

ARTIKEL

**KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH KAKAO
MENGUNAKAN EKSTRAKSI CIRI *LOCAL BINARY PATTERN* DAN
*NEURO FUZZY***



Oleh:

LAYLATUL IMANA NADLIROH

14.1.03.02.0312

Dibimbing oleh :

- 1. Danar Putra Pamungkas, M. Kom**
- 2. Siti Rochana, M. Pd**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2019



SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2019




Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Laylatul Imana Nadliroh
NPM : 14.1.03.02.0312
Telepon/HP : 085736448894
Alamat Surel (Email) : ella20171@gmail.com
Judul Artikel :Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Kakao
Menggunakan Ekstraksi Ciri *Local Binary Pattern* Dan
Neuro Fuzzy
Fakultas – Program Studi : Teknik Informatika
Nama Perguruan Tinggi : Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. KH. Achmad Dahlan no. 76 Telp. (0354) 771576,
771503, 771495 Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa :

- artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme;
- artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 29 Juli 2019
Pembimbing I  <u>Dinar Putra Pamungkas, M. Kom</u> NIDN. 0708028704	Pembimbing II  <u>Siti Rochana, M. Pd</u> NIDN. 0713028801	Penulis,  <u>Laylatul Imana Nadliroh</u> NPM. 14.1.03.02.0312

Laylatul Imana Nadliroh | 14.1.03.02.0312
Fakultas Teknik – Teknik Informatika

simki.unpkediri.ac.id
|| 1 ||

KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH KAKAO MENGUNAKAN EKSTRAKSI CIRI *LOCAL BINARY PATTERN* DAN *NEURO FUZZY*

Laylatul Imana Nadliroh

NPM : 14.1.03.02.0312

Fakultas Teknik – Teknik Informatika

ella20171@gmail.com

Danar Putra Pamungkas, M. Kom dan Siti Rochana, M. Pd

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

Kakao adalah pohon budidaya di perkebunan yang berasal dari Amerika Selatan, tetapi sekarang ditanam di berbagai kawasan tropika. Dari biji tumbuhan ini dihasilkan produk olahan yang dikenal sebagai coklat. Dalam mengklasifikasi sebuah kakao sebenarnya dapat dikenali dengan penglihatan bagi seorang manusia namun hal tersebut akan menjadi sulit apabila sebuah computer yang berusaha untuk mengenalinya. Kakao biasanya dapat dilihat kematangannya dari warna kakao, akan tetapi terkadang kakao mentah dengan kakao matang ada yang hampir sama warnanya. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk mengetahui tingkat kematangan buah kakao berdasarkan alur kulit atau tekstur yang dimiliki oleh kakao.

Permasalahan penelitian ini adalah (1) Bagaimana menerapkan metode ekstraksi ciri *Local Binary Pattern* dan metode klasifikasi *Neuro fuzzy* dalam membangun aplikasi klasifikasi kualitas kakao ?. (2) Berapa tingkat keberhasilan metode *Local Binary Pattern* dan *Neuro fuzzy* dalam membangun aplikasi ? Penelitian ini menggunakan metode *Local Binary Pattern* sebagai pengekstraksi fitur atau ciri, serta metode *Neuro Fuzzy(Fuzzy C-Means)* sebagai pusat *cluster*.

Simpulan hasil penelitian ini adalah telah dihasilkan aplikasi sistem klasifikasi tingkat kematangan buah kakao menggunakan ekstraksi ciri local binary pattern dan neuro fuzzy. Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan tingkat akurasi tertinggi diperoleh ketika jumlah data *training* sebanyak 45 data, dan jumlah data *testing* sebanyak 15 data, menghasilkan tingkat akurasi sebesar 93,334%. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode *Neuro Fuzzy(Fuzzy C-Means)* dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kematangan kakao pada citra digital.

Kata Kunci : Pengenalan Pola, Buah Kakao, *LBP*, *Neuro Fuzzy*.

I. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara penghasil kakao ketiga di dunia dengan produksi yang terus tumbuh 3,5 persen setiap tahunnya. Data dari Badan PBB untuk Pangan dan Pertanian (FAO) menyebutkan, Indonesia memproduksi 574 ribu ton kakao di tahun 2010. Menyumbang sekitar 16 persen dari produksi kakao secara global. Namun jumlah ini masih kalah dengan Pantai Gading dan Ghana. Negara pertama disebut meraih produksi sekitar 1,6 juta ton produksi kakao di tahun 2010. Menjadikan mereka penghasil utama kakao di dunia dengan 44 persen suplai global berasal dari negara Afrika Barat itu (Nasional Geographic Indonesia, 2012).

Kakao bisa menjadi peluang untuk dapat dikembangkan oleh petani kakao seperti yang dijelaskan oleh Haryadi dan Supriyanto (2001) bahwa kakao merupakan salah satu komoditi perdagangan yang mempunyai peluang untuk dikembangkan dalam rangka usaha memperbesar dan meningkatkan devisa negara serta penghasilan petani kakao. Produksi biji kakao di Indonesia secara signifikan terus meningkat, namun mutu yang dihasilkan sangat rendah dan beragam, antara lain kurang terfermentasi, tidak cukup kering, ukuran biji tidak seragam, kadar kulit tinggi, keasaman

tinggi, cita rasa sangat beragam dan tidak konsisten. Hal tersebut tercermin dari harga biji kakao Indonesia yang relatif rendah dan dikenakan potongan harga dibandingkan harga produk sama dari negara produsen lain.

Sebelum kakao sampai di tangan konsumen, tentunya ada beberapa tahapan pengolahan hasil biji kakao tersebut, sehingga didapatkan kakao dalam berbagai macam olahan tidak hanya berbentuk biji kakao. Pengolahan hasil ini dimaksudkan untuk menambah nilai jual serta memperpanjang daya simpan. Salah satu tahapan tersebut dengan melakukan pemilihan kualitas pada biji kakao. Selama ini para petani kakao melakukan pemilihan kualitas biji kakao dengan cara manual atau melakukan pemilihan dengan perkiraan dari petani tersebut, sehingga dengan cara manual tersebut sangat rawan terjadi kesalahan dalam memilah kualitas biji kakao dengan berbagai factor dari manusia, seperti kelelahan dan keraguan.

Berdasarkan masalah tersebut diatas, perlu dilakukan penelitian mengenai pengembangan aplikasi klasifikasi buah kakao dengan menggunakan *Local Binary Pattern* dengan metode klasifikasi menggunakan *Neuro fuzzy* agar dalam memilih tingkat kematangan buah kakao mempunyai standard yang sama dan tingkat akurasi lebih tinggi dengan pemrosesan digital. Hal ini dilakukan pada

saat mengolah citra digital dari tekstur kulit buah kakao dengan bermacam-macam tingkat kematangan.

Local Binary Pattern dalam aplikasi ini digunakan untuk membaca tekstur pada setiap kulit dari buah kakao, hal ini dilakukan karena peneliti menggunakan tekstur dari setiap kulit buah untuk melakukan identifikasi. *Neuro Fuzzy* digunakan untuk mengelompokkan data latih dan mengklasifikasi setiap data uji yang masuk setelah melalui proses *local binary pattern*.

II. METODE

1. *Grayscale*

Pada tahap ini dikenal dengan *preprocessing*, dimana pada proses ini adalah untuk memperbaiki kualitas citra agar informasi dalam citra tersebut dapat dibaca dengan baik. Dalam tahap ini perbaikan kualitas citra meliputi *resize* dan *grayscale*. *Resize image* dilakukan untuk mengubah ukuran gambar, yang dimaksudkan agar ukuran matriks pada citra training dan citra testing mempunyai ukuran yang sama saat dicocokkan. Proses *grayscale* untuk mengubah warna citra menjadi keabu-abuan, yang merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap *pixel*-nya. Nilai tersebut digunakan

untuk menunjukkan tingkat intensitas, citra *grayscale* dibentuk dari 8 bit per informasi *pixel* dan menggunakan 256 bayangan warna abu-abu sebagai bagian dasar dari warna. Pada proses *grayscale* akan diambil masing-masing *pixel* RGB dari nilai citra, lalu akan dilakukan perataan dari ketiga nilai tersebut, yang nantinya masing-masing nilai R, G, dan B akan diinisialisasi dengan nilai rata-ratanya tersebut, sehingga tercipta warna keabuan dari matriks citra yang telah dilakukan proses *grayscale*. Persamaan yang digunakan untuk mengonversi citra berwarna menjadi citra skala keabuan adalah :

$$Gray = \frac{(R + G + B)}{3}$$

Contoh perhitungan:

Merubah citra input yang berupa RGB menjadi citra keabuan atau *grayscale*.

$$\text{Citra RGB} = \begin{bmatrix} 3,2,4 & 5,3,4 & 5,5,8 \\ 2,7,3 & 5,7,3 & 7,6,5 \\ 1,1,1 & 2,2,2 & 4,3,5 \end{bmatrix},$$

proses *grayscale*

$$Gray = \frac{(3+2+4)}{3} = 3$$

$$Gray = \frac{(5+3+4)}{3} = 4$$

$$Gray = \frac{(5+5+8)}{3} = 6$$

$$Gray = \frac{(2+7+3)}{3} = 4$$

$$Gray = \frac{(5+7+3)}{3} = 5$$

$$Gray = \frac{(7+6+5)}{3} = 6$$

$$Gray = \frac{(7+6+5)}{3} = 6$$

$$Gray = \frac{(1+1+1)}{3} = 1$$

$$Gray = \frac{(2+2+2)}{3} = 2$$

$$Gray = \frac{(4+3+5)}{3} = 4$$

Maka diperoleh hasil citra *grayscale*

$$\begin{bmatrix} 3 & 4 & 6 \\ 4 & 5 & 6 \\ 1 & 2 & 4 \end{bmatrix}$$

2. LBP (Local Binary Pattern)

Local Binary Pattern (LBP) merupakan suatu operasi image yang mentransformasikan sebuah citra menjadi sebuah susunan label integer yang menggambarkan kenampakan skala kecil dari suatu citra. Label atau statistic tersebut biasanya merupakan sebuah histogram, kemudian digunakan lagi untuk analisis citra yang lebih lanjut.

Versi asli dari operasi LBP bekerja pada blok pixel 3x3 dari sebuah citra. pixel-pixel di blok tersebut kemudian diberikan *threshold* oleh pixel tengah, kemudian dikalikan kuadrat dua, dan kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan label baru untuk pixel tengah.

Karena ketetanggaan dari pixel terdiri dari delapan pixel, sejumlah $2^8 = 256$ label berbeda yang mungkin didapatkan bergantung kepada nilai keabuan relatif dari pixel tengah pada ketetanggaan pixel dari pixel tengah dari ketetanggaan pixel.

Tabel Matrik operasi LBP dasar :

7	8	4
3	5	6
5	1	6

(a)

1	1	0
0		1
1	0	1

(b)

1	2	4
128	0	8
64	32	16

(c)

(a) Pixel awal; (b) Setelah ditreshold; (c) Nilai pengali.

LBP mrnggunakan delapan pixel pada sebuah blok pixel 3x3, formula dasar dari operator ini tidak menempatkan batasan pada ukuran dari ketetanggaan atau pada jumlah titik sampling. Secara umum operasi LBP dapat dilakukan sebagai persamaan :

$$LBP_{p,R} = \sum_{p=1}^{P-1} S(g_p - g_c) 2^p, S(z) = \begin{cases} 0, & z < 0 \\ 1, & z \geq 0 \end{cases}$$

Operator pada LBP memiliki parameter yang ditandai dengan P yaitu *sampling point* untuk mewakili jumlah piksel tetangga dan R adalah radius antara *pixel* pusat dan *pixel* tetangga. G_p merupakan piksel tetangga dan c merupakan piksel tengah.

3. Neuro Fuzzy

Neural Fuzzy System (NFS) dirancang untuk merealisasikan proses penalaran fuzzy, dimana bobot-bobot yang terhubung pada jaringan tersebut berhubungan dengan parameter-parameter penalaran fuzzy. Dengan menggunakan algoritma pembelajaran backpropagation, NFS dapat mengidentifikasi aturan-aturan fuzzy dan melatih fungsi keanggotaan penalaran fuzzy tersebut. Biasanya, NFS memiliki neuron-neuron yang terpisah antara bagian anteseden, bagian operator, dan bagian konsekuen. NFS berupa jaringan dengan banyak lapisan yang digunakan untuk menentukan relasi input-output pada sistem fuzzy (Mitra, 1994).

Fuzzy C-Means (FCM) adalah suatu teknik penclusteraan data yang mana keberadaan tiap-tiap data dalam suatu cluster ditentukan oleh nilai keanggotaan. Konsep dasar FCM, pertama kali adalah menentuak pusat cluster yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap cluster. Pada kondisi awal, pusat cluster ini masih belum akurat. Tiap-tiap data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap cluster. Dengan cara memperbaiki pusat cluster dan nilai

keanggotaan tiap-tiap data secara berulang, maka akan dilihat bahwa pusat *cluster* akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimisasi fungsi objektif (Galley, 2000). Fungsi objektif yang digunakan pada FCM adalah (Ros, 2005):

$$J_w(U, V; X) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (\mu_{ik})^w (d_{ik})^2$$

dengan $w \in [1, \infty)$,

$$d_{ik} = d(x_k - v_j) = \left[\sum_{j=1}^m (x_{kj} - v_{ij}) \right]^{1/2}$$

X adalah data yang akan dicluster:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

Dan V adalah matriks pusat cluster:

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & \dots & v_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ v_{c1} & \dots & v_{cm} \end{bmatrix}$$

Nilai J_w terkecil adalah yang terbaik, sehingga:

$$J_w^*(U^*, V^*; X) = \min_{M_{fc}} J(U, V, X)$$

Algoritma FCM diberikan sebagai berikut (Zimmerman, 1991); (Yan, 1994); (Ros, 2005):

- 1) Tentukan:
 - a. Matriks X berukuran $n \times m$, dengan :
 n = jumlah data yang akan dicluster;
dan m = jumlah variabel (kriteria).

- b. Jumlah cluster yang akan dibentuk = $C (\geq 2)$.
- c. Pangkat pembobot = $w (> 1)$.
- d. Maksimum iterasi.
- e. Kriteria penghentian = ξ (nilai positif yang sangat kecil).
- f. Iterasi awal, $t = 1$, dan $\Delta = 1$;

- 2) Bentuk matriks partisi awal, U^0 , sebagai berikut:

$$U = \begin{bmatrix} \mu_{11}(x_1) & \mu_{12}(x_2) & \dots & \mu_{1n}(x_n) \\ \mu_{21}(x_1) & \mu_{22}(x_2) & \dots & \mu_{2n}(x_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_{c1}(x_1) & \mu_{c2}(x_2) & \dots & \mu_{cn}(x_n) \end{bmatrix}$$

(matriks partisi awal biasanya dipilih secara acak)

- 3) Hitung pusat cluster, V , untuk setiap cluster:

$$v_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^w * x_{kj}}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^w}$$

- 4) Perbaiki derajat keanggotaan setiap data pada setiap cluster (perbaiki matriks partisi), sebagai berikut:

$$\mu_{ik} = \left[\sum_{j=1}^c \left(\frac{d_{ik}}{d_{jk}} \right)^{2/(w-1)} \right]^{-1}$$

dengan:

$$d_{ik} = d(x_k - v_1) = \left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{ij}) \right]^{1/2}$$

- 5) Tentukan kriteria berhenti, yaitu perubahan matriks partisi pada iterasi sekarang dengan iterasi sebelumnya, sebagai berikut:

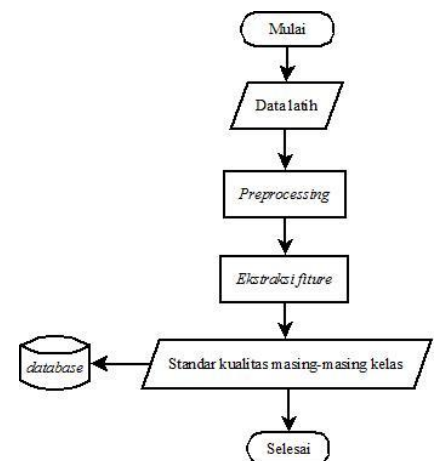
$$\Delta = \|U^t - U^{t-1}\|$$

Apabila $\Delta \leq \xi$, maka iterasi dihentikan, namun apabila $\Delta > \xi$, maka naikkan iterasi ($t = t + 1$) dan kembali ke langkah-3. Pencarian nilai Δ dapat dilakukan dengan mengambil elemen terbesar dari nilai mutlak selisih antara $\mu_{ik}(t)$ dengan $\mu_{ik}(t-1)$.

III. HASIL DAN KESIMPULAN

A. Implementasi Sistem

1. Flowchart data training



Keterangan diagram alur pada gambar adalah sebagai berikut:

a. Mulai

Langkah awal menjalankan suatu program

b. Masuk citra *training*

Proses menginputkan data latih untuk membuat standar aturan tingkat kematangan buah kakao.

c. Pre processing

Terdapat proses *grayscale* yang digunakan untuk

mengetahui intensitas warna yang digunakan untuk ekstraksi fitur dan *cropping* untuk menyeragamkan ukuran pada citra.

d. Ekstraksi fitur

Berfungsi untuk mengetahui ciri khusus dari citra yang diproses.

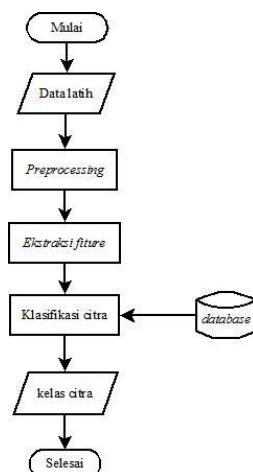
e. Penentuan kelas citra

Menentukan kelas dari citra yang telah diambil ekstraksi fiturnya, untuk dijadikan standar dari kematangan pada tingkat tertentu. Selanjutnya citra *training* akan disimpan pada basis data.

f. Selesai

Akhir dari sebuah program yang telah berjalan.

2. Flowchart data testing



Keterangan diagram alur pada gambar adalah sebagai berikut:

a. Mulai

Langkah awal menjalankan suatu program

b. Masuk citra *training*

Proses menginputkan data uji untuk dihitung jarak dengan data *training* guna menguji tingkat kematangan buah kakao.

c. Pre processing

Terdapat proses *grayscale* yang digunakan untuk mengetahui intensitas warna yang digunakan untuk ekstraksi fitur dan *cropping* untuk menyeragamkan ukuran pada citra.

d. Ekstraksi fitur

Berfungsi untuk mengetahui ciri khusus dari citra yang diproses.

e. Klasifikasi citra

Proses penghitungan jarak terdekat antara citra uji yang telah dimasukkan dan citra latih sebagai standar tingkat kematangan yang sudah tersimpan dalam basis data.

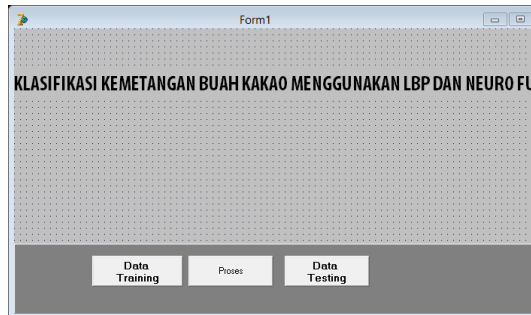
f. Hasil

Memperoleh hasil dari klasifikasi yang telah dilakukan oleh proses klasifikasi citra sebelumnya.

g. Selesai
Akhir dari sebuah program
yang telah berjalan.

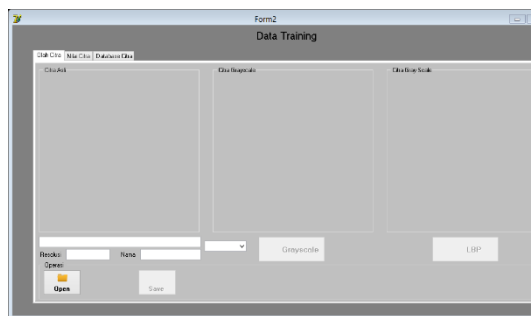
B. Tampilan Program

1. Tampilan Menu Utama



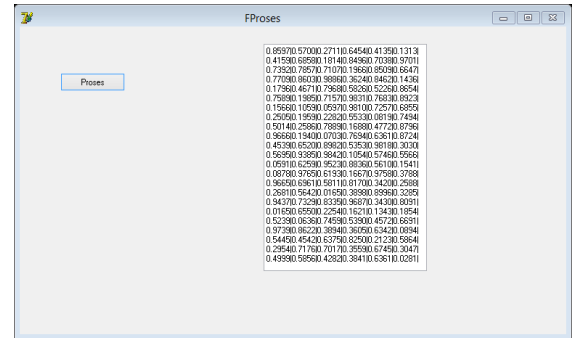
Menu di atas muncul ketika program pertama kali dijalankan, pada menu tersebut terdapat tombol untuk membuka menu data training, menu proses dan menu data testing.

2. Tampilan Menu Data Training



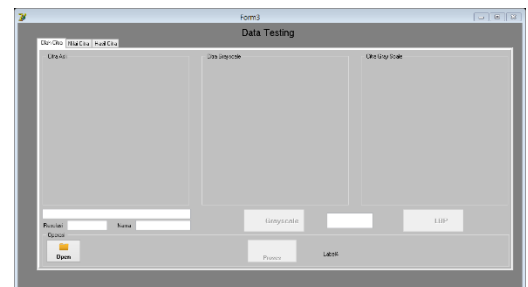
Menu tersebut dapat dibuka melalui menu utama, menu di atas berfungsi untuk memasukkan data training untuk disimpan dalam database.

3. Tampilan Menu Proses



Menu proses dapat dibuka melalui menu utama, yang mana menu ini digunakan untuk mencari nilai pusat cluster yang nanti akan digunakan untuk acuan klasifikasi.

4. Tampilan Menu Data Testing



Menu di atas digunakan untuk mengklasifikasi data baru yang masuk, dengan membandingkan nilai data baru dengan nilai pusat cluster. Menu data testing di atas juga dapat dibuka melalui menu utama.

C. Skenario Uji Coba

Uji coba yang dilakukan menggunakan data training terbanyak 45 dan data *testing* terbanyak 15 citra. Proses pertama yang akan dilalui citra training yang telah diinput adalah *preprocessing*, dimana citra akan melalui proses *grayscale*. Sebelum masuk kedalam sistem, citra lebih dulu dilakukan *resize* dengan ukuran

100x100 px. Jika citra sudah melalui proses *grayscale* proses selanjutnya adalah ekstraksi ciri, pada proses ini citra kakao akan diambil nilai ciri dari tekstur kulit buah yang dimiliki. Setelah mendapatkan nilai ciri citra, sistem mencari nilai *histogram* dari nilai ciri yang sudah didapatkan. Selanjutnya nilai *histogram* tersebut masuk ke dalam *database* untuk dilakukan perhitungan menggunakan *Fuzzy C-Means* guna mendapatkan pusat *cluster* sebagai acuan untuk menghitung jarak dari citra testing yang masuk. Citra *testing* yang diinputkan juga akan melalui proses *grayscale* serta pencarian nilai ciri, dimana dari nilai ciri tersebut juga akan dicari nilai *histogram*nya, setelah menemukan nilai *histogram* selanjutnya nilai *histogram* tersebut dihitung jaraknya dengan pusat *cluster* yang sudah tersimpan menggunakan *euclidean distance*, jarak terkecil dari perhitungan adalah hasil dari klasifikasi, serta terdeteksi sebagai tingkat kematangan sesuai jarak terkecil dari pusat *cluster*.

Berikut merupakan analisa hasil uji coba klasifikasi kematangan kakao dari 3 skenario pengujian :

Skenario	Jumlah Citra	Nilai Klasifikasi	Akurasi
----------	--------------	-------------------	---------

	<i>Training</i>	<i>Testimg</i>	Benar	Salah	
1	15	15	6	9	40%
2	30	15	10	5	66,7%
3	45	15	14	1	93,33%

Dari hasil uji coba diatas maka dapat disimpulkan bahwa besarnya tingkat akurasi yang didapat sangat bergantung pada jumlah data *training* dan tekstur kulit pada buah kakao, hal tersebut dikarenakan semakin banyak data *training* semakin banyak pula sistem untuk mempelajari struktur tekstur kulit dari setiap tingkat kematangan sehingga lebih efektif untuk menentukan klasifikasi sedangkan tekstur kulit buah kakao memiliki ciri yang berbeda disetiap tingkat kematangan. Ketika mentah kulit buah memiliki tekstur berkerut dan alur masih terlihat, ketika matang kulit buah kakao memiliki tekstur lebih halus dengan alur yang masih terlihat, dan ketika membusuk tekstur kulit berubah berkerut dengan kerutan yang lebih halus serta alur kulit sudah tidak begitu terlihat.

D. Kesimpulan

Setelah menyelesaikan perancangan dan pembuatan sistem Klasifikasi Kematangan Kakao Menggunakan *Local Binary Pattern* dan *Neuro Fuzzy* serta melakukan uji coba serta analisa hasil uji coba, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Local Binary Pattern* digunakan untuk mengekstraksi ciri dari data citra yang masuk, selanjutnya dari nilai *Local Binary Pattern* diambil nilai histogramnya untuk dilakukan proses penghitungan dengan *Neuro Fuzzy* untuk mencari pusat cluster terbaru dari tiap-tiap kelas klasifikasi. *Local Binary Pattern* dapat mendeteksi tekstur buah dengan mentransformasikan sebuah citra menjadi sebuah susunan label integer yang menggambarkan kenampakan skala kecil dari suatu citra. *Label* atau *statistic* tersebut biasanya merupakan sebuah histogram, kemudian digunakan untuk menghitung pusat *cluster* sebagai acuan untuk mengklasifikasikan data baru yang masuk.

2. Metode *Neuro Fuzzy(C-means)* dapat diterapkan sebagai pengenalan pola pada citra kakao. Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan tingkat akurasi tertinggi diperoleh ketika jumlah data *training* sebanyak 45 data, dan jumlah data *testing* sebanyak 15 data, menghasilkan tingkat akurasi sebesar 93,33%. Sedangkan tingkat akurasi terendah terjadi ketika jumlah data *training* sebanyak 15 data, dan jumlah data *testing* sebanyak 15 data,

menghasilkan tingkat akurasi sebesar 40%. Berdasarkan hasil uji coba maka dapat disimpulkan besarnya tingkat akurasi yang didapat sangat bergantung pada jumlah data *training*.

3. Selain dari segi warna kulit, kakao juga bisa diketahui kematangannya dari sisi tekstur kulitnya. Kulit buah kakao memiliki tekstur yang berbeda setiap tingkat kematangannya. Kendala yang muncul dari penggunaan metode ekstraksi ciri untuk mencari nilai tekstur citra kulit buah kakao salah satunya adalah teknik pengambilan data. Citra yang blur dapat mempengaruhi nilai perhitungan yang dilakukan.

IV. DAFTAR PUSTAKA

Ardiansyah, Yogi. (2015). Aplikasi Identifikasi Mutu Kematangan Buah Kakao Menggunakan Image Processing dan Metode Fuzzy Logic. *Digital Repository Universitas Jember*. (Online) tersedia : <http://repository.unej.ac.id> diunduh tanggal 16 Mei 2017

Ariati , Sinta Deni (2015) Klasifikasi Stadium Kanker Kolorektal Menggunakan Model Neuro Fuzzy Berbasis Graphical User Interface (GUI). *Jurnal prodi Matematika*

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta. (Online) tersedia : <http://eprints.uny.ac.id/> diunduh tanggal 31 Juli 2017

Haris Rangkuti, A (2014). Klasifikasi Motif Batik Berbasis Kemiripan Ciri Dengan Wavelet Transform Dan Fuzzy Neural Network. *ComTech* Vol. 5 No. 1 Juni 2014: 361-372 (Online) tersedia : <http://eprints.uny.ac.id/> diunduh tanggal 1 Agustus 2017

Haryadi dan Supriyanto. (2010). *Teknologi Cokelat*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Kartiko Widi, Restu. (2010). *Asas Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Kusumadewi, Sri, Sri Hartatik. (2006). *Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Mahmud, Zainal. (n.d.). *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*.

Nurmuslimah, S. (2016). Implementasi Metode

Backpropagation untuk Mengidentifikasi Jenis Biji Kakao yang Cacat Berdasarkan Bentuk Biji. *Jurnal Ilmiah NERO Vol. 2, No.2*.

Rahman, Adib Fauzan. (2012). Makalah Argoindustri Kakao (*Theobroma cacao L*) di Indonesia. *Makalah Ilmiah :Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta*.

Son Maria, Putut, Muhammad Rivai. (2013). Klaifikasi Kualitas Biji Kopi Menggunakan Pengolahan Citra dan Fuzzy Logic. *Seminar Nasional : Menggagas Kebangkitan Komoditas Unggulan Lokal Pertanian dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura*. (Online) tersedia : <http://pertanian.trunojoyo.ac.id> diunduh tanggal 17 Juni 2017

Syakira, Bambang Hidayat, Unang Sunarya. (n.d.). KLASIFIKASI LOVEBIRD BERDASARKAN BENTUK KEPALA DAN WARNA DENGAN METODE LOCAL BINARY PATTERN (LBP) DAN FUZZY LOGIC. *Jurnal Prodi SI Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom*.

Trianto, Rezki, Ni Nengah Dewi
Merdekawati, Rizkie Purnama Shakti
Nugraha, Dita Nur Yuni Astiti,
Happy Gagas Tri Atmojo. (n.d.).
KLASIFIKASI HURUF
KATAKANA DENGAN METODE
TEMPLATE MATCHING
CORRELATION. *Jurnal Program
Teknologi Informasi dan Ilmu
Komputer, Universitas Brawijaya,
Malang.*

Yuni Mulato, Febri. (2015).
Klasifikasi Kematangan Buah Jambu
Biji Merah (*Psidium Guajava*) dengan
Menggunakan Model Fuzzy. *Jurnal
Universitas Negeri Yogyakarta.*
(Online) tersedia :
<http://eprints.uny.ac.id> diunduh
tanggal 17 Juni 2017

[http://alfian-p-p-
fst10.web.unair.ac.id/](http://alfian-p-p-fst10.web.unair.ac.id/) diunduh
tanggal 29 Juli 2017

[http://nationalgeographic.co.id/berita/
/2012/07/2014-indonesia-targetkan-
jadi-penghasil-kakao-terbesar-di-
dunia](http://nationalgeographic.co.id/berita/2012/07/2014-indonesia-targetkan-jadi-penghasil-kakao-terbesar-di-dunia) diunduh tanggal 30 Juli 2017