

# Analisa Perbandingan Metode Klasifikasi *Euclidean Distance* Dengan *Fuzzy Logic Mamdani* Untuk Mengidentifikasi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Metode Ekstraksi Fitur Ciri Statistik Orde Dua

<http://dx.doi.org/10.28932/jutisi.v4i1.711>

Paula Juniana<sup>#1</sup>, Nico Phoa<sup>#2</sup>, Halim Agung<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Jurusan Teknik Informatika, Universitas Bunda Mulia  
Jalan Lodan Raya No.2, Ancol

<sup>1</sup>paulajuniana@gmail.com

<sup>2</sup>nphoan100@gmail.com

<sup>3</sup>hagung@bundamulia.ac.id

**Abstract** — Mango fruit is a fruit that has a high value in Indonesia and has a wide market share ranging from traditional markets to modern markets. At harvest time, the mango fruit is still selected manually based on visual observations from an expert on fruits. The lack of public knowledge about the maturity of this fruit makes the community sometimes difficult to choose a fruit that is ripe. So doing the research to detect mango Gedong fruit by looking at its skin texture and color. Features of Gedong will be extracted using second order feature extraction method that is energy, contrast, correlation, inverse different moment, and entropy. This application is built by comparing the two methods of classification namely *Euclidean Distance*, and *Mamdani*. By comparing the results of the two methods of classification, the user can know the maturity classification of mango Gedong more accurate. So, the result of this research shown that the most accurate method in mango fruit maturity classification is *Euclidean Distance* method with an accuracy of 83.33% with a total of 60 tests from 120. While *Mamdani* method has accuracy level under *Euclidean Distance* that is 63,33% with total 60 tests from 120.

**Keywords**— *Euclidean Distance Method*, *Mamdani Method*, *Mango Fruit Maturity*

## I. PENDAHULUAN

Buah mangga (*Mangifera indica*) merupakan buah yang mempunyai nilai yang tinggi di Indonesia dan memiliki pangsa pasar yang luas mulai dari pasar tradisional hingga pasar modern. Hal ini menunjukkan bahwa komoditas mangga sudah dikonsumsi masyarakat secara luas dan memiliki daya saing. Dalam rangka meningkatkan daya saing tersebut maka buah mangga yang dihasilkan harus

dapat memenuhi standar pasar dalam negeri maupun pasar internasional dan di terima secara luas oleh konsumen. Salah satu buah mangga yang terkenal adalah buah mangga Gedong.

Dalam proses pemanenan hingga penjualan mangga, terkadang masyarakat masih mengidentifikasi dan mendeteksi kematangan buah secara manual. Cara manual dilakukan berdasarkan pengamatan visual secara langsung pada buah yang akan diklasifikasi. Kelemahan pengklasifikasian manual sangat dipengaruhi subjektifitas operator sortir sehingga pada kondisi tertentu tidak konsisten proses pengklasifikasiannya.

Pada penelitian sebelumnya, Terdapat identifikasi kematangan buah yang dilakukan dengan *Fuzzy C-Means* yang mendapatkan hasil akurasi 100%, dalam pemrosesan terdapat kendala yang muncul dari penggunaan metode ekstraksi ciri tekstur untuk mengukur nilai statistik citra tekstur kulit buah mentimun salah satunya adalah teknik pengambilan data. Citra yang blur dapat mempengaruhi nilai perhitungan yang dilakukan dimana dua citra uji tersebut termasuk citra yang hasil pengujian aplikasi tidak sesuai dengan pengujian manual dikarenakan citra blur [1]. Identifikasi citra dilakukan juga pada penelitian yang menggunakan metode *Euclidean Distance* yang dapat ditentukan ketika Ciri Statistik Orde Dua sudah dihitung dan datanya dijadikan data training [2]. Serta, identifikasi kematangan buah dilakukan pada penelitian terdahulu dengan menggunakan metode Ekstraksi Ciri Orde satu pada kulit buah mentimun dan mencapai tingkat akurasi nya yaitu 75%. Dalam pengeksraksian kematangan buah diharapkan menggunakan metode ekstraksi ciri orde dua

untuk melihat apakah tingkat akurasi lebih tinggi dibanding ciri orde satu [5]. Penelitian pada metode ekstraksi ciri orde dua yang dilakukan pada pengujian ini memberikan hasil yang lebih akurat dibanding ekstraksi ciri orde 1 yang dibuktikan pada hasil pengujian sebelumnya dengan tingkat akurasi dengan tingkat akurasi 75%.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Citra

Citra merupakan salah satu komponen multimedia yang memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi visual [1]. Definisi citra itu sendiri yaitu gambar pada bidang 2 dimensi, dan citra biasanya ditinjau dari sudut pandang sistematis yaitu memiliki fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang 2 dimensi.

Sebuah citra digital dapat mewakili sebuah matriks yang berukuran M kolom dan N baris, perpotongan antara kolom dan baris disebut pixel, elemen terkecil sebuah citra. Pixel mempunyai dua parameter yaitu koordinat dan intensitas (warna) [2].

Nilai dalam citra tersebut didefinisikan dalam fungsi dua dimensi  $f(x,y)$ . Dimana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat spasial dan amplitudo dari  $f$  pada pasangan koordinat  $(x,y)$  yang disebut intensitas atau gray level dari citra pada titik itu [3]. Jadi, pengolahan citra adalah suatu metode yang digunakan untuk memproses atau memanipulasi gambar dalam bentuk 2 dimensi.

### B. Tekstur

Tekstur merupakan karakteristik intrinsik dari suatu citra yang terkait dengan tingkat kekasaran (*roughness*), granulitas (*granulation*), dan keteraturan (*regularity*) susunan struktural piksel. Aspek tekstural dari sebuah citra dapat dimanfaatkan sebagai dasar dari segmentasi, klasifikasi, maupun interpretasi citra [4].

Tekstur dicirikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan didalam sekumpulan pixel-pixel yang bertetangga. Jadi, tekstur tidak dapat diidentifikasi untuk sebuah pixel, melainkan suatu citra dianggap sebagai suatu kesatuan. Dapat pula dikatakan bahwa tekstur (*texture*) adalah sifat-sifat atau karakteristik yang dimiliki oleh suatu daerah yang cukup besar sehingga secara alami sifat tersebut dapat berulang dalam daerah tersebut [5].

### C. Gray Level Coocurrence Matrix (GLCM)

GLCM memiliki  $N \times N$  matriks persegi, di mana  $N$  mewakili jumlah tingkat abu-abu sebuah gambar. Sebuah elemen  $p(i,\theta)$  dari GLCM dari gambar mewakili frekuensi relatif, dimana  $i$  merepresentasikan tingkat keabuan di lokasi  $(x,y)$ , dan  $j$  merupakan tingkat keabuan piksel tetangga dengan jarak  $d$  dan orientasi  $\theta$  dari lokasi  $(x,y)$ . Jarak ( $d$ ) yang digunakan biasanya 1 piksel dan orientasi sudut yang digunakan biasanya bernilai  $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, \text{ dan } 135^\circ$  [6].

### D. Ekstraksi Ciri

Untuk mengetahui suatu citra, diperlukan adanya ekstraksi ciri. Ekstraksi ciri dapat diteliti dengan mengambil beberapa bagian citra yang bisa menunjukkan ciri khas dari citra tersebut, misalkan warna, pola citra, diameter, dan bentuk [7]. Ekstraksi ciri dilakukan untuk mendapatkan pola dari suatu citra yang akan dilatih maupun citra yang akan diuji.

Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah ekstraksi ciri statistik. Metode ini menggunakan perhitungan statistik distribusi derajat keabuan dengan mengukur tingkat kekontrasan, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel di dalam citra [4]. Ekstraksi ciri statistik yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah orde kedua.

#### 1) Metode Ekstraksi Ciri Orde Dua

Ekstraksi ciri tekstur merupakan proses untuk mendapatkan nilai tekstur. Pada penelitian ini, ekstraksi ciri tekstur dilakukan dengan menggunakan metode statistik orde dua. Untuk memperoleh ciri statistik orde dua adalah dengan menghitung probabilitas hubungan ketetanggaan antara dua piksel pada jarak dan orientasi sudut tertentu. Pendekatan ini bekerja dengan membentuk sebuah matriks kookurensi dari data citra, dilanjutkan dengan menentukan ciri sebagai fungsi dari matriks tersebut [4].

Ekstraksi ciri statistik orde dua memiliki 6 perhitungan, yaitu:

#### a. Angular Second Moment (ASM)

Menunjukkan ukuran sifat homogenitas citra. Berikut perhitungan ASM dan Energi adalah [4]:

$$ASM = \sum_i \sum_j p_d^2(i,j) \quad (1)$$

$$Energi = \sqrt{ASM} \quad (2)$$

dimana  $p(i,j)$  merupakan menyatakan nilai pada baris  $i$  dan kolom  $j$  pada matriks kookurensi.

#### b. Contrast

Menunjukkan ukuran penyebaran (*momen inersia*) elemen-elemen matriks citra. Jika letaknya jauh dari diagonal utama, nilai kekontrasan besar. Secara visual, nilai kekontrasan adalah ukuran variasi antar derajat keabuan suatu daerah citra. Berikut perhitungan Contrast adalah [4]:

$$Contrast = \sum_i \sum_j (i-j)^2 P_d(i,j) \quad (3)$$

#### c. Correlation

Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra. Berikut Correlation adalah [4]:

$$COR = \sum_i \sum_j \frac{ijP_d - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (4)$$

d. *Inverse Different Moment*

Menunjukkan kehomogenan citra yang berderajat keabuan sejenis. Citra homogen akan memiliki harga IDM yang besar. Berikut perhitungan *Inverse Different Moment* adalah [4]:

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1+(i-j)^2} P_d(i, j) \quad (5)$$

e. *Entropy*

Menunjukkan ukuran ketidakteraturan bentuk. Harga ENT besar untuk citra dengan transisi derajat keabuan merata dan bernilai kecil jika struktur citra tidak teratur (bervariasi). Berikut perhitungan *Entropy* adalah [4]:

$$ENT = - \sum_i \sum_j P_d(i, j) \log(P_d(i, j)) \quad (6)$$

E. *Euclidean Distance*

Klasifikasi adalah proses pengidentifikasian terhadap suatu pola atau objek dalam citra yang diamati, dan mengelompokkannya ke dalam anggota dari suatu kelas pola yang sudah diketahui sebelumnya (sudah ditentukan). Dalam proses klasifikasi, untuk membantu pengambilan keputusan, sudah disediakan input dari training sample yang berisi contoh-contoh pola dengan kategori atau kelas objek.

Dalam mengklasifikasi kematangan buah, Citra uji harus diekstraksi ciri dengan cara mengalihkan dengan vektor citra latih, dan akan menghasilkan vektor ciri berisikan komponen utama yang memiliki dimensi yang sama dengan vektor ciri citra latih. Setelah didapatkan vektor ciri dari citra uji, maka proses selanjutnya adalah membandingkan vektor ciri dari citra uji dengan vektor ciri citra latih. Perbandingan tersebut dapat dilakukan dengan cara menghitung jarak euclidean (*euclidean distance*), yang merupakan selisih nilai piksel antara 2 vektor tersebut [8].

Metode *Euclidean Distance* yaitu metode klasifikasi tetangga terdekatnya dengan menghitung jarak antara dua buah obyek, metode ini disebut juga jarak Euclidean [9]. Rumus perhitungan *Euclidean Distance* yaitu [10]:

$$d_e = \sqrt{\sum_{k=1}^m (fd_{i,k} - k_j)^2} \quad (7)$$

$d_e$  : *Euclidean Distance*

$fd_i$  : Data Buah Training

$k_j$  : Data Buah Uji

$m$  : jumlah data pelatihan.

F. *Ekstraksi Ciri*

Logika *fuzzy* merupakan suatu cara untuk memetakan suatu ruang masukan ke dalam suatu ruang keluaran. Dalam teori logika fuzzy dikenal himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*). Merupakan pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel bahasa yang dinyatakan dalam fungsi keanggotaan (*membership function*).

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *fuzzy* yaitu [11]:

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat dibangun dan diaplikasikan berdasarkan pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.

G. *Metode Mamdani*

Metode Mamdani dikenal juga sebagai metode min-max, diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Tahapan untuk memperoleh output adalah sebagai berikut [12]:

a) *Pembentukan Himpunan Fuzzy*

Pembentukan anggota himpunan dan variabel *fuzzy* ini didasarkan pada standar perusahaan.

b) *Penentuan Fungsi Keanggotaan*

Fungsi keanggotaan pada penelitian ini ditunjukkan dengan pemetaan titik – titik input himpunan tegas yang digambarkan pada bentuk kurva segitiga, kurva trapesium, dan kurva bentuk bahu.

c) *Penentuan Aturan Fungsi Fuzzy*

Metode yang digunakan dalam komposisi aturan dan aplikasi fungsi implikasi adalah metode max – min dengan operator AND. Secara umum aturan tersebut dapat dituliskan: IF (x1 is A1) \* (x2 is A2) \* ... \* (xn is An) THEN y is B dengan \* adalah operator AND, xn adalah skalar yang berupa variabel *fuzzy* dan An adalah variabel linguistik berupa himpunan *fuzzy*.

d) *Penegasan*

Output himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan *fuzzy* akan mengalami proses defuzzifikasi. Terdapat 5 metode yang digunakan dalam defuzzifikasi.

Metode terbaik dipilih berdasarkan nilai MSE terkecil. Metode yang digunakan dalam defuzzifikasi antara lain:

- *Centroid*
- *Bisector*
- *Mean of Maximum (MOM)*
- *Largest of Maximum (LOM)*
- *Smallest of Maximum (SOM)*

III. METODOLOGI PENELITIAN

Kebutuhan fungsional dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan data buah sample yang akan diekstraksi menjadi data training didalam database.
- b. Memasukan data training kedalam database melalui metode ekstraksi fitur ciri statistik orde dua.

c. Melakukan identifikasi kematangan buah menggunakan 2 metode klasifikasi yaitu metode Euclidean Distance dan metode *Fuzzy Logic Mamdani*.

Pada penelitian ini, digunakan 2 metode yang akan dibandingkan dalam aplikasi identifikasi kematangan buah mangga. Metode yang akan digunakan adalah:

1) *Euclidean Distance*

Digunakan metode *Euclidean Distance* ini dapat diterapkan tanpa adanya tahapan pelatihan melainkan hanya berdasarkan kumpulan fitur-fitur setiap gambar. Pada penelitian ini, jumlah sampel yang digunakan tidak terlalu banyak dan tingkat akurasi yang cukup tinggi, sehingga metode *Euclidean distance* dapat dikatakan sebagai salah satu metode yang cocok untuk diterapkan pada penelitian ini.

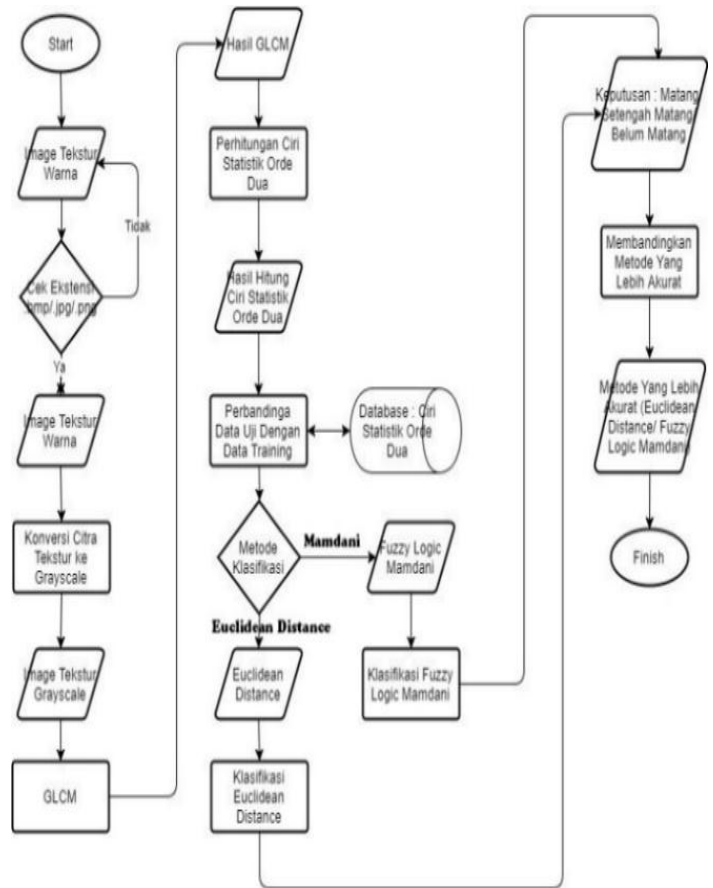
Penggunaan metode ini dengan cara menghitung jarak kedua fitur ciri yang terdapat pada data sampel dan fitur ciri yang terdapat pada data yang akan diuji. Hasil dari perhitungan tersebut menghasilkan nilai *Euclidean*. Dari proses perhitungan terhadap seluruh data sampel, yang menghasilkan nilai *Euclidean* paling kecil merupakan citra yang mirip dengan citra sampel tersebut.

2) *Fuzzy Logic Mamdani*

Digunakan metode *Fuzzy Logic Mamdani* ini diterapkan sebagai salah satu metode yang cocok untuk penelitian ini karena adanya langkah-langkah pengerjaannya sebagai berikut:

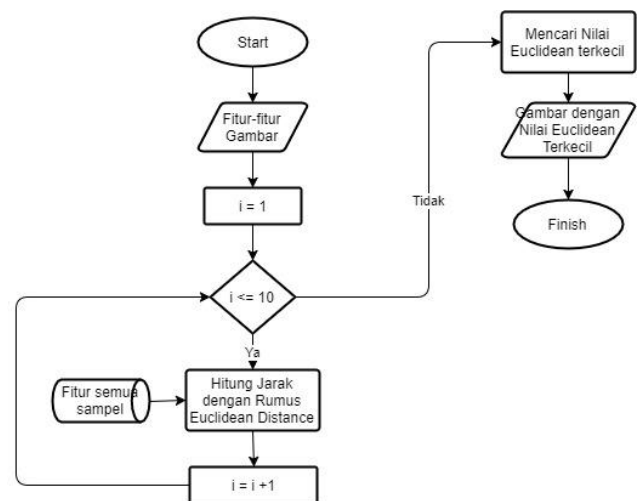
- Mengubah tipe gambar dari RGB menjadi tipe gambar *Gray Level Coocurrence Matrix*.
- Mengekstrak gambar GLCM sehingga didapat *input* yang akan digunakan dalam *fuzzy logic*, yaitu: *energy*, *contrast*, *correlation*, *IDM*, *entropy*. Proses ekstrak gambar dilakukan dengan menggunakan bahasa Java.
- Menentukan himpunan universal pada *variable input*.
- Menentukan himpunan universal pada *variable output*.
- Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada *input* dan *output*.
- Membentuk aturan *fuzzy*.
- Melakukan inferensi *fuzzy*.
- Melakukan defuzzifikasi.
- Melakukan pengujian model *fuzzy*.

Perancangan *flowchart diagram* bertujuan untuk menggambarkan aliran proses dalam sistem. *Flowchart diagram* dari aplikasi ini ditunjukkan pada Gambar 1.



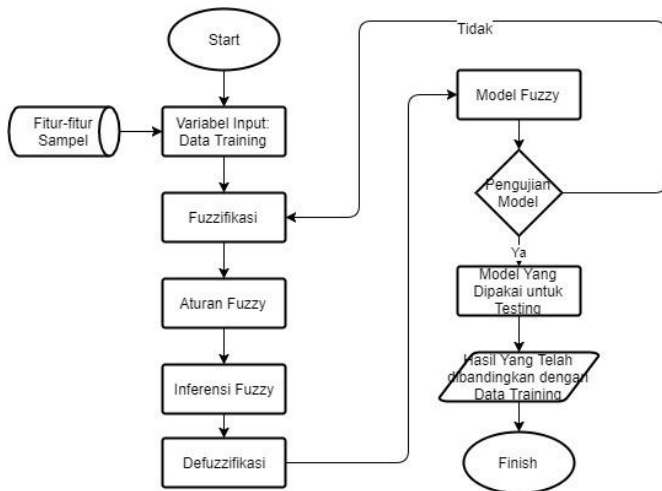
Gambar 1. Flowchart Aplikasi

Flowchart diagram dari metode *Euclidean Distance* ditunjukkan pada Gambar 2.



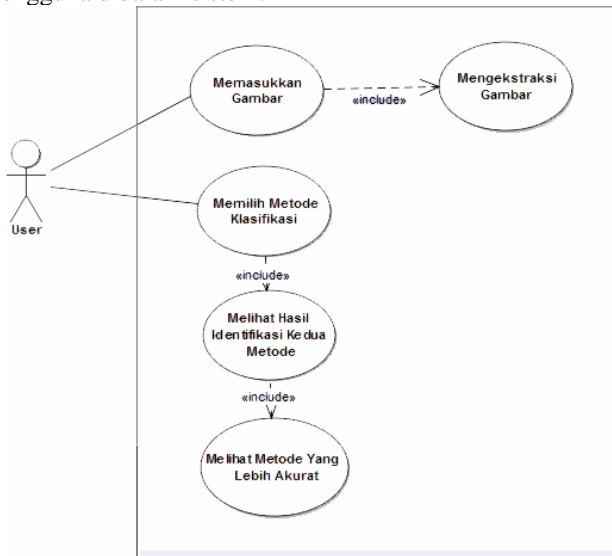
Gambar 2. Flowchart Euclidean Distance

Flowchart diagram dari metode *Mamdani* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Metode Mamdani

Use case diagram identifikasi kematangan buah menggambarkan apa saja yang dapat dilakukan oleh pengguna didalam sistem:



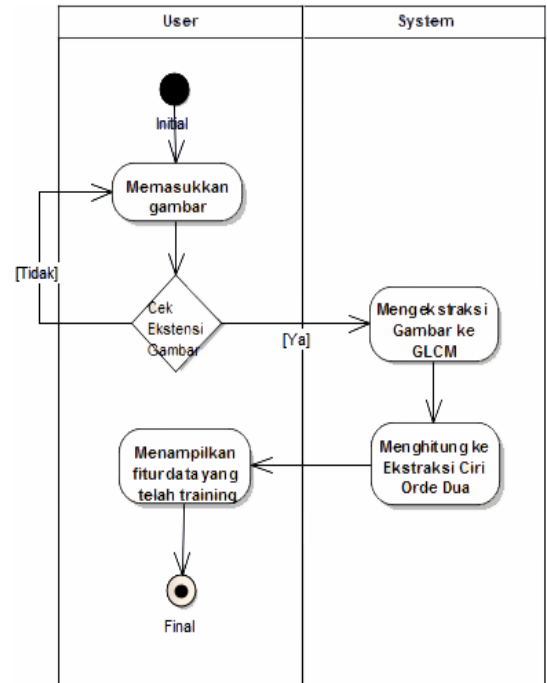
Gambar 4. Use Case Diagram

Seperti yang terlihat pada Gambar 4, interaksi antara pengguna (user) dengan aplikasi adalah sebagai berikut:

- Pengguna akan memasukkan gambar ke dalam aplikasi yang menggunakan bahasa Java.
- Gambar akan diekstraksi dengan metode ekstraksi ciri orde dua (*energy, entropy, correlation, contrast, inverse different moment*) didalam sistem.
- Setelah gambar diekstraksi, semua fitur akan masuk ke dalam *database*, dan akan melakukan *data training*.
- Pengguna akan memilih metode klasifikasi untuk membandingkan data sampel dengan data yang telah *training*.
- Setelah digunakan setiap metode, sistem akan memproses dengan membandingkan kedua metode yang lebih akurat.

- Pengguna akan melihat metode manakah yang lebih akurat untuk identifikasi kematangan buah mangga.

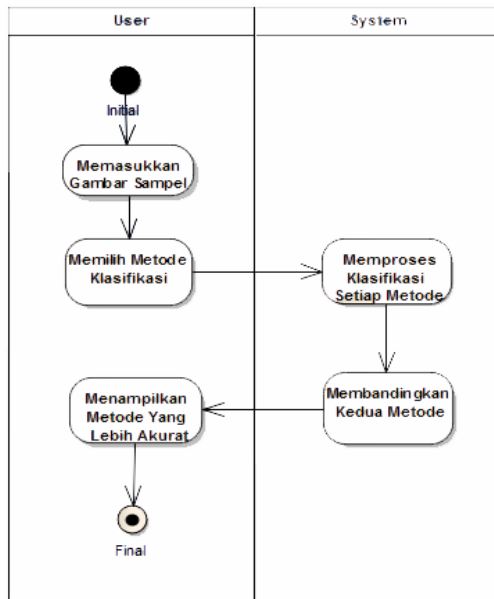
Seperti yang dilihat pada Gambar 5, perancangan Activity diagram yang dilakukan untuk memasukkan gambar adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Activity Diagram: Memasukkan Gambar

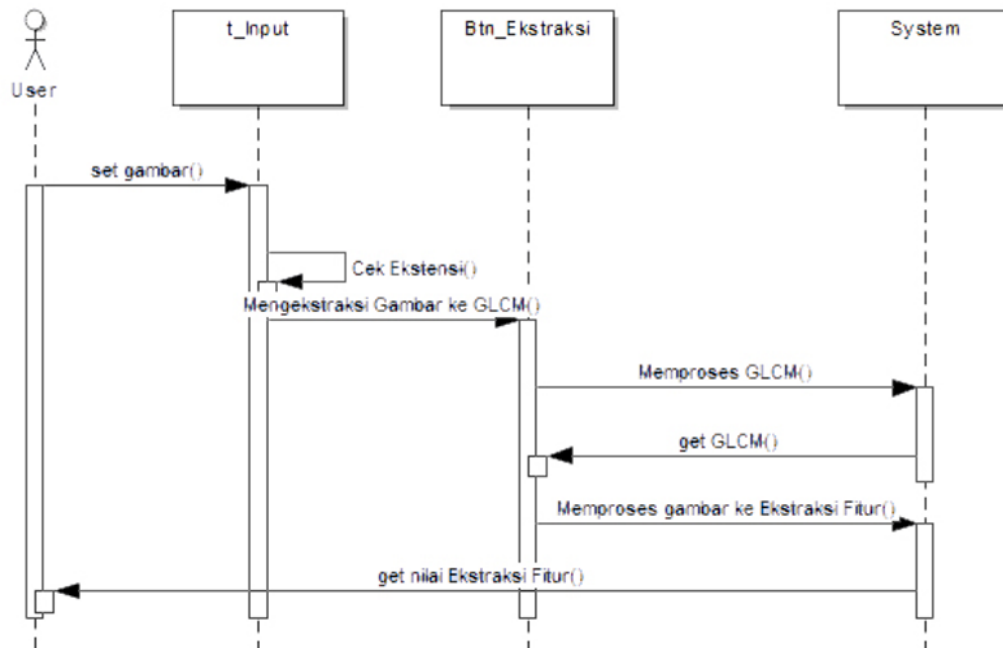
- Ketika User akan mengecek tingkat kematangan buah, user akan menginput gambar terlebih dahulu.
- User akan melakukan pengecekan terlebih dahulu, apakah gambar tersebut sudah sesuai dengan ekstensi yang ada (.bmp/.jpg/.png).
- Setelah cocok dengan ekstensi tersebut, sistem akan mengekstraksi gambar terlebih dahulu ke GLCM.
- Gambar akan diekstraksi lagi ke dalam metode ekstraksi fitur ciri statistik orde dua.
- User akan melihat hasil data yang telah diekstraksi dan perhitungan ekstraksi fiturnya.

Seperti yang dilihat pada Gambar 5, perancangan Activity diagram yang dilakukan untuk memilih metode klasifikasi adalah sebagai berikut:



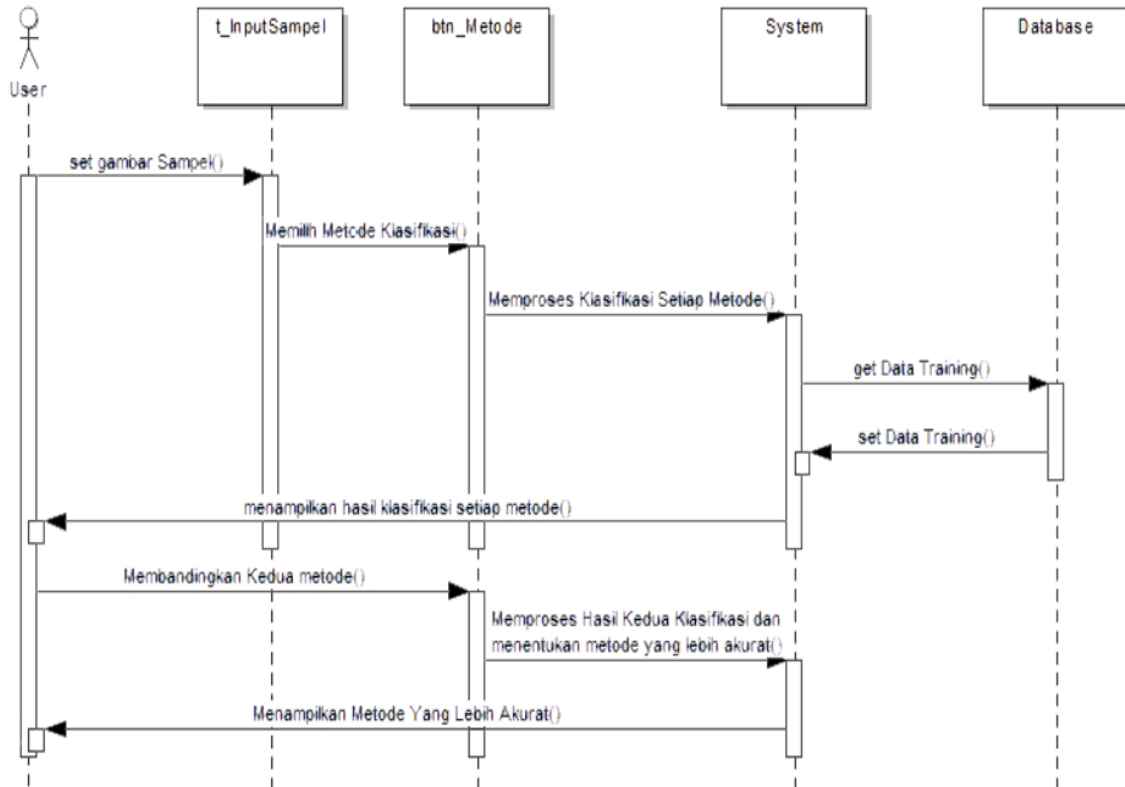
Gambar 6. Activity Diagram: Memilih Metode Klasifikasi

- User* akan memasukkan gambar baru yang akan dijadikan data sampel untuk dibandingkan dengan *data training*.
- User* akan memilih metode klasifikasi yang akan dibandingkan untuk mencari yang paling akurat.
- Sistem akan memproses data-data tersebut dengan setiap metode untuk melakukan klasifikasi pada buah mangga.
- Sistem akan membandingkan metode tersebut untuk melihat klasifikasi mana yang lebih akurat.
- User* akan melihat hasil metode klasifikasi untuk buah mangga yang lebih akurat.



Gambar 7. Sequence Diagram User: Memasukkan Gambar

*Sequence diagram* pada Gambar 7 menggambarkan data berupa gambar dan mendapatkan nilai fitur setiap proses aplikasi yang dilakukan oleh *user* untuk memasukkan gambar yang akan menjadi *data training*.



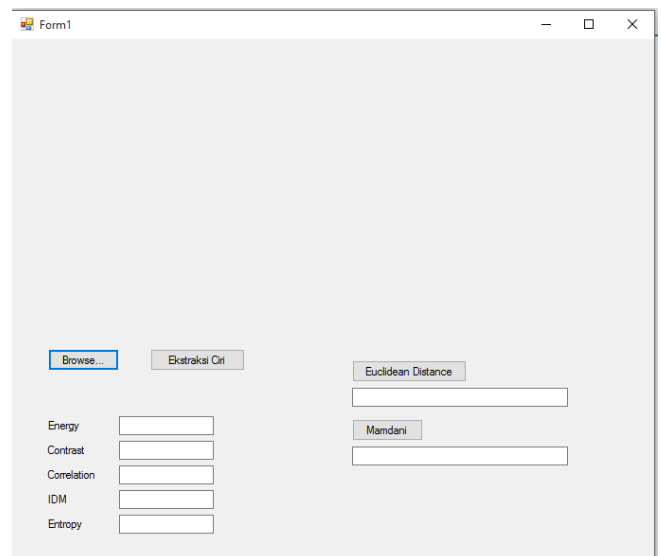
Gambar 8. Sequence Diagram User: Memilih Metode Klasifikasi

Sequence diagram pada Gambar 8 menggambarkan proses aplikasi yang dilakukan oleh user untuk memilih metode klasifikasi kematangan buah mangga dan membandingkan metode manakah yang lebih akurat untuk klasifikasi matang, setengah matang, dan belum matang pada buah mangga.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Implementasi Antarmuka Pengguna

Ketika user menjalankan program, gambar 9 menampilkan tampilan awal program yang akan dijalankan oleh user. Pada tampilan program, button 'Browse' akan digunakan untuk memasukkan gambar mangga yang telah dipotong oleh user. Setelah user memasukkan gambar, user akan mengekstraksi ciri gambar terlebih dahulu dengan menekan button 'Ekstraksi Ciri'. Setelah diekstraksi, gambar yang telah dimasukan oleh user akan masuk ke dalam database. Data akan di-training didalam database. User dapat membandingkan metode mana yang lebih akurat dengan menekan button 'Euclidean Distance' dan button 'Mamdani'.



Gambar 9. Tampilan Awal Program

## B. Implementasi Proses dan Algoritma

### 1) Implementasi Metode Ekstraksi Ciri

```

Private Sub EkstraksiCiri()
    Dim gambar As New Bitmap(PictureBox2.Image)
    Dim glcm(256, 256) As Double
    Dim pixelCounter As Double
    Dim energy, asm, contrast, correlation, px, py, meanx,
    meany, stdevx, stdevy, IDM, entropy As Double
    pixelCounter = 0

    For baris = 0 To gambar.Height - 2
        For kolom = 0 To gambar.Width - 2
            Dim a = Grayscale(kolom, baris)
            Dim b = Grayscale(kolom + 1, baris)
            Dim c = Grayscale(kolom + 1, baris + 1)
            Dim d = Grayscale(kolom, baris + 1)
            glcm(a, b) += 1
            glcm(b, a) += 1
            glcm(a, c) += 1
            glcm(c, a) += 1
            glcm(a, d) += 1
            glcm(d, a) += 1
            glcm(b, d) += 1
            glcm(d, b) += 1
            pixelCounter += 8
        Next
    Next
    'Perhitungan GLCM Dengan Pehitungan Derajat 360
    For pixA = 0 To 255
        For pixB = 0 To 255
            glcm(pixA, pixB) = glcm(pixA, pixB) / pixelCounter
        Next
    Next
    'Perhitungan GLCM Untuk Ekstraksi Ciri

    asm = 0.0
    For pixA = 0 To 255
        For pixB = 0 To 255
            asm = asm + (glcm(pixA, pixB) * glcm(pixA, pixB))
        Next
    Next
    'Perhitungan ASM
    energy = Math.Sqrt(asm) 'Perhitungan Energy
    TextEnergy.Text = energy
    correlation = 0.0
    meanx = 0.0
    meany = 0.0
    stdevx = 0.0
    stdevy = 0.0
    For pixA = 0 To 255
        For pixB = 0 To 255
            meanx = meanx + pixA * glcm(pixA, pixB)
            meany = meany + pixB * glcm(pixA, pixB)
        Next
    Next

    contrast = 0.0
    For pixA = 0 To 255
        For pixB = 0 To 255
            contrast = contrast + (pixA - pixB) * (pixA - pixB) *
            (glcm(pixA, pixB)) 'Perhitungan Contrast
        Next
    Next
    TextContrast.Text = contrast
    For pixA = 0 To 255

```

```

            stdevx = stdevx + (pixA - meanx) * (pixA - meanx) *
            (glcm(pixA, pixB))
            stdevy = stdevy + (pixB - meany) * (pixB - meany) *
            (glcm(pixA, pixB))
        Next
    Next
    For pixA = 0 To 255
        For pixB = 0 To 255
            correlation = correlation + ((pixA - meanx) * (pixB -
            meany) * glcm(pixA, pixB) / (stdevx * stdevy)) 'Perhitungan
            Correlation
        Next
    Next
    TextCorrelation.Text = correlation

    IDM = 0.0
    For pixA = 0 To 255
        For pixB = 0 To 255
            IDM = IDM + (glcm(pixA, pixB) / (1 + (pixA - pixB)
            * (pixA - pixB))) 'Perhitungan IDM
        Next
    Next
    TextIDM.Text = IDM
    entropy = 0.0
    For pixA = 0 To 255
        For pixB = 0 To 255
            If (glcm(pixA, pixB) = 0) Then
            Else
                entropy = entropy - (glcm(pixA, pixB) *
                (Math.Log(glcm(pixA, pixB)))) 'Perhitungan Entropy
            End If
        Next
    Next
    TextEntropy.Text = entropy
End Sub

```

Gambar 10. Ekstraksi Ciri

Pada Gambar 10, dapat dilihat bahwa pada awal pengerjaan program telah dideklarasikan terlebih dahulu untuk matriks (kolom dan baris) pada gambar yang akan diproses terlebih dahulu ke dalam *Gray Level Matrix Coocurrence* (GLCM). Setelah gambar diproses ke *grayscale*, gambar akan di ekstraksi ciri dengan menggunakan rumus ekstraksi ciri orde dua, yaitu *Angular Second Moment* (ASM), *Energy*, *Contrast*, *Inverse Different Moment* (IDM), dan *Entropy*.

### 2) Implementasi Koneksi DB

```

Imports System.Data.OleDb
Module Module1
    Public conn As OleDbConnection
    Public dadata As OleDbDataAdapter
    Public dsdata As DataSet
    Public query As String
    Public Sub Koneksi()
        conn = New
        OleDbConnection("Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0;Data
        Source=" & Application.StartupPath & "\Database1.mdb;")
    End Sub
End Module

```

Gambar 11. Koneksi Database



Pada gambar 11, *user* akan melakukan koneksi terlebih dahulu ke *database* untuk mengklasifikasi buah mangga yang sudah matang, belum matang, atau setengah matang dengan buah mangga yang telah di-*training*.

### 3) Implementasi Metode Euclidean Distance

```
Public Sub Euclidean()
    Module1.Koneksi()
    Dim jarak, jarakMin As Double
    Dim tingkat As String
    Dim energy As Double = TextEnergy.Text
    Dim IDM As Double = TextIDM.Text
    Dim correlation As Double = TextCorrelation.Text
    Dim contrast As Double = TextContrast.Text
    Dim entropy As Double = TextEntropy.Text
    Dim jarakEnergy, jarakEntropy, jarakCorrel, jarakContrast,
    jarakIDM As Double
    Dim queryEnergy, queryContrast, queryCorrel, queryEnt,
    queryIDM As String

    queryEnergy = "SELECT AVG (energy) FROM T_training
    WHERE keterangan = 'Belum Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryEnergy, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    jarakEnergy = energy - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang belum matang
    dari ekstraksi Energy

    queryContrast = "SELECT AVG (contrast) FROM
    T_training WHERE keterangan = 'Belum Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryContrast, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    jarakContrast = contrast -
    dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang belum matang
    dari ekstraksi Contrast

    queryEnt = "SELECT AVG (entropy) FROM T_training
    WHERE keterangan = 'Belum Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryEnt, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    jarakEntropy = entropy - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang belum matang
    dari ekstraksi Entropy
    queryIDM = "SELECT AVG (idm) FROM T_training
    WHERE keterangan = 'Belum Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryIDM, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    jarakIDM = IDM - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang belum matang
    dari ekstraksi IDM

    queryCorrel = "SELECT AVG (correlation) FROM
    T_training WHERE keterangan = 'Belum Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryCorrel, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    jarakCorrel = correlation -
    dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang belum matang
    dari ekstraksi Correlation
```

```
    jarak = Math.Sqrt(jarakEnergy * jarakEnergy + jarakEntropy
    * jarakEntropy + jarakContrast * jarakContrast + jarakIDM *
    jarakIDM + jarakCorrel * jarakCorrel)
    tingkat = "Belum Matang : " & jarak.ToString
    jarakMin = jarak
    'Menghitung dan menentukan Jarak Euclidean buah yang
    belum matang

    queryEnergy = "SELECT AVG (energy) FROM T_training
    WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryEnergy, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    jarakEnergy = energy - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang setengah matang
    dari ekstraksi Energy

    queryContrast = "SELECT AVG (contrast) FROM
    T_training WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryContrast, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    jarakContrast = contrast - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang setengah matang
    dari ekstraksi Contrast

    queryEnt = "SELECT AVG (entropy) FROM T_training
    WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryEnt, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    jarakEntropy = entropy - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang setengah matang
    dari ekstraksi Entropy

    queryIDM = "SELECT AVG (idm) FROM T_training
    WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryIDM, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    jarakIDM = IDM - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang setengah matang
    dari ekstraksi IDM

    queryCorrel = "SELECT AVG (correlation) FROM
    T_training WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryCorrel, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    jarakCorrel = correlation - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang setengah matang
    dari ekstraksi Correlation

    jarak = Math.Sqrt(jarakEnergy * jarakEnergy + jarakEntropy
    * jarakEntropy + jarakContrast * jarakContrast + jarakIDM *
    jarakIDM + jarakCorrel * jarakCorrel)

    If jarak < jarakMin Then
        jarakMin = jarak
        tingkat = "Setengah Matang : " + jarak.ToString
    End If
    'Menghitung dan menentukan Jarak Euclidean buah yang
    setengah matang

    queryEnergy = "SELECT AVG (energy) FROM T_training
    WHERE keterangan = 'Sudah Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryEnergy, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    jarakEnergy = energy - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang sudah matang
    dari ekstraksi Energy
```

```

queryContrast = "SELECT AVG (contrast) FROM
T_training WHERE keterangan = 'Sudah Matang'"
dadata = New OleDbDataAdapter(queryContrast, conn)
dsdata = New DataSet
dadata.Fill(dsdata)
jarakContrast = contrast - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang sudah matang
dari ekstraksi Contrast

queryEnt = "SELECT AVG (entropy) FROM T_training
WHERE keterangan = 'Sudah Matang'"
dadata = New OleDbDataAdapter(queryEnt, conn)
dsdata = New DataSet
dadata.Fill(dsdata)
jarakEntropy = entropy - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang sudah matang
dari ekstraksi Entropy

queryIDM = "SELECT AVG (idm) FROM T_training
WHERE keterangan = 'Sudah Matang'"
dadata = New OleDbDataAdapter(queryIDM, conn)
dsdata = New DataSet
dadata.Fill(dsdata)
jarakIDM = IDM - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang sudah matang
dari ekstraksi IDM

queryCorrel = "SELECT AVG (correlation) FROM
T_training WHERE keterangan = 'Sudah Matang'"
dadata = New OleDbDataAdapter(queryCorrel, conn)
dsdata = New DataSet
dadata.Fill(dsdata)
jarakCorrel = correlation - dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
'Mencari Rata-Rata dari buah mangga yang sudah matang
dari ekstraksi Correlation

jarak = Math.Sqrt(jarakEnergy * jarakEnergy +
jarakEntropy * jarakEntropy + jarakContrast *
jarakContrast + jarakIDM * jarakIDM + jarakCorrel *
jarakCorrel)

If jarak < jarakMin Then
    jarakMin = jarak
    tingkat = "Sudah Matang : " + jarak.ToString
End If
'Menghitung dan menentukan Jarak Euclidean buah yang
sudah matang

JarakEu.Text = tingkat
'Menampilkan Klasifikasi Buah Mangga
End Sub

```

Gambar 12. Metode Euclidean Distance

Pada Gambar 12, dapat dilihat bahwa metode *Euclidean Distance* akan menghitung jarak dari setiap ekstraksi ciri pada gambar *training* dengan gambar yang telah dimasukkan, sehingga *Euclidean Distance* akan memberikan *output* klasifikasi buah yang telah diuji apakah sudah matang, belum matang, atau setengah matang. Metode Euclidean Distance juga akan menunjukkan hasil dari perhitungan keseluruhan ekstraksi ciri gambar yang telah diuji.

#### 4) Implementasi Metode Mamdani

```

Private Sub Fuzzy()
    Dim maxEnergy, maxEnt, maxIDM, maxCorr, maxCon,
total As Double
    Dim a As Integer
    Module1.Koneksi()
    Dim queryEnergy, queryContrast, queryCorrel, queryEnt,
queryIDM As String
    Dim energy, entropy, contrast, correlation, IDM As Double
    Dim selisihEnergy(3), selisihEnt(3), selisihCorr(3),
selisihIDM(3), selisihCon(3) As Double
    Dim minEnergy(3), minEnt(3), minCorr(3), minCon(3),
minIDM(3) As Double
    Dim status As String

    energy = TextEnergy.Text
    entropy = TextEntropy.Text
    contrast = TextContrast.Text
    correlation = TextCorrelation.Text
    IDM = TextIDM.Text

    queryEnergy = "SELECT MIN (energy) FROM T_training
WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryEnergy, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    minEnergy(0) = dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari MIN buah mangga yang setengah matang dari
Ekstraksi Energy

    queryEnergy = "SELECT MAX (energy) FROM T_training
WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryEnergy, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    minEnergy(1) = dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari MAX buah mangga yang setengah matang dari
Ekstraksi Energy

    queryEnt = "SELECT MIN (entropy) FROM T_training
WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryEnt, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    minEnt(0) = dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari MIN buah mangga yang setengah matang dari
Ekstraksi Entropy

    queryEnt = "SELECT MAX (entropy) FROM T_training
WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryEnt, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    minEnt(1) = dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari MAX buah mangga yang setengah matang dari
Ekstraksi Entropy

    queryContrast = "SELECT MIN (contrast) FROM
T_training WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
    dadata = New OleDbDataAdapter(queryContrast, conn)
    dsdata = New DataSet
    dadata.Fill(dsdata)
    minCon(0) = dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
    'Mencari MIN buah mangga yang setengah matang dari
Ekstraksi Contrast

    queryContrast = "SELECT MAX (contrast) FROM
T_training WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"

```

```

dadata = New OleDbDataAdapter(queryContrast, conn)
dsdata = New DataSet
dadata.Fill(dsdata)
minCon(1) = dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
'Mencari MAX buah mangga yang setengah matang dari
Ekstraksi Contrast

queryCorrel = "SELECT MIN (correlation) FROM
T_training WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
dadata = New OleDbDataAdapter(queryCorrel, conn)
dsdata = New DataSet
dadata.Fill(dsdata)
minCorr(0) = dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
'Mencari MIN buah mangga yang setengah matang dari
Ekstraksi Correlation

queryCorrel = "SELECT MAX (correlation) FROM
T_training WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
dadata = New OleDbDataAdapter(queryCorrel, conn)
dsdata = New DataSet
dadata.Fill(dsdata)
minCorr(1) = dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
'Mencari MAX buah mangga yang setengah matang dari
Ekstraksi Correlation

queryIDM = "SELECT MIN (idm) FROM T_training
WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
dadata = New OleDbDataAdapter(queryIDM, conn)
dsdata = New DataSet
dadata.Fill(dsdata)
minIDM(0) = dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
'Mencari MIN buah mangga yang setengah matang dari
Ekstraksi IDM

queryIDM = "SELECT MAX (idm) FROM T_training
WHERE keterangan = 'Setengah Matang'"
dadata = New OleDbDataAdapter(queryIDM, conn)
dsdata = New DataSet
dadata.Fill(dsdata)
minIDM(1) = dsdata.Tables(0).Rows(0).Item(0)
'Mencari MAX buah mangga yang setengah matang dari
Ekstraksi IDM

If (energy < minEnergy(0)) Then
    selisihEnergy(0) = 0.0
End If
If (energy > minEnergy(0)) Then
    selisihEnergy(1) = 0.33
End If
If (entropy > minEnt(0)) Then
    selisihEnt(1) = 0.33
End If
If (entropy > minEnt(1)) Then
    selisihEnt(2) = 0
End If
If (IDM < minIDM(0)) Then
    selisihIDM(0) = 0.0
End If
If (IDM > minIDM(0)) Then
    selisihIDM(1) = 0.33
End If
If (IDM > minIDM(1)) Then
    selisihIDM(2) = 0.67
End If
If (contrast < minCon(0)) Then
    selisihCon(0) = 0.67
End If

If (contrast > minCon(0)) Then
    selisihCon(1) = 0.33

```

```

End If
If (contrast > minCon(1)) Then
    selisihCon(2) = 0
End If
If (correlation < minCorr(0)) Then
    selisihCorr(0) = 0.0
End If
If (correlation > minCorr(0)) Then
    selisihCorr(1) = 0.33
End If
If (correlation
    End If
    If maxCorr < selisihCorr(a) Then
        maxCorr > minCorr(1)) Then
        selisihCorr(2) = 0.67
    End If
'Menentukan rule himpunan fuzzy dari MIN
maxCon = 0
maxCorr = 0
maxEnergy = 0
maxEnt = 0
maxIDM = 0
For a = 0 To 2
    If maxCon < selisihCon(a) Then
        maxCon = selisihCon(a)
    End If
    If maxCorr < selisihCorr(a) Then
        maxCorr = selisihCorr(a)
    End If
    If maxEnergy < selisihEnergy(a) Then
        maxEnergy = selisihEnergy(a)
    End If
    If maxEnt < selisihEnt(a) Then
        maxEnt = selisihEnt(a)
    End If
    If maxIDM < selisihIDM(a) Then
        maxIDM = selisihIDM(a)
    End If
Next
'Menentukan rule himpunan fuzzy dari MAX

total = maxCon + maxCorr + maxEnergy + maxEnt +
maxIDM
total = total / 5
'Menghitung dan menentukan klasifikasi buah mangga

If total < 0.198 Then
    status = "Belum Matang"
Elseif total > 0.4 Then
    status = "Sudah Matang"
Else
    status = "Setengah Matang"
End If
'defuzzifikasi
jarakMam.Text = status + " : " + total.ToString
'Menampilkan Klasifikasi Buah Mangga
End Sub

```

Gambar 13. Metode Euclidean Distance

Pada Gambar 13, dapat dilihat bahwa metode *Mamdani* telah mendeklarasi *variable input* ke dalam program. *Variable input* itu terdiri dari *energy*, *contrast*, *entropy*, *correlation*, *inverse different moment*. Setelah dideklarasikan *input* tersebut, *fuzzy* akan menentukan *rule* (aturan) himpunan *fuzzy*-nya. Aturan-aturan himpunan *fuzzy* nantinya

akan melakukan defuzifikasi dan melakukan pengujian terhadap buah mangga yang akan dijadikan *sample*. Hasilnya nanti akan dibandingkan dengan metode *Euclidean Distance*.

C. Pengujian Aplikasi dan Algoritma

1) Implementasi Metode *Euclidean Distance*

Berikut adalah hasil penelitian dengan menggunakan metode *Euclidean Distance* yang tertera pada table I, yaitu:

TABEL I  
METODE *EUCLIDEAN DISTANCE*

No	Me nti mu n	GL CM	Manua l	Aplikas i	Hasil	<i>Euclidean</i> <i>n</i>
1			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.3066381 93331805
2			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	25.692852 6924494
3			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.2782061 76730633
4			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.9670182 15702869
5			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.9621954 47860676
6			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	1.2299097 5848508
7			Setengah Matang	Sudah Matang	Tidak Sesuai	0.5816383 01459445
8			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.3720882 52450147
9			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	6.2536903 2597002
10			Setengah Matang	Belum Matang	Tidak Sesuai	1.1542628 6095765
11			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.1107327 22658891
12			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.2234067 79276101
13			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.6891815 7726087
14			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	0.7606269 12864093
15			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.9862255 57997581
16			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.7850818 02756162
17			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.7850818 02756162
18			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	0.2853013 49406996
19			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	0.6518900 38469829

No	Me nti mu n	GL CM	Manua l	Aplikas i	Hasil	<i>Euclidean</i> <i>n</i>
20			Setengah Matang	Sudah Matang	Tidak Sesuai	0.4434163 45306576
21			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.1925260 97881055
22			Setengah Matang	Sudah Matang	Tidak Sesuai	0.6415326 22461003
23			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	2.9292215 8087863
24			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.6786309 33714478
25			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	0.4967322 69747205
26			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.4839965 78585928
27			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	1.1225884 6256846
28			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	1.3199267 7965502
29			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	1.1045351 0894515
30			Setengah Matang	Sudah Matang	Tidak Sesuai	0.5816383 01459445
31			Setengah Matang	Belum Matang	Tidak Sesuai	0.7117001 87815419
32			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.6901075 09336317
33			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.5827644 10534831
34			Setengah Matang	Belum Matang	Tidak Sesuai	0.5432707 61801955
35			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	1.2438970 331663
36			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	0.5078354 03396055
37			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	0.5626857 52036474
38			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.4245218 11422782
39			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.6086610 66235285
40			Setengah Matang	Sudah Matang	Tidak Sesuai	1.0970199 478476
41			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.1251632 59872249
42			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.9653450 17820165
43			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.3910465 62862077
44			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	1.3199267 7965502
45			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.6149082 25155682

No	Mentimun	GL CM	Manua l	Aplikas i	Hasil	Euclidean
46			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.711234489067932
47			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.967598603430633
48			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.297825775237856
49			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	1.00229083829895
50			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.692726143799651
51			Setengah Matang	Sudah Matang	Tidak Sesuai	0.749536624131043
52			Setengah Matang	Belum Matang	Tidak Sesuai	1.10101789836822
53			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.852297811701773
54			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	14.9369118808453
55			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	1.13280153987422
56			Setengah Matang	Belum Matang	Tidak Sesuai	0.581651764781651
57			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.301278510420396
58			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	1.06564671367986
59			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	0.428662519198845
60			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	2.39693253452076

Pada tabel II maka dapat dihitung tingkat akurasinya yaitu:

TABEL II  
TINGKAT AKURASI METODE EUCLIDEAN DISTANCE

Data uji		
Input	Sesuai	Tidak Sesuai
Belum Matang	20	0
Setengah Matang	10	10
Sudah Matang	20	0
Akurasi (%)	$= \frac{\text{jumlah citra uji yang sesuai}}{\text{total citra uji}} \times 100\%$ $= \frac{50}{60} \times 100\%$ $= 83,33\%$	

Dari tabel II, dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi metode *Euclidean Distance* pada klasifikasi kematangan buah mangga sebesar 83,33%.

## 2) Pengujian Metode Mamdani

Berikut adalah hasil penelitian dengan menggunakan metode *Euclidean Distance* yang tertera pada table III, yaitu:

TABEL III  
METODE MAMDANI

No	Mentimun	GL CM	Manua l	Aplikas i	Hasil	Defuzzifikasi
1			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534
2			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	0.132
3			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
4			Sudah Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.33
5			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
6			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.198
7			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
8			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.466
9			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	0.132
10			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
11			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
12			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534
13			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534
14			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.33
15			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
16			Sudah Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.398
17			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.466
18			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.33
19			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.198
20			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
21			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
22			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.264
23			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	0.132
24			Sudah Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.33
25			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.198
26			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534

No	Mentimun	GL CM	Manua I	Aplikasi	Hasil	Defuzifikasi
27			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.398
28			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.264
29			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534
30			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
31			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.198
32			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534
33			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534
34			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
35			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.33
36			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.198
37			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.33
38			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534
39			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534
40			Setengah Matang	Sudah Matang	Tidak Sesuai	0.67
41			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
42			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
43			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.33
44			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.264
45			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534
46			Sudah Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.398
47			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
48			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.33
49			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.198
50			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534
51			Setengah Matang	Sudah Matang	Tidak Sesuai	0.602
52			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.198
53			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.466

No	Mentimun	GL CM	Manua I	Aplikasi	Hasil	Defuzifikasi
54			Belum Matang	Belum Matang	Sesuai	0.132
55			Setengah Matang	Sudah Matang	Tidak Sesuai	0.534
56			Setengah Matang	Setengah Matang	Sesuai	0.33
57			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534
58			Sudah Matang	Sudah Matang	Sesuai	0.534
59			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.264
60			Belum Matang	Setengah Matang	Tidak Sesuai	0.198

Dari tabel IV, maka dapat dihitung tingkat akurasinya yaitu:

TABEL IV  
TINGKAT AKURASI METODE MAMDANI

Data uji		
Input	Sesuai	Tidak Sesuai
Belum Matang	4	16
Setengah Matang	18	2
Sudah Matang	16	4
Akurasi (%)	$= \frac{\text{jumlah citra uji yang sesuai}}{\text{total citra uji}} \times 100\%$ $= \frac{38}{60} \times 100\%$ $= 63,33\%$	

Dari tabel IV, dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi metode Mamdani pada klasifikasi kematangan buah mangga sebesar 63,33%.

## V. KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Dari penelitian dan pengujian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- A. Buah mangga gedong yang diidentifikasi kematangannya, dapat dilihat dari segi warna kulit dan tekstur kulitnya.
- B. Dalam mengekstraksi ciri buah mangga yang akan dijadikan *data training*, diambil 5 variabel *input* yaitu *energy*, *contrast*, *correlation*, *inverse different moment*, dan *entropy*. Hasil dari perhitungan variabel *input* tersebut berupa nilai yang didapat dari ekstraksi fitur pada kulit mangga tersebut.
- C. Dari hasil pengujian, dapat diketahui bahwa metode yang paling akurat dalam klasifikasi kematangan buah mangga gedong adalah metode *Euclidean Distance* dengan tingkat akurasi 83,33% dengan total 60 kali pengujian dari 120. Sedangkan metode Mamdani memiliki tingkat akurasi dibawah *Euclidean Distance* yaitu 63,33% dengan total 60 kali pengujian dari 120.

### B. Kesimpulan

Aplikasi klasifikasi kematangan buah mangga ini diharapkan akan menjadi lebih baik dengan beberapa saran yang dapat digunakan:

1. Untuk pengambilan data, dapat disarankan untuk membuat gambar menjadi *auto-crop* pada aplikasi ini.
2. Citra kulit mangga yang digunakan adalah buah mangga gedong, penulis menyarankan untuk menggunakan tekstur kulit dan warna kulit buah mangga lainnya, seperti buah mangga harum manis, dan mangga indramayu.
3. Penulis menyarankan untuk mencoba algoritma/metode yang lain untuk mendapatkan akurasi pada buah mangga yang lebih baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Pujiyanta, dan S. Rizqiawan, "Identifikasi Kematangan Mentimun Berdasarkan Tekstur Kulit Buah dengan Fuzzy C-Mean," Jurnal Seminar Nasional Ilmu Komputer (SNIK 2016) - Semarang, 2016. ISBN: 978-602-1034-40-8.
- [2] E. S. N. Aisyah, dkk, "Analisis Kemiripan Pola Citra Digital Menggunakan Metode Euclidean," STMIK AMIKOM Yogyakarta, 2015. ISSN: 2302-3805.
- [3] F. Windana, M. Sarosa, dan P. B. Santoso, "Implementasi Kombinasi Feature Extraction untuk Content Based Image Retrieval," Jurnal EECCIS Vol. 8, No. 2, Desember 2014.
- [4] D. N. Maharsi, J. Halomoan, dan R. D. Atmaja, "Klasifikasi Serat Miring Pada Kayu Menggunakan Ekstraksi Ciri Statistik Berdasarkan Pada Pengolahan Citra," E-Proceeding of Engineering, Vol. 2, No. 1, April 2015. ISSN: 2355-9365.
- [5] Y. Permadi, dan Murinto. "Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Kematangan Mentimun Berdasarkan Tekstur Kulit Buah Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik," Jurnal Informatika Vol.9, No. 1, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Jan 2015.
- [6] S. F. Kusuma, R. E. Pawening, dan R. Dijaya, "Otomatisasi Klasifikasi Kematangan Buah Mengkudu Berdasarkan Warna dan Tekstur," Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi, Volume 3, Nomor 1, Januari 2017. P-ISSN: 2503-0477/ e-ISSN: 2502-3357.
- [7] F. Y. Manik, dan K. N. Saragih, "Klasifikasi belimbing Menggunakan Naive Bayes Berdasarkan Fitur Warna RGB," IJCCS, Vol. 11, No. 1 hal 99-108, Januari 2017. ISSN: 1978-1520.
- [8] Z. Niswati, "Pengenalan Pola Tekstur Brodatz Dengan Metode Jarak Euclidean," Faktor Exacta Vol. 5, No. 3: 243-253, 2012. ISSN: 1979 276X.
- [9] B. Aditya, A. Hidayatno, dan A. A. Zahra, "Sistem pengenalan Buah Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform dan Euclidean Distance," TRANSIENT, Vol. 3, No. 2, Juni 2014. ISSN: 2302-9927.
- [10] R. Wulanningrum, dan A. Rachmad, "Pengenalan Rumput Laut Menggunakan Euclidean Distance Berbasis Ekstraksi Fitur," Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, Yogyakarta, 15-16 Juni 2012. ISSN: 1907-5022.
- [11] Yulmaini, "Penggunaan Metode Fuzzy Inteference System (FIS) Mamdani Dalam Pemilihan Peminatan Mahasiswa Untuk Tugas Akhir," Jurnal Informatika, Vol. 15, No. 1, Juni 2015. P-ISSN 1693-3877/ E-ISSN15N 2407-1544.
- [12] A. Saleh, "Implementasi Metode Fuzzy Mamdani Dalam Memprediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas," Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, 6-8 Februari 2015. ISSN: 2302-3805.