

IMPLEMENTASI METODE K-NEAREST NEIGHBOR UNTUK PENGENALAN BUAH MURBEI DENGAN KORELASI KANDUNGAN ANTOSIANIN

Fredy Windana¹, Anitarakhmi Handaratri², Mohammad Taufan Asri Zaen³

¹Program Studi Teknik Informatika, STT STIKMA Internasional

²Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional Malang

³Program Studi Sistem Informasi, STMIK Lombok

¹Jln. Simpang Sulfat Utara No. 20, Pandanwangi, Blimbing, Malang

²Jln. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

³Jln. Basuki Rahmat No. 105 Praya, Lombok Tengah - 83511

¹fredywindana82@gmail.com, ²anitarakhmi@lecturer.itn.ac.id, ³opanzain@gmail.com

Abstract

Mulberry fruit is a fruit that contains anthocyanins as antioxidants. This anthocyanin content can be obtained by chemically extracting it. However, a replacement mechanism is needed when find out the content of anthocyanins substances without chemical extraction. This mechanism can take advantage of digital image processing for feature extraction of digital images of mulberry fruit. In this research, introduction a mulberry fruit test was carried out with the correlation of information on anthocyanin content with the K-Nearest Neighbor (KNN) classification method. The feature extraction used was the HSV color and the LBP texture, each of feature looked for the value of (1)mean, (2)standard (3)deviation, (4)skewness and (5)kurtosis. The results of the KNN test showed $K = 3$ the accuracy for the HSV feature is 53.3%, the LBP feature is 13.3% and the combination of HSV and LBP is 66.7%.

Keywords : HSV, LBP, KNN, Mulberry Fruit, Anthocyanins

Abstrak

Morus alba merupakan buah yang mempunyai kandungan zat antosianin sebagai zat antioksidan. Kandungan antosianin ini bisa didapat dengan melakukan ekstrak secara kimiawi. Namun saat ingin mengetahui kandungan zat antosianin tanpa melakukan ekstraksi kimiawi maka diperlukan mekanisme pengganti. Mekanisme tersebut dapat memanfaatkan *digital image processing* terhadap ekstraksi ciri citra digital buah murbei. Penelitian ini dilakukan uji pengenalan buah murbei dengan korelasi informasi kandungan zat antosianin dengan metode klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN). Ekstraksi ciri yang dimanfaatkan adalah warna *Hue Saturation Value* (HSV) dan tekstur *Local Binary Pattern* (LBP) yang mana masing-masing dicari nilai (1)mean, (2)standar deviasi, (3)skewness, dan (4)kurtosis. Hasil pengujian KNN memperlihatkan $K=3$ akurasi untuk fitur HSV sebesar 53,3%, fitur LBP 13,3% dan kombinasi HSV dan LBP sebesar 66,7%.

Kata kunci : HSV, LBP, KNN, Buah Murbei, Antosianin

1. PENDAHULUAN

Buah Murbei atau dalam bahasa latinnya *morus alba* merupakan salah satu tanaman yang banyak diolah sebagai pakan ternak ulat sutra pada bagian daunnya. Kemudian pada bagian buah tanaman ini tidak banyak digunakan yang

mana memiliki pigmen antosianin yang umum sebagai antioksidan dengan nilai cukup tinggi. Secara kimiawi kandungan zat antosianin dapat diperoleh dengan metode salah satunya sonikasi. Metode tersebut pada pelaksanaan proses kimiawi menunjukkan adanya hasil lebih singkat dari pada proses ekstraksi konvensional. Proses ekstraksi

dengan sonikasi ini dipengaruhi oleh pH, suhu dan waktu pemanasan [1].

Dalam proses untuk mencari banyaknya kandungan zat antosianin perlu mengetahui ciri tertentu pada buah murbei. Ciri yang tampak oleh penglihatan langsung adalah warna. Buah murbei memiliki warna tampak merah ungu ampak merah ungu yang berbeda tingkat bergantung pada usia pembuahan, intensitas matahari yang diterima, nutrisi, dan sebagainya. Buah murbei yang warnanya tampak langsung oleh penglihatan manusia dapat diketahui kandungan zat antosianin dengan melakukan ekstraksi secara kimiawi. Proses ekstraksi secara kimiawi tersebut merupakan perlakuan langsung untuk mengetahui kandungan zat antosianin. Namun proses tersebut akan berbeda jika seseorang yang sering berhubungan sistem otomatisasi atau komputerisasi ingin mengetahui kandungan zat antosianin tanpa melalui kimiawi maka perlu mekanisme pengganti saat proses tersebut.

Mekanisme untuk pengganti proses tersebut solusinya dapat dibantu dengan memanfaatkan pengolahan citra digital. Mekanisme dalam pengolahan citra digital dapat memanfaatkan ciri dalam hal ini fitur ciri pada citra buah murbei sebagai input proses pengenalan buah murbei beserta korelasi kandungan zat antosianin.

Fitur ciri tersebut dapat menggunakan ruang warna *Hue*, *Saturation*, dan *Value* (HSV) yang memiliki toleransi terhadap perubahan intensitas cahaya[2] dan ciri Local Binary Pattern (LBP) sebagai karakteristik tekstur permukaan[3]. Kemudian proses pengenalan dapat menggunakan K-Nearest Neighbor (KNN). Metode KNN tersebut sebagai pengenalan objek berdasarkan klasifikasi hasil nilai jarak terdekat antara data training dengan data uji [4]. Dalam penelitian ini pengenalan buah murbei beserta korelasi kandungan zat antosianin menggunakan Metode klasifikasi KNN berdasarkan ekstraksi ciri warna HSV dan tekstur LBP dibangun dengan memanfaatkan perangkat lunak dan basisdata yang sudah ada. Perangkat lunak tersebut adalah pustaka image processing OpenCV, Pemrograman QT berbasis C++, dan basis data menggunakan SQLite.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI

2.1. Penelitian Terkait

Pengenalan obyek dengan menggunakan pengolahan citra digital dengan metode klasifikasi KNN berdasarkan beberapa ekstraksi ciri telah banyak dilakukan.

Penelitian yang mengangkat permasalahan kelemahan penilaian kematangan jeruk nipis dari

penglihatan manusia yang bersifat subyektif sehingga mengusulkan menggunakan K-Nearest Neighbor untuk mengklasifikasi kematangan jeruk nipis berdasarkan fitur ciri *mean* RGB dan hasil diperoleh akurasi terbaik pada $k=7$ dan $k=3$ sebesar 92% dengan *distance measure* euclidean distance sedangkan pada $k=3$ dan $k=1$ dengan *distance measure* cityblock distance akurasi sebesar 88%[5].

Metode K-NN yang diterapkan dalam sistem klasifikasi kematangan mangga berdasarkan warna HSV didapatkan akurasi pengujian rata-rata 55 % dengan jarak antara $k=1-10$ [6]. Kemudian implementasi klasifikasi KNN untuk karakter tulisan aksara jawa berdasarkan ekstraksi ciri LBP memperoleh performa tertinggi pada $K=3$ pada parameter [64 64] dengan akurasi sebesar 82.5% menggunakan sejumlah 80 citra latih dan 40 citra uji [7].

Sedangkan dalam penelitian ini mengusulkan penerapan metode K-Nearest Neighbor pada pengenalan buah murbei berdasarkan feature extraction ruang warna HSV dan tekstur *Local Binary Pattern* (LBP) dengan korelasi kandungan zat antosianin. Hasil nilai ekstraksi ciri ruang warna HSV dan LBP dilakukan perhitungan mean, standar deviasi, skewness, dan kurtosis.

2.2. Metode Ekstraksi Ciri HSV

Ruang warna HSV didefinisikan sebagai representasi kanal warna *Hue*, *Saturation*, dan *Value*. HSV mempunyai representasi 3 karakteristik yaitu warna sebenarnya, kekuatan warna dan kecerahan warna dan Warna HSV diperoleh dengan melakukan konversi warna Red, Green, dan Blue[8]. Dalam hasil perhitungan representasi Hue dalam nilai skala [0-360], *Saturation* dan *Value* dalam nilai skala [0-1] [9].

Dalam penerapannya pada seperti pada *framework* seperti pustaka *image processing* OpenCV nilai Hue dalam skala [0-179] sedangkan *saturation* dan *value* dalam skala [0-255], skala nilai tersebut dalam data citra format 8 bit [10].

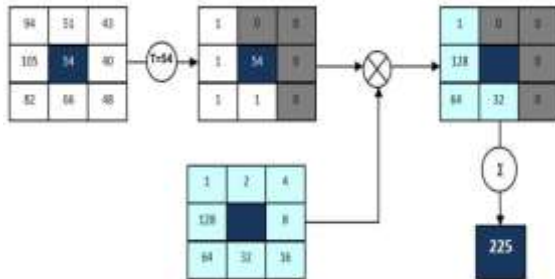
Ekstraksi ciri ruang warna HSV yang digunakan dalam *input* pengenalan buah murbei adalah mean, standar deviasi, skewness, dan kurtosis dari nilai HSV.

2.3. Metode Ekstraksi Ciri LBP

LBP atau Local binary Pattern didefinisikan suatu ukuran tekstur *grayscale* [11]. sesuai dengan rumusnya operator LBP asli menggunakan operator yang bekerja dalam delapan piksel tetangga dan melakukan operasi threshold dalam bentuk binary kemudian dikonversi dalam bentuk desimal. Operasi LBP

dilakukan dengan mengubah warna RGB menjadi *grayscale* kemudian dilakukan perhitungan LBP[13].

$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{n=0}^7 2^n g(I_n - I(x_c, y_c)) \quad (1)$$



Gambar 1. Proses LBP

Hasil ekstraksi ciri LBP yang digunakan dalam *input* pengenalan buah murbei adalah perhitungan mean, standar deviasi, skewness, dan kurtosis dari nilai *Local Binary Pattern*.

2.4. Metode Klasifikasi KNN

Metode klasifikasi K-Nearest Neighbor merupakan metode yang membandingkan fitur ciri citra latih dan ciri citra uji dengan nilai K tertentu[13]. Secara dasar operasi dalam KNN menghitung jarak antara citra uji dan citra latih dengan *distance measure* tertentu. Salah satu *distance measure* menggunakan *Euclidean Distance* dan secara tahapan pada KNN sebagai berikut [7]:

- 1) Tentukan K
- 2) Lakukan perhitungan *distance measure* antara data latih dan data uji
- 3) Urutkan kemudian definisikan jarak dari ketetanggaan terdekat berdasarkan nilai K sebagai acuan jarak
- 4) Klasifikasikan citra uji ke dalam kelas yang terdekat

2.5. Metode Distance Measure

Distance measure yang digunakan dalam operasi K-NN salah satunya adalah euclidean distance. Diketahui $A = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ dan $B = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ berikut rumus *euclidean distance* [7]:

$$D(A,B) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - y_i)^2} \quad (2)$$

Bentuk normalisasi euclidean distance dengan sebagai berikut [14]:

$$D(A,B) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (x_i - y_i)^2}{m}} \quad (3)$$

Dimana,

D = jarak

x_i = nilai data latih ke i

y_i = nilai data uji ke i

i = index array

m = ukuran array nilai data

2.6. Metode Pengujian Akurasi

Pengukuran besaran akurasi yang berhasil dicapai dapat dihitung melalui persamaan berikut[15]:

$$\text{Akurasi} = \frac{\sum \text{data uji benar klasifikasi}}{\sum \text{jumlah data uji}} \times 100\% \quad (4)$$

2.7. Ekstraksi Kimiawi Zat Antosianin

Buah Murbei segar dipetik langsung dari pohonnya lalu dihancurkan dengan blender hingga halus menggunakan kecepatan sedang dalam waktu 2 menit dan dicampurkan pada larutan airasam sitrat 3%. Perbandingan larutan asam sitrat dan bahan Murbei yang digunakan adalah 1:7 (b/v) [1]. Ekstraksi antosianin dilakukan dengan bantuan sonikasi selama 5 menit.

Total kandungan antosianin ditentukan dengan menggunakan metode diferensial pH dengan pH meter digital yang terkalibrasi. Perbedaan pH yang digunakan yaitu pH 1,0 ketika antosianin berbentuk senyawa oxonium dan berbentuk karbinol tak berwarna pada pH 4,5. Caranya dengan mencampurkan larutan antosianin dalam buffer pH 1 dan pH 4,5 untuk kemudian diukur absorbansinya [16].

Langkah pengujian : 1 mL sampel (filtrat) diencerkan sampai 10 mL dengan menggunakan larutan buffer pH 1. perlakuan yang sama untuk sampel dengan buffer pH4,5. Absorbansi tiap sampel diukur pada λ maks dan λ 700 nm. Dihitung absorbansi sampel dengan rumus [17]:

$$A = (A_{\lambda 510} - A_{\lambda 700})_{pH 1,0} - (A_{\lambda 510} - A_{\lambda 700})_{pH 4,5} \text{ Dan perhitungan antosianin :}$$

$$\text{Total antosianin (ppm)} = \frac{(A \times B \times F \times 1000)}{\epsilon \times l} \quad (5)$$

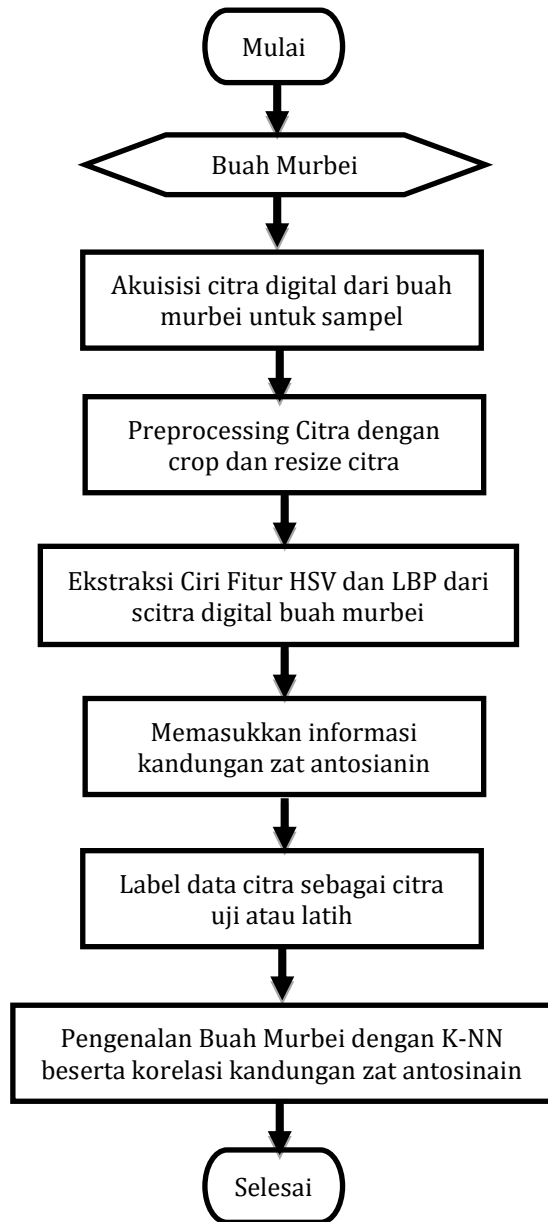
$$\text{Kadar antosianin} = \frac{X \left(\frac{\text{mg}}{1000\text{ml}} \right) \times V_{\text{larutan}} (\text{mL})}{W (\text{mg})} \times 100\% \quad (6)$$

Analisa data yang digunakan adalah secara statistik hasil pengulangan pengambilan sampel ekstraksi yang diikuti dengan pengulangan uji kadar antosianin.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Alur Klasifikasi yang diteliti

Pada gambar 2 alur klasifikasi yang diteliti menggambarkan proses tahapan dari penelitian yang dilakukan dalam bagian membangun perangkat lunak untuk uji coba pengenalan buah murbei.



Gambar 2. Alur Klasifikasi yang diteliti

Pertama, buah murbei yang telah didapatkan dilakukan proses akuisisi untuk mendapatkan citra digital buah murbei. Kedua, citra digital yang telah didapatkan dilakukan praproses terhadap citra sebelum dilakukan ekstraksi ciri. Ketiga, buah murbei dilakukan ekstraksi ciri dengan memanfaatkan warna HSV dan tekstur LBP. Kemudian keempat masing-masing data murbei diberi data tambahan untuk informasi

kandungan zat antosianin. Kelima, setiap data citra digital yang telah direkam diberi label data yang berkaitan dengan sebagai citra latih atau uji dan khusus tiap citra latih diberi label grup sampel data latih.

3.2. Desain Basis Data

Aplikasi yang dibangun dengan QT memanfaatkan basis data berbasis SQLite untuk *read* dan *write* data pengujian pengenalan buah murbei dibuat dalam beberapa tabel dalam satu berkas basis data. Berkas basis data diakses secara lokal. Desain tabel pada berkas basis data sebagai berikut:

1. Tabel akuisisi

TABEL 1. TABEL AKUISISI

No	Nama Field	Tipe data
1	Id	Integer
2	Imagename	Text
3	Path	Text

2. Tabel ekstraksi ciri HSV

TABEL 2. TABEL EKSTRAKSI CIRI HSV

No	Nama Field	Tipe data
1	id	Integer
2	akid	Integer
3	hm	Real
4	hstd	Real
5	hskew	Real
6	hkur	Real
7	sm	Real
8	sstd	Real
9	sskew	Real
10	skur	Real
11	vm	Real
12	vvstd	Real
13	vskew	Real
14	vkur	Real

3. Tabel Ekstraksi Ciri LBP

TABEL 3. TABEL EKSTRAKSI CIRI LBP

No	Nama Field	Tipe data
1	id	Integer
2	akid	Text
3	exmu	Real
4	exstd	Real
5	exske	Real
6	exkur	Real

4. Tabel antosianin

TABEL 4. TABEL ANTOSIANIN

No	Nama Field	Tipe data
1	id	Integer
2	akid	Integer
3	zant	Real

5. Tabel Label Grup Data

TABEL 5. TABEL LABEL GRUP DATA

No	Nama Field	Tipe data
1	id	Integer
2	akid	Integer
3	label	Text
4	kelas	Text
5	info	Text

6. Tabel Temporary proses uji

TABEL 6. TABEL TEMPORARY PROSES UJI

No	Nama Field	Tipe data
1	id	Integer
2	jarak	Real
3	akid	Integer
4	Kelas	Text
5	zat	Text
6	path	Text

7. Tabel Uji KNN

TABEL 7. TABEL Uji KNN

No	Nama Field	Tipe data
1	tgl	Text
2	ciri	Text
3	namaimguji	Text
4	namaimglatih	Text
5	k	Integer
6	ujilabelkelas	Text
7	zat	Real
8	pathimguji	Text
9	pathimglatih	Text

3.3. Tahapan Akuisisi awal Citra Buah Murbei

Bagian ini buah murbei direkam dengan kamera DSLR FUJIFILM dengan jarak tertentu sekitar 10 – 20 cm.



Gambar 4. Properties dari file citra digital

3.4. Tahapan Praproses

Bagian ini citra buah murbei dilakukan *crop* dan *resize* citra dalam ukuran 640x480 atau 480x640 menggunakan *software* XnView dan dalam prosesnya menyesuaikan citra hasil pengambilan gambar melalui kamera digital kamera.



Gambar 3. citra murbei

3.5. Tahapan akuisisi data melalui aplikasi

Pada tahapan ini akuisisi citra dalam aplikasi yang dibangun dilakukan penyimpanan citra kedalam basisdata SQLite. Tahapan ini merupakan tahapan awal dalam penggunaan aplikasi pengenalan buah murbei.



Gambar 5. Akuisisi citra ke aplikasi

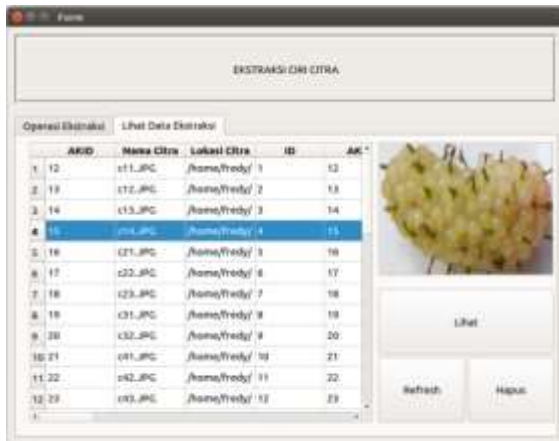
3.6. Tahapan Ekstraksi Ciri

Pada tahapan ini citra digital yang telah disimpan dalam sebelumnya dilakukan ekstraksi ciri komponen Mean, Standar Deviasi, Skewness dan Kurtosis dari warna HSV dan tekstur LBP. Data ekstraksi disimpan terpisah secara tabel. Tabel ekstraksi sedemikian rupa juga dipisah antara ekstraksi ciri HSV dan LBP.



Gambar 6. Proses ekstraksi cirri

Pada gambar 6 tersebut memperlihatkan proses ekstraksi ciri tiap citra buah murbei dilakukan satu per satu. Pada proses ekstraksi semua nilai langsung disimpan pada tabel ekstraksi ciri. Tabel tersebut mempunyai *field* yang mengarah pada data tabel citra buah murbei.



Gambar 6. Bagian lihat hasil ekstraksi ciri

3.7. Tahapan penambahan informasi zat antosianin

Buah murbei yang telah diekstraksi sebelumnya secara kimiawi akan diperoleh nilai kandungan zat antosianin. Pada bagian ini informasi zat antosianin dilakukan perekaman dan disimpan pada tabel yang berbeda.

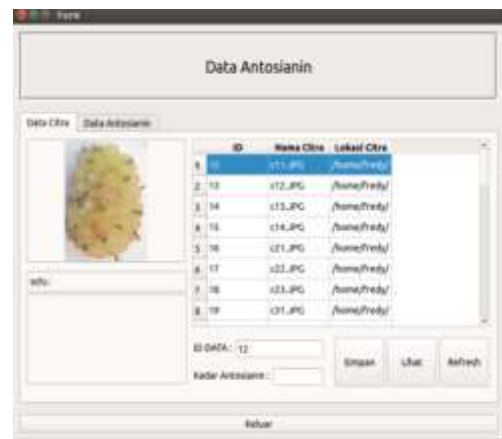
Berikut data sampel informasi kandungan zat antosianin yang disimpan dalam tabel data antosianin :

TABEL 9. KANDUNGAN ZAT ANTOSIANIN

Sampel	Kandungan
1	0,026768312
2	0,049078022

Sampel	Kandungan
3	0,112740851
4	0,255421132
5	0,392201697
6	0,605551658
7	0,693703401
8	4,924618007
9	18,35860361
10	137,8406437

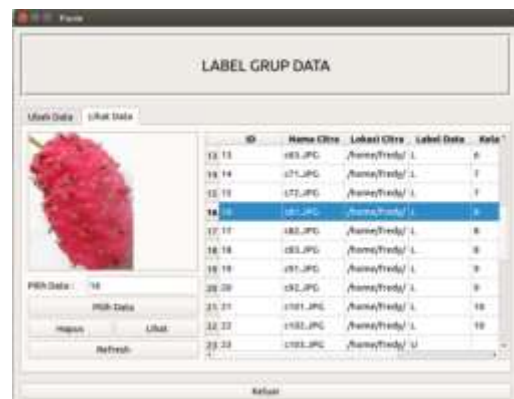
Dari tabel 9 kandungan zat antosianin tersebut, informasi yang disimpan adalah kandungan zat antosianin sesuai grup citra atau sampel citra yang telah disimpan seperti yang perlihatkan dalam gambar 7.



Gambar 7. Bagian simpan zat antosianin

3.8. Tahapan label data

Bagian dilakukan penentuan data citra mana saja yang dijadikan citra latih maupun citra uji. Selain itu data citra juga diberikan label grup citra. Grup citra yang adalah mulai 1 sampai dengan 10. Penentuan grup citra dilakukan sebelumnya secara manual tampak penglihatan.



Gambar 8 Bagian label grup data

3.9. Tahapan Uji KNN



Gambar 9 Bagian uji KNN

Pada gambar 9 bagian ini dilakukan uji KNN dengan memastikan data yang diperlukan sudah dimasukkan dengan baik. Uji dilakukan dengan memanfaatkan ekstraksi ciri HSV dengan LBP dan gabungan HSV dan LBP. Pada bagian ini juga disampaikan gambar citra yang satu grup beserta informasi korelasi kandungan zat antosianinnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dari data latih citra murbei sebanyak 22 dan data uji sebanyak 15 menghasilkan data uji pengenalan sebagai berikut :

TABEL 10. ANALISA KECOCOKAN CITRA HASIL PENGUJIAN KNN

CITRA UJI (.jpg)	HSV		LBP		HSV-LBP	
	ALL	K=3	ALL	K=3	ALL	K=3
c13	tdk	ya	tdk	tdk	Tdk	ya
c14	tdk	ya	tdk	ya	Tdk	ya
c23	tdk	tdk	tdk	tdk	Tdk	tdk
c32	tdk	tdk	tdk	tdk	Ya	tdk
c44	tdk	tdk	tdk	tdk	Ya	ya
c53	tdk	tdk	tdk	tdk	Tdk	tdk
c54	tdk	tdk	tdk	tdk	Ya	ya
c64	ya	tdk	tdk	tdk	Tdk	tdk
c65	ya	ya	tdk	tdk	ya	ya
c73	tdk	tdk	tdk	tdk	tdk	tdk
c84	ya	ya	tdk	tdk	ya	ya
c85	ya	ya	tdk	tdk	ya	ya
c86	ya	ya	ya	ya	ya	ya

CITRA UJI (.jpg)	HSV		LBP		HSV-LBP	
	ALL	K=3	ALL	K=3	ALL	K=3
c93	ya	ya	tdk	tdk	ya	ya
c103	ya	ya	tdk	tdk	ya	ya

Dari tabel 10 untuk "ALL" adalah kondisi rata-rata kemunculan citra buah murbei sesuai dengan grup atau kelas datanya dengan nilai K untuk K=1, K=3, K=5, K=7 dan K=9. Hasil dari tabel 10 dihitung akurasi sebagai berikut :

TABEL 11. AKURASI

Akurasi (%)	HSV		LBP		HSVLBP	
	ALL	K=3	ALL	K=3	ALL	K=3
	46,7	53,3	6,7	13,3	60,0	66,7

5. Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian ini diketahui aplikasi telah berhasil dibangun dengan C++ berbasis QT, SQLite, dan Framework OpenCV. Uji pengenalan dijalankan pada sistem operasi berbasis linux ubuntu 16.04. Pengujian menggunakan klasifikasi K-Nearest Neighbor berdasarkan nilai ekstraksi ciri dalam ruang warna HSV, tekstur LBP dan gabungannya. Dalam proses pengujian nilai K dimulai dari untuk K=1, K=3, K=5, K=7 dan K=9. Hasil pengujian menunjukkan faktor K yang signifikan adalah K=3 dengan diperoleh data akurasi citra yang benar dalam proses pengenalan sebesar 53,3% untuk memanfaatkan ekstraksi ciri HSV, kemudian sebesar 13,3% untuk menggunakan ekstraksi ciri LBP dan sebesar 66,7% untuk gabungan ekstraksi ciri HSV dengan LBP.

Riset berikutnya yakni melakukan peningkatan hasil pengujian dengan melakukan penyederhanaan dimensi fitur dan menguji fitur lain yang berkaitan sama dengan warna buah murbei.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kemenristek/BRIN dalam pendanaan hibah penelitian skema Penelitian Dosen Pemula tahun pelaksanaan 2020.

Daftar Pustaka:

[1] W. Winata, "Ekstraksi Antosianin Buah Murbei (Morus Alba L .) Metode Ultrasonic Bath (Kajian Waktu Dan Rasio

- Bahan : Pelarut) Extraction Of Anthocyanin Mulberry (Morus Alba L .) With Ultrasonic Bath (Study Of Extraction Time And Solid : Liquid Ratio), Jurnal Pangan dan Agroindustri vol. 3, no. 2, hal. 773–783, 2015.
- [2] D. Hardiyanto and D. A. Sartika, “Ekstraksi Fitur Citra Api Berbasis Ekstraksi Warna Pada Ruang Warna Hsv Dan Rgb Denny,” Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 16, no. 3, hal. 1–12, 2018.
- [3] E. Prakasa, “Ekstraksi Ciri Tekstur dengan Menggunakan Local Binary Pattern,” Jurnal INKOM, vol. 9, no. 2, Hal. 45–48, 2016.
- [4] F. Liantoni, “Klasifikasi Daun Dengan Perbaikan Fitur Citra Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor,” Jurnal ULTIMATICS, vol. 7, no. 2, hal. 98–104, 2016, doi: 10.31937/ti.v7i2.356.
- [5] Paramita, E. Hari Rachmawanto, C. Atika Sari, and D. R. Ignatius Moses Setiadi, “Klasifikasi Jeruk Nipis Terhadap Tingkat Kematangan Buah Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan K-Nearest Neighbor,” Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT, vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2019, doi: 10.30591/jpit.v4i1.1267.
- [6] H. Khotimah, N. Nafi'iyah, dan Masruroh, “Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Citra HSV dengan KNN,” Jurnal Elektronika Listrik dan Teknologi Informasi Terapan, vol. 1, no. 2, hal. 1–4, 2019
- [7] Susanto, D. Sinaga, C. A. Sari, E. H. Rachmawanto, dan D. R. I. M. Setiadi, “A High Performace of Local Binary Pattern on Classify Javanese Character Classification,” Scientific Journal of Informatics, vol. 5, no. 1, hal. 8, 2018, doi: 10.15294/sji.v5i1.14017.
- [8] M. A. Anggriawan, M. Ichwan, dan D. B. Utami, “Pengenalan Tingkat Kematangan Tomat Berdasarkan Citra Warna Pada Studi Kasus Pembangunan Sistem Pemilihan Otomatis,” Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi, vol. 3, no. 3, hal. 550–564, 2017, doi: 10.28932/jutisi.v3i3.688.
- [9] S. Y. Kartika, D. Herumurti, and A. Yuniarti, “Butterfly Image Classification Using Color Quantization Method on HSV Color Space and Local Binary Pattern,” IPTEK Journal of Proceedings Series, vol. 4, no. 1, hal. 78, 2018, doi: 10.12962/j23546026.y2018i1.3512.
- [10] Anonim, “OpenCV Documentations,” [Daring]. Tersedia pada: https://docs.opencv.org/3.4/de/d25/img_proc_color_conversions.html. [Diakses: 1-Sept-2020].
- [11] D. S. Auladi, B. Hidayat, dan S. Darana, “Identifikasi Dan Klasifikasi Kemurnian Susu Sapi Berdasarkan Pemrosesan Sinyal Video Menggunakan Metode Gabor Wavelet Dan Support Vector Machine Identification and Classification of Cow Milk Purenness Based on Video Signal Processing By Using Gabor Wavelet,” dalam e-Proceeding of Engineering, vol. 4, no. 3, hal. 3649–3656, 2017.
- [12] K. Mujib, A. Hidayatno, and T. Prakoso, “Pengenalan Wajah Menggunakan Local Binary Pattern (Lbp) Dan Support Vector Machine (Svm),” Transient, vol. 7, no. 1, hal. 123, 2018, doi: 10.14710/transient.7.1.123-130.
- [13] Kevin, J. Hendryli, dan D. E. Herwindiati, “Klasifikasi Kain Tenun Berdasarkan Tekstur dan Warna dengan Metode K-NN,” Journal Of Computer Science And Information Systems, vol. 3, no. 2, hal. 85–95, 2019, doi:10.24912/computatio.v3i2.6028
- [14] L. Y. Hu, M. W. Huang, S. W. Ke, and C. F. Tsai, “The distance function effect on k-nearest neighbor classification for medical datasets,” Springerplus, vol. 5, no. 1, 2016, doi: 10.1186/s40064-016-2941-7.
- [15] F. Astutik, “Sistem Pengenalan Kualitas Ikan Gurame Dengan Wavelet, PCA, Histogram HSV Dan KNN,” Lontar Komputer, vol. 4, no. 3, hal. 336–346, 2013.
- [16] Suzery, M., S. Lestari, B. Cahyono, “Penentuan Total Antosianin dari Kelopak Bunga Rosela (Hibiscus sabdariffa L) dengan Metode Maserasi dan

- Sokshletasi," *Jurnal Sains & Matematika (JSM)*, Vol. 18 no. 1, 2010
- [17] Rahmasari, Hamita dan W. Hadi Susanto, "Ekstraksi Osmosis Pada Pembuatan Sirup Murbei (*Morus alba L.*) Kajian Proporsi Buah : Sukrosa dan Lama Osmosis," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, No 3, hal.191-197.