

## EKTRAKSI HSV DAN GLCM DALAM METODE K-NN UNTUK KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH MENGGUDU

Candra Irawan<sup>1</sup>, Eko Hari Rachmawanto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Dian Nuswantoro

e-mail :<sup>1</sup>candra.irawan@dsn.dinus.ac.id, <sup>2</sup>eko.hari@dsn.dinus.ac.id

### ABSTRACT

Noni fruit is a fruit that is quite famous for its properties as a medicine that can cure diseases. The level of maturity of the noni fruit also affects the effectiveness of the fruit as a medicine. With the current technological developments, research on the classification of noni fruit maturity was carried out. It is intended that the selection of noni fruit can produce more effective results. K-Nearest Neighbor can be implemented to measure the maturity level of noni fruit. In this study, Mean HSV is also used as a color extractor and GLCM as a feature extractor. The dataset is 100 image data, with 80 images divided into training data and 20 test data. Then, the level of maturity is divided into four classes, namely: raw, undercooked, ripe, and rotten. Before the classification process is carried out, the previous image data is pre-processed. The first stage is to change the color of the image to grayscale which is then converted to an HSV image. The second stage is the extraction process using the GLCM method in order to produce the values of Energy, Contrast, Correlation, and Homogeneity. The third stage, followed by the feature extraction process using Mean HSV. After these processes, it is continued with the classification stage using the K-NN method. This study produces an accuracy value of 95% using the value of  $K = 5$ , pixel distance = 1, 4, and 8 in the test using a combination of the KNN, GLCM, and HSV algorithms.

**Keywords :** Noni fruit, K-Nearest Neighbor, Mean Hue Saturation Value, Gray Level Co-Occurrence Matrix

### INTISARI

Buah mengkudu merupakan buah yang cukup terkenal akan khasiatnya sebagai obat yang dapat menyembuhkan penyakit. Tingkat kematangan dari buah mengkudu juga memengaruhi keefektifan buah tersebut bekerja sebagai obat. Dengan perkembangan teknologi yang sekarang terjadi, dilakukanlah penelitian mengenai klasifikasi kematangan buah mengkudu. Hal tersebut bertujuan supaya pemilihan buah mengkudu dapat menghasilkan hasil yang lebih efektif. K-Nearest Neighbor dapat diimplementasikan untuk mengukur tingkat kematangan buah mengkudu. Dalam penelitian ini, digunakan pula Mean HSV sebagai pengekstraksi warna dan GLCM sebagai pengekstraksi fitur. Dataset sebanyak 100 data citra dengan pembagian 80 citra digunakan data latih, dan 20 data uji. Kemudian, tingkat kematangan dibagi menjadi empat kelas, yaitu: mentah, setengah matang, matang, dan busuk. Sebelum dilakukan proses klasifikasi, data citra sebelumnya dilakukan pra-proses terdahulu. Tahap pertama adalah dengan merubah warna citra menjadi grayscale yang kemudian dikonversikan menjadi citra HSV. Tahap kedua dilakukan proses ekstraksi menggunakan Metode GLCM supaya dihasilkan nilai energy, contrast, correlation, dan homogeneity. Tahap ketiga, dilanjutkan dengan proses ekstraksi fitur menggunakan Mean HSV. Setelah proses-proses tersebut, dilanjutkan dengan tahap klasifikasi menggunakan Metode K-NN. Penelitian ini menghasilkan nilai akurasi sebesar 95% dengan menggunakan nilai  $K=5$ , jarak piksel = 1, 4, dan 8 pada pengujian menggunakan kombinasi Algoritma KNN, GLCM, dan HSV.

**Kata kunci :** Buah mengkudu, K-Nearest Neighbor, Mean Hue Saturation Value, Gray Level Co-Occurrence Matrix

## 1. PENDAHULUAN

Dalam pengolahan citra digital, proses pertama yang dilalui data sebelum masuk ke tahap klasifikasi adalah tahap *preprocessing*. Tahap *Preprocessing* merupakan tahapan penyetaraan nilai antara satu data dengan data yang lainnya. Dalam penelitian ini, citra melalui ekstraksi fitur terlebih dahulu dengan mengubah data citra yang berwarna (RGB) menjadi citra *grayscale* atau citra biner, hal ini dilakukan supaya pada saat proses

klasifikasi dapat meminimalisir terjadinya *error*. Sedangkan ekstraksi fitur merupakan sebuah proses dari pengambilan nilai fitur yang ada dalam data citra. Ekstraksi fitur memiliki beberapa proses yang dapat dilakukan untuk pengekstrakan, diantaranya adalah Ekstraksi warna dan fitur (Halela dkk, 2016; Sanjaya dkk, 2019; Ferreira Lima dos Santos dkk, 2020). Ekstraksi fitur yang dilakukan pada warna adalah menghitung rata-rata dari setiap komponen *red*, *green*, dan *blue* yang merupakan nilai warna pada data citra, sedangkan ekstraksi fitur yang dilakukan pada bentuk/fitur adalah proses perhitungan yang menggunakan rumus pada metode atau algoritma yang telah ditentukan. Kemudian hasil yang didapatkan dari proses perhitungan ekstraksi fitur selanjutnya digunakan pada proses klasifikasi. Proses klasifikasi merupakan proses pengelompokan data yang diproses dari seluruh pixel pada suatu citra yang akan dijadikan objek ke dalam kelas yang telah diberi label. Dengan kata lain, objek yang berisi informasi spesifik (Moallem dkk, 2017; Irawan dkk, 2018).

Dalam berbagai penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan hasil yang bervariasi mengenai citra digital dengan ekstraksi warna dan fitur tekstur, penulis menjadikan penelitian yang relevan tersebut sebagai acuan dalam melengkapi penelitian yang sedang dilakukan saat ini yang mempunyai keterkaitan metode atau objek agar mendapatkan hasil yang akurat. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Yusniar, 2014), dataset yang digunakan sebanyak 100 citra dengan rincian 80 citra untuk data training dan 20 citra untuk data testing. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengenai identifikasi daun Shorea dengan 10 spesies yang berbeda menggunakan ekstraksi 2DPCA serta metode untuk klasifikasi yaitu K-Nearest Neighbour (KNN) dengan nilai  $K = 1, 3, 5, 7$  diperoleh akurasi yang didapatkan yaitu sebesar 75% untuk nilai  $K=3$  pada komponen G dari citra RGB sehingga didapatkan nilai eigen sebesar 85%. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Ratnasari, 2016), dataset yang digunakan sebanyak 1577 data citra yang dibagi menjadi 12 kelas dengan rincian 237 data citra sebagai data uji dengan total 1340 citra sebagai data latih. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengenalan citra pada jenis buah yang menggunakan metode K-Nearest Neighbour (KNN) dengan *preprocessing Hue Saturation Value* (HSV) dan LAB sebagai ekstraksi warna serta ekstraksi fitur tekstur Grey Level CO-Occurrence Matrix (GLCM). Pengujian yang dilakukan menggunakan  $K = 3, 5, 7, 8, 9, 10, 16, 20, 21, 22$ . Jarak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Cityblock, Euclidean, dan Cosine. Sehingga didapatkan akurasi yang tertinggi pada nilai  $k=3$  dengan akurasi sebesar 92%. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Ibrahim dkk, 2018) dataset yang digunakan berjumlah 85 citra dengan rincian data training yang digunakan yaitu 30 citra dan data testing yang digunakan yaitu 55 citra untuk mengklasifikasikan grade telur ayam negeri yang berbasis android dengan kualitas telur di peternakan dan pasar swalayan. Algoritma yang digunakan yaitu K-Nearest Neighbour (KNN) dengan bantuan citra RGB dan citra grayscale. Nilai K yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1, 3, 5, dan 7. Hasil akurasi yang didapatkan dari penelitian ini yaitu 80% dengan nilai  $K = 1$  dan penghitungan jarak cosine dengan menggunakan parameter layer 4 (grayscale). Hasil pengujian dengan perhitungan jarak euclidean memperoleh akurasi sebesar 81,81%. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Nabella dkk, 2019) dataset yang digunakan berupa citra makanan dengan jumlah 21 jenis makanan dengan rincian 10 data latih dan 5 data uji untuk setiap kelasnya untuk mengklasifikasikan citra makanan melalui perhitungan seleksi fitur *information gain*. Algoritma untuk proses klasifikasi yang digunakan yaitu algoritma K-Nearest Neighbour (KNN) dengan ekstraksi warna Hue Saturation Value (HSV) dan ekstraksi fitur tekstur Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM). Nilai K yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1, 2, 3. Sehingga hasil akurasi meningkat dari akurasi dari 57,14% menjadi 87,61% pada

kombinasi fitur HSV dan GLCM dan 57,14% menjadi 74,28% pada fitur GLCM. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Hastuti dkk, 2018), dataset yang digunakan sebanyak 26 data citra yaitu 20 citra untuk data latih dan 6 citra untuk data uji untuk melakukan klasifikasi pada kondisi kesehatan ayam petelur pada ciri warna melalui HSV sedangkan GLCM sebagai ekstraksi fitur. Klasifikasi citra jengger menggunakan algoritma K-Nearest Neighbour (KNN). Nilai K yang digunakan yaitu 3, 7, 11, 15, 19. Hasil akurasi yang didapatkan dari penelitian ini yaitu saat klasifikasi dengan Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) 4 arah dan Hue Saturation Value (HSV) pada K=3, K= 11 atau K = 15 diperoleh akurasi 100%. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Prahudaya, 2017), dataset yang digunakan sebanyak 20 buah untuk masing-masing kelas. Penelitian ini terdapat tiga kelas jambu biji berdasarkan SNI dan satu kelompok luar mutu, maka sampel jambu biji yang dibutuhkan sejumlah 80 buah. Tujuan dari penelitian ini yaitu dapat mengklasifikasi mutu dari buah jambu biji yang berdasarkan warna dan fitur tekstur menggunakan algoritma K-Nearest Neighbour (KNN) sebagai metode untuk poses pengklasifikasian dengan preprocessing Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) untuk fitur tekstur dan untuk fitur warna menggunakan Red, Green, Blue (RGB). Nilai K yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1, 3, 5, 7, 9. Hasil akurasi yang didapatkan dari penelitian ini yang berupa persentase yaitu sebesar 91,25% pada nilai ketetanggaan terbaik K=3.

Berdasarkan pemaparan yang disebutkan pada penelitian sebelumnya, maka pada penelitian untuk klasifikasi tingkat kematangan buah mengkudu dengan teknik pengolahan cira digital akan menggunakan metode Hue Saturation Value (HSV) untuk ekstraksi warna, Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) untuk ekstraksi fitur bentuk serta metode K-Nearest Neighbour (KNN) sebagai metode pengklasifikasian. K-Nearest Neighbour (KNN) digunakan dalam penelitian ini karena memiliki ketangguhan terhadap data pelatihan dengan memiliki banyak noise serta efektif apabila jumlah data pelatihan yang cukup besar. Selain itu juga algoritma K-Nearest Neighbour (KNN) memiliki akurasi paling tinggi diantara algoritma Naive Bayes dan C.45 (Wella dkk, 2017). Metode dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan preprocessing Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dimana hasilnya berupa fitur energy, entropy, homogeneity, correlation. Selanjutnya fitur dari Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) tersebut diproses menjadi tahap klasifikasi dengan data training dan data testing dengan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbour (KNN).

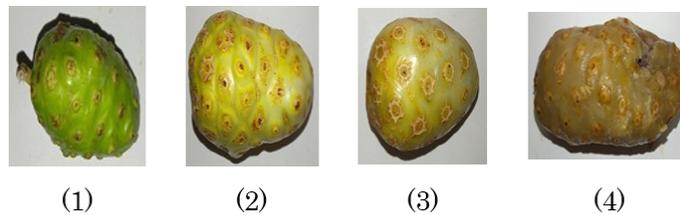
## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Citra Buah Mengkudu**

Buah mengkudu atau dengan nama latin morinda citrifolia adalah jenis dari tanaman pohon yang mempunyai batang berbentuk bengkok. Tanaman mengkudu biasanya dapat tumbuh mencapai ketinggian sekitar 3-8 m yang mempunyai daun tunggal dengan ciri-ciri pada ujung dan pangkal daun kebanyakan berbentuk runcing. Buah dari tanaman mengkudu termasuk kedalam buah yang berbentuk bongkol, teksturnya benjol-benjol dan tidak teratur, memiliki daging buah yang tebal, jika dagingnya dimasak buahnya akan berair. Buah yang telah masak (matang) akan berwarna kuning kotor atau putih kekuning-kuningan dengan tekstur tidak terlalu keras maupun tidak terlalu lunak dengan ukuran panjang sekitar 5-10 cm, lebar sekitar 3-6 cm. Dari segi ukuran dan bentuk buahnya yang dapat dilihat memiliki banyak variasi. Di dalam buah mengkudu biasanya memiliki banyak biji, dalam satu buah mengkudu biasanya terdapat sekitar  $\geq 300$  biji, namun tidak dipungkiri apabila ada juga tipe

buah mengkudu yang memiliki sedikit biji. Banyak manfaat yang terdapat pada buah mengkudu yaitu mengandung scopoletin sebagai analgesik, antiradang, dan antibakteri, glikosida sebagai antibakteri, antikanker, imunostimulan, Alizarin, Acubin, L. Asperuloside, flavonoid sebagai antibakteri, dan vitamin C sebagai antioksidan (Kusuma dkk, 2017)

Pada penelitian ini, digunakan sebanyak 100 data citra yang dikumpulkan sendiri dengan cara melakukan foto pada buah mengkudu yang disesuaikan dengan kebutuhan citra. Diantaranya adalah 25 data citra diambil dari buah mengkudu mentah, 25 data citra dari buah mengkudu setengah matang, 25 data citra buah mengkudu matang, dan 25 data citra dari buah mengkudu yang sudah membusuk. Proses pengambilan gambar buah mengkudu dilakukan pada jam 11.00 hingga 14.00 WIB dengan jarak antara kamera dan objek adalah 20 cm. Setelah itu, setiap citra dilakukan *preprocessing* dengan cara melakukan rotasi searah jarum jam sebanyak 5 kali rotasi.



**Gambar 1.** Sampel data citra buah mengkudu (1) mentah, (2) setengah matang, (3) matang, (4) busuk

## 2.2 Mean HSV

Rentang warna yang dimiliki oleh HRV lebih intuitif jika dilihat dari bagaimana kesan orang yang melihat dibandingkan dengan rentang warna dari RGB. Variasi untuk Hue (H) sendiri memiliki rentang dari 0 hingga 1, warna-warna yang terkait pada Hue biasanya adalah merah, kemudian kuning, hijau, cyan, biru, dan magenta, yang kemudian Kembali lagi ke merah. Pada variasi Saturation (S) dari 0 hingga 1, warna-warna yang terdapat pada Hue akan berubah menjadi abu-abu hingga menjadi putih (tidak berwarna sama sekali). Sedangkan untuk variasi warna yang ada pada Value (V), atau pencahayaan, dengan nilai antara 0 hingga 1, warna terkait akan menjadi benar-benar lebih terang (cahayanya). Untuk mendapatkan nilai H, S, dan V yang berbasis pada R, G, dan B dapat dilihat pada rumus (1) hingga (5). Proses konversi dilakukan dengan mengambil setiap nilai piksel dari RGB yang kemudian dikonversikan menjadi setiap nilai piksel untuk HSV (Ayuningsih dkk, 2019). Setelah itu, rata-rata nilai didapatkan dari H (rata-rata nilai H), S (rata-rata nilai S), dan V (rata-rata nilai V). Dari rata-rata nilai yang sudah didapatkan, selanjutnya akan mengkarakterisasi dari setiap fitur warna yang terdapat pada data citra.

$$r = \frac{R}{R+G+B}, g = \frac{G}{R+G+B}, b = \frac{B}{R+G+B} \quad (1)$$

$$V = \max(r, g, b) \quad (2)$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{if } V = 0 \\ 1 - \frac{\min(r,g,b)}{V}, & \text{if } V > 0 \end{cases} \quad (3)$$
$$0, \quad \text{if } S = 0$$

$$\frac{60 \times (g - b)}{S \times V} , if V = r$$
$$H = 60 \times \left[ 2 + \frac{(b-r)}{S \times V} \right] , if V = g \quad (4)$$
$$60 \times \left[ 4 + \frac{(r-g)}{S \times V} \right] , if V = b$$

$$H = H + 360 , if H < 0 \quad (5)$$

Keterangan:

r, g, b = nilai normalisasi dari nilai RGB

R, G, B = nilai dari RGB

H, S, V = nilai konversi dari RGB menjadi HSV

### 2.3 Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)

Metode GLCM adalah salah satu metode yang digunakan dalam proses ekstraksi tekstur citra digital. Tujuan dilakukannya proses tersebut adalah supaya didapatkan informasi pokok dari sebuah citra sebelum data citra masuk ke proses berikutnya. Fitur pendekatan yang digunakan Metode GLCM pada penelitian ini merupakan fitur pendekatan statistic seperti Energy, Contrast, Correlation, dan Homogeneity (Minarno dkk, 2020; Mulyono dkk, 2020) . Untuk menghitung fitur-fitur GLCM, data citra diubah terlebih dahulu dari citra yang berupa RGB menjadi Grayscale. Kemudian, dibuat matriks co-occurrence dan dilanjutkan dengan penentuan relasi spasial antara piksel relasi dengan piksel tetangga yang didasarkan pada sudut ( $\Theta$ ) dan jarak (d). Setelah mendapatkan nilai dari matriks co-occurrence, nilai tersebut ditambahkan dengan matriks transposenya dan didapatkan nilai matriks simetris. Matrik simetris ini kemudian dinormalisasi dengan cara melakukan perhitungan probabilitas pada setiap elemen matriks. Setelah didapatkan nilai akhir pada proses tersebut, dilakukan proses perhitungan fitur GLCM. Setiap fitur yang ada dihitung dengan satu piksel jarak pada empat arah, yaitu  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $135^\circ$  sehingga didapatkan nilai co-occurrence.

### 2.4 K-Nearest Neighbor

Algoritma K-NN adalah algoritma supervised learning yang sederhana. Algoritma K-NN mengklasifikasikan objeknya berdasarkan atribut dan sampel latih. Untuk mendapatkan nilai prediksi dari sampel uji yang baru, Algoritma K-NN menggunakan klasifikasi nilai ketetanggaan terdekat (Zhang dkk, 2018; Ahmed dkk, 2021). Jenis perhitungan jarak yang diterapkan pada penelitian ini adalah Euclidean Distance. Euclidean Distance merupakan perhitungan jarak yang paling sering digunakan ketika menggunakan Algoritma K-NN dan merupakan perhitungan jarak default yang ada pada Matlab. Rumus (6) merupakan rumus untuk perhitungan Euclidean Distance:

$$d_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - x_{1i})^2} \quad (6)$$

Keterangan:

$d_i$  = jarak Euclidean ke-i

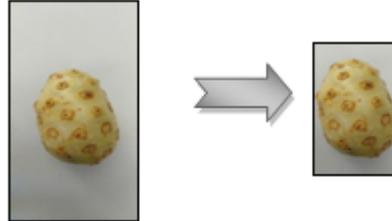
$x_{2i}$  = data training ke-i

$x_{1i}$  = data testing ke-i

n = banyaknya data training

i = baris ke-i

## 2.5 Preprocessing



**Gambar 2.** Sampel data yang dilakukan proses cropping dan resize

Setelah melakukan proses sesuai Gambar 2, selanjutnya yaitu proses untuk menyiapkan data citra supaya memiliki ukuran yang sama antara satu dengan yang lain untuk meminimalisir terjadinya eror. Sebelum data citra yang telah melalui proses grayscale memasuki tahap klasifikasi, terlebih dahulu data citra grayscale tersebut melalui tahap ekstraksi warna menggunakan Ekstraksi Mean Hue Saturation Value (HSV). Pada proses ini citra RGB atau citra warna akan diubah menjadi citra grayscale dengan tujuan agar semua citra saat diproses memiliki warna yang sama dan mempermudah dalam proses selanjutnya. Pada tahap ini setiap matriks pada masing-masing nilai hue, saturation, value dijumlahkan dan dibagi sesuai ukuran piksel agar mendapatkan nilai rata-rata dari Hue Saturation Value (HSV). Tampilan perubahan citra asli hingga menjadi citra HSV dapat di lihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Perubahan tampilan dari sampel data citra asli hingga menjadi citra HSV

Setelah semua kebutuhan data didapatkan, selanjutnya dilakukan tahap klasifikasi menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor. Pada tahap ini dicari juga hasil akhir akurasi terbaik yang didapatkan dari proses klasifikasi. Nilai akurasi terbaik dapat menunjukkan seberapa baiknya metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan kematangan buah mengkudu. Untuk menghitung akurasi, digunakan rumus seperti yang ditampilkan pada rumus (7).

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah kelas yang sesuai}}{\text{jumlah seluruh kelas}} \times 100\% \quad (7)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menampilkan sampel dari hasil pengujian klasifikasi dari penggunaan Algoritma K-NN dan

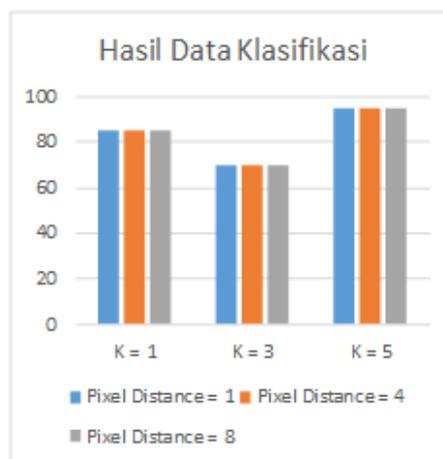
GLCM. Pada implementasi ini, digunakan nilai  $K=1, 3, \text{ dan } 5$ , yang kemudian masing-masing nilai  $K$  juga diuji dengan tambahan parameter dari jara piksel= $1, 4 \text{ dan } 8$ . Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan hasil akurasi sesuai pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, telah ditampilkan bagaimana hasil akurasi yang didapatkan dari mengimplementasikan Klasifikasi antara  $K$ -NN dengan HSV saja. Pada implementasi klasifikasi ini, hanya digunakan nilai  $K=1, 3, \text{ dan } 5$  saja, tanpa menggunakan jarak piksel. Untuk hasil akurasi yang didapatkan, dinilai tidak terlalu memberikan hasil yang optimal. Berdasarkan Tabel 2, merupakan hasil akurasi yang didapatkan dari mengimplementasikan keseluruhan metode yang digunakan, yaitu Algoritma  $K$ -NN yang dikombinasikan dengan Ekstraksi HSV dan GLCM. Digunakan nilai  $K$  dan nilai Jarak Piksel yang sama dengan pengujian implementasi yang lain. Pada percobaan kali ini, hasil akurasi yang didapatkan cukup bagus, dan dapat terlihat dengan mudah perbedaannya jika dilihat menggunakan grafik pada Gambar 4.

**Tabel 1.** Sampel hasil klasifikasi menggunakan nilai  $K=1$  & jarak piksel= $1$

Citra Data	Energy	Contrast	Correlation	Homogenity	Kelas	Hasil
busuk21.jpg	0.058907	0.147945	0.991878	0.97137	Busuk	'Mentah'
busuk22.jpg	0.040419	0.191949	0.992614	0.980725	Busuk	'Mentah'
busuk23.jpg	0.056102	0.179151	0.991698	0.97329	Busuk	'Busuk'
busuk24.jpg	0.049126	0.173082	0.99257	0.976589	Busuk	'Busuk'
busuk25.jpg	0.047418	0.186891	0.992376	0.977626	Busuk	'Busuk'
...	...	...	...	...	...	...

**Tabel 2.** Hasil akurasi pada Klasifikasi menggunakan  $K$ -NN GLCM dan KNN HSV

Nilai $K$	Jarak Piksel	Penggunaan Fitur Ekstraksi		
		KNN GLCM	KNN HSV	KNN HSV GLCM
1	1	65%	40%	85%
	4	65%	45%	85%
	8	70%	50%	85%
3	1	55%	-	70%
	4	55%	-	70%
	8	50%	-	70%
5	1	55%	-	95%
	4	70%	-	95%
	8	65%	-	95%



Gambar 4. Akurasi kombinasi klasifikasi K-NN, HSV, dan GLCM

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, K-Nearest Neighbour (KNN) telah dikombinasikan dengan Ekstraksi Mean HSV dan GLCM parameter contrast, correlation, energy dan homogeneity pada sudut  $0^\circ$ . Kemudian dilakukan perbandingan tiga implementasi algoritma antara KNN dan HSV, KNN dan GLCM, serta kombinasi ke-tiga metode KNN, GLCM, dan HSV. Digunakan nilai  $K=1,3,5$  serta jarak piksel= $1,4,8$  yang kemudian dihasilkan akurasi tertinggi yang terdapat pada kombinasi algoritma KNN, GLCM, dan HSV dengan akurasi mencapai 95% menggunakan  $K=5$  dengan jarak piksel= $1,4,8$ . Selain itu, akurasi terendah didapatkan dari kombinasi algoritma antara KNN dan HSV, dengan nilai akurasi hanya mencapai sebesar 40%, dengan nilai  $K=1$  dengan jarak piksel= $1$ . Pada penelitian selanjutnya, dapat digunakan variasi split antara data uji dan data latih untuk menganalisa hasil akurasi terbaik atau dapat pula dilakukan kombinasi menggunakan fitur ekstraksi ciri lain misalnya Linear Binary Pattern (LBP).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada LPPM Universitas Dian Nuswantoro atas Hibah Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2022.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, N. dkk. (2021) "Face Recognition Comparative Analysis Using Different Machine Learning Approaches," *Advances in Science and Technology Research Journal*, 15(1), hal. 265–272. doi: 10.12913/22998624/132611.
- Ayuningsih, K., Sari, Y. A. dan Adikara, P. P. (2019) "Klasifikasi Citra Makanan Menggunakan HSV Color Moment dan Local Binary Pattern dengan Naïve Bayes Classifier," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, 3(4), hal. 3166–3173.
- Ferreira Lima dos Santos, F. dkk. (2020) "Quality assessment of coffee beans through computer vision and machine learning algorithms," *Coffee Science*. Editora UFLA, 15(1), hal. 1–9. doi: 10.25186/v15i1.1752.
- Halela, I. A., Nurhadiyono, B. dan Rahmanti, F. Z. (2016) "Identifikasi Jenis Buah Apel Menggunakan

- Algoritma K-Nearest Neighbor ( KNN ) dengan Ekstraksi Fitur Histogram,” *Techno.COM*, hal. 1–8.
- Hastuti, M. T., Widodo, A. W. dan Dewi, C. (2018) “Identifikasi Kondisi Kesehatan Ayam Petelur Berdasarkan Ciri Warna HSV Dan Gray Level Cooccurrence Matrix ( GLCM ) Pada Citra Jengger Dengan Klasifikasi K- Nearest Neighbour,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, 2(3), hal. 1054–1062.
- Ibrahim, N. dkk. (2018) “Pengklasifikasian Grade Telur Ayam Negeri menggunakan Klasifikasi K-Nearest Neighbor berbasis Android,” *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(2), hal. 288–302. doi: 10.26760/elkomika.v6i2.288.
- Irawan, C. dkk (2018) “CBIR for Herbs Root Using Color Histogram and GLCM Based on K-Nearest Neighbor,” *Proceedings - 2018 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication: Creative Technology for Human Life, iSemantic 2018*. IEEE, (3), hal. 509–514. doi: 10.1109/ISEMANTIC.2018.8549779.
- Kusuma, S. F., Pawening, R. E. dan Dijaya, R. (2017) “Otomatisasi Klasifikasi Kematangan Buah Mengkudu Berdasarkan Warna Dan Tekstur,” *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 3(1), hal. 17–23. doi: 10.26594/r.v3i1.576.
- Minarno, A. E. dkk (2020) “Classification of batik patterns using K-Nearest neighbor and support vector machine,” *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(3), hal. 1260–1267. doi: 10.11591/eei.v9i3.1971.
- Moallem, P., Serajoddin, A. dan Pourghassem, H. (2017) “Computer vision-based apple grading for golden delicious apples based on surface features,” *Information Processing in Agriculture*. China Agricultural University, 4(1), hal. 33–40. doi: 10.1016/j.inpa.2016.10.003.
- Mulyono, I. U. W. dkk (2020) “Parijoto Fruits Classification using K-Nearest Neighbor Based on Gray Level Co-Occurrence Matrix Texture Extraction,” *Journal of Physics: Conference Series*, 1501(1). doi: 10.1088/1742-6596/1501/1/012017.
- Nabella, F. Y., Sari, Y. A. dan Wihandika, R. C. (2019) “Seleksi Fitur Information Gain Pada Klasifikasi Citra Makanan Menggunakan Hue Saturation Value dan Gray Level Co-Occurrence Matrix,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(2), hal. 1892–1900.
- Prahudaya, T. Y. dan Harjoko, A. (2017) “Metode Klasifikasi Mutu Jambu Biji Menggunakan Knn Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur,” *Jurnal Teknosains*, 6(2), hal. 113. doi: 10.22146/teknosains.26972.
- Ratnasari, E. K. dan Wikaningrum, A. (2016) “Pengenalan Jenis Buah pada Citra Menggunakan Pendekatan Klasifikasi Berdasarkan Fitur Warna Lab dan Tekstur Co- Occurrence,” *Jurnal INFORM*, 1(2), hal. 88–97.
- Sanjaya, S. dkk. (2019) “K-Nearest Neighbor for Classification of Tomato Maturity Level Based on Hue, Saturation, and Value Colors,” *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, 2(2), hal. 101. doi: 10.24014/ijaidm.v2i2.7975.
- Wella, Iswari, N. M. S. dan Ranny (2017) “Perbandingan Algoritma KNN, C4.5, dan Naive Bayes dalam Pengklasifikasian Kesegaran Ikan Menggunakan Media Foto,” *ULTIMATICS*, IX(2), hal. 114–117.
- Yusniar, E. dan Kustiyo, A. (2014) “Identifikasi Daun Shorea menggunakan KNN dengan Ekstraksi Fitur 2DPCA,” *Jurnal Komputer Agri-Informatika*, 3(1), hal. 19–27.

Zhang, K. dkk (2018) “Fabric Defect Detection Using Salience Metric for Color Dissimilarity and Positional Aggregation,” *IEEE Access*. IEEE, 6, hal. 49170–49181. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2868059.