Apel	Jumlah Citra Uji	Sesuai	Tidak Sesuai
1	Apel Fuji Sun Sheet	40	33	7
2	Apel Grannysmith	40	40	0
3	Apel Pasific Rose	40	37	3
4	Apel Red Del Usa	40	40	0
5	Apel RG France	40	38	2

Berikut tabel 2 hasil yang di dapat dari perhitungan *confusion matrix* data uji yang berhasil dikenali dan tidak dikenali. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa rata-rata nilai *Precision* yang di dapat sebesar 94, *Recall* sebesar 100% dan *Accuracy* sebesar 94%.

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Confusion Matrix* pada Data Uji

No	Jenis Apel	T P	F P	F N	T N	HASIL		
						Preci sion	Rec all	Accu racy
1	Apel Fuji Sun Sheet	33	7	0	0	82.5	100	82.5
2	Apel Grannysmith	40	0	0	0	100	100	100
3	Apel Pasific Rose	37	3	0	0	92.5	100	92.5
4	Apel	40	0	0	0	100	100	100

No	Jenis Apel	T P	F P	F N	T N	HASIL		
						Preci sion	Rec all	Accu racy
	Red Del Usa							
5	Apel RG France	38	2	0	0	95	100	95
Rata-Rata						94	100	94

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang klasifikasi buah apel, didapatkan dari tabel 2 pengujian *Accuracy* sebesar 94%. Untuk apel dengan jenis *grannysmith accuracy* sebesar 100% dikarenakan apel jenis ini memiliki warna yang sangat berbeda dengan apel jenis lainnya. Sementara untuk apel lainnya memiliki kesamaan pada warna yang hampir menyerupai seperti warna merah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ciputra, E. H. Rachmawanto, and A. Susanto, “Klasifikasi tingkat kematangan buah apel manalagi dengan algoritma naïve bayes dan ekstrasi fitur citra,” *SIMETRIS*, vol. 9, no. 1, pp. 465–472, 2018.
- [2] M. Nanja and P. Purwanto, “Metode k-nearest neighbor berbasis forward selection untuk prediksi harga komoditi lada,” *J. Pseudocode*, vol. 2, no. 1, pp. 53–64, 2015.
- [3] E. Budianita, J. Jasril, and L. Handayani, “Implementasi pengolahan citra dan klasifikasi k-nearest neighbour untuk membangun aplikasi pembeda daging sapi dan babi,” *J. Sains dan Teknol. Ind.*, vol. 12, no. 2, pp. 242–247, 2015.
- [4] B. Soelarso, *Budidaya Apel*. Yogyakarta: Kanisius, 1997.
- [5] D. Putra, *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi Offset, 2010.
- [6] B. Y. B. Putranto, W. Hapsari, and K. Wijana, “Segmentasi warna citra dengan deteksi warna HSV untuk mendeteksi objek,” *J. Inform.*, vol. 2, no. 2, 2018.
- [7] A. Z. Maula, C. Rahmad, and U. D. Rosiani, “Pengembangan aplikasi pemilihan buah tomat untuk bibit unggul berdasarkan warna dan ukuran menggunakan HSV dan thresholding,” *J. Teknol. Inf. Teor. Konsep, dan Implementasi*, vol. 7, no. 2, pp. 127–138, 2016.
- [8] M. A. Aggriawan, M. Ichwan, and Di. B. Utami, “Pengenalan tingkat kematangan tomat berdasarkan citra warna pada studi kasus pembangunan sistem pemilihan otomatis,” *JuTISI*, vol. 3, no. 3, 2017.
- [9] K. Mujib, A. Hidayatno, and T. Prakoso, “Pengenalan wajah dengan Local Binari Pattern (LBP) dan support vector machine (SVM),” *Transient*, vol. 7, no. 1, pp. 123–130, 2018.
- [10] A. S. Indrawanti and E. P. Mandyartha, “Deteksi Limfoblas pada Citra Sel Darah Menggunakan Fitur Geometri dan Local Binary Pattern,” *JNTETI*, vol. 7, no. 4, 2018.
- [11] E. K. Ratnasari, “Pengenalan jenis buah pada citra menggunakan pendekatan klasifikasi berdasarkan fitur warna lab dan tekstur co-occurrence,” *Inf. J. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 1, no. 2, 2016.