



## Klasifikasi Jenis Tanaman Kelengkeng Berdasarkan Ciri Tekstur Daun Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

Ahmad Rif'an Firdaus<sup>1</sup>, Moch. Lutfi<sup>2</sup>, Muhammad Faishol Amrulloh<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Informatika, Universitas Yudharta Pasuruan, Pasuruan, Indonesia  
email: <sup>1</sup> [rifanfirdaus38@gmail.com](mailto:rifanfirdaus38@gmail.com), <sup>2</sup> [moch.lutfi@yudharta.ac.id](mailto:moch.lutfi@yudharta.ac.id), <sup>3</sup> [faishol@yudharta.ac.id](mailto:faishol@yudharta.ac.id)

### INFO ARTIKEL

#### Sejarah Artikel:

Diterima 30 Oktober 2021

Direvisi 30 April 2022

Disetujui 29 Mei 2022

Dipublikasi 15 Juni 2022

#### Katakunci:

Tanaman Kelengkeng  
Gray Level Co-occurrence Matrix,  
Adaptive Neuro Fuzzy Inference System,  
Fuzzy Logic,  
Klasifikasi.

### ABSTRAK

*Dimocarpus Longan* atau kelengkeng merupakan buah yang memiliki beberapa jenis varietas yang dapat dilihat dari tiga ciri yang berbeda yaitu daun, batang dan buah. Namun tidak semua orang dapat mengidentifikasi jenis tanaman kelengkeng dari beberapa ciri tersebut. Salah satunya ciri daun kelengkeng yang susah untuk diidentifikasi jenisnya karena persamaan bentuk yang hampir mirip dengan jenis tanaman kelengkeng lainnya. Salah satu cara untuk mengatasi yang dapat dilakukan untuk membedakan jenis tanaman dengan menggunakan metode citra digital. Oleh karena itu pada penelitian ini menggunakan daun kelengkeng sebagai data citra untuk klasifikasi dan ekstraksi fitur untuk identifikasi ciri tanaman kelengkeng. Untuk metode klasifikasi yang digunakan untuk mengklasifikasikan citra daun kelengkeng adalah Adaptive Neuro Fuzzy Sistem (ANFIS) dengan ekstraksi fitur tekstur daun tanaman kelengkeng menggunakan metode ekstraksi Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan menggunakan citra daun kelengkeng diamond river, new kristal mata lada dan puang rai. Klasifikasi ANFIS merupakan teknik fuzzy inference pada pemodelan berdasarkan pasangan data input dan output. Error yang dilakukan selama pelatihan atau selisih keluaran FIS dengan data training sebesar 0.10475 dengan kemampuan pengenalan atau akurasi sebesar 79.5%.

### ABSTRACT

*Dimocarpus Longan is a fruit that has several types of varieties that can be seen from three different characteristics, namely leaves, stems and fruit. But not everyone can identify the type of longan plant from these characteristics. One of them is the characteristic of longan leaves which are difficult to identify because of the similarity in shape to other types of longan plants. One way to overcome that can be done to distinguish the types of plants by using the digital image method. Therefore, in this study using longan leaves as image data for classification and feature extraction to determine the characteristics of longan plants. For the classification used to classify longan leaf images, the Adaptive Neuro Fuzzy System (ANFIS) with feature extraction of longan leaves texture using the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) extraction method and using diamond river longan leaf images, pepper eye crystals and puang rai. ANFIS classification is a fuzzy inference technique in modeling based on input and output data pairs. Errors made during training or the difference between FIS output and training data is 0.10475 with recognition ability or 79.5% accuracy.*

#### Keyword:

*Dimocarpus longan,*  
*Gray Level Co-occurrence Matrix,*  
*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System,*  
*Fuzzy Logic,*  
*Classification.*  
DOI Artikel:  
[10.35891/explorit.v14i1.2726](https://doi.org/10.35891/explorit.v14i1.2726)

©2022 diterbitkan oleh Prodi Teknik Informatika Universitas Yudharta Pasuruan

### 1. Pendahuluan

*Dimocarpus Longan* merupakan nama ilmiah dari tanaman kelengkeng, kelengkeng memiliki buah yang berbentuk bulat dan memiliki warna yang kekuningan dan disertai adanya bintik-bintik hitam pada kulitnya. Buah kelengkeng juga manis dan kaya akan vitamin C, karena rasanya yang manis dan memiliki manfaat vitamin yang bagus, kelengkeng sangat diminati oleh masyarakat Indonesia. Kelengkeng memiliki jenis varietas yang berbeda dan memiliki varietas berdasarkan ciri bentuk, ukuran dan warna yang bermacam-macam dengan ciri-ciri yang khas. Tanaman kelengkeng ini memiliki varietas yang cukup banyak dengan ciri-ciri yang berbeda tergantung pada varietas buah kelengkeng tersebut dibuat. Dengan adanya bermacam-macam ciri-ciri dari jenis tanaman kelengkeng menyebabkan sulitnya membedakan jenis tanaman kelengkeng dari beberapa varietas.

Ciri atau fitur adalah segala sesuatu yang bisa menjadi acuan aspek pembeda antara satu objek dengan objek yang lainnya. Seperti halnya penelitian pada deteksi penyakit daun jagung menggunakan fitur tekstur dan bentuk [1]. Sebagai contoh di sini diberikan objek berupa tanaman kelengkeng yang dapat dibedakan melalui beberapa pola yang dijabarkan ke beberapa ciri yaitu warna, tekstur, bentuk, dan ukuran [2]. Dengan mengetahui perbedaan dari ciri jenis tanaman kelengkeng tersebut seseorang dapat mengidentifikasi jenis suatu tanaman kelengkeng. Namun, secara umum jenis-jenis tanaman kelengkeng memiliki ciri-ciri yang hampir sama disetiap jenisnya. Hal tersebut dapat menyebabkan seseorang dapat kesulitan untuk mengidentifikasi jenis tanaman kelengkeng khususnya orang awam atau penikmat tanaman kelengkeng yang masih belum

mengetahui ciri-ciri jenis buah kelengkeng. Untuk itu proses identifikasi varietas tanamankelengkeng perlu dilakukan secara otomatis menggunakan sistem komputer, sehingga diharapkan dapat mempermudah untuk membedakan dan identifikasi jenis-jenis tanaman kelengkeng.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk membedakan jenis tanaman kelengkeng dengan menggunakan metode citra digital. Untuk klasifikasi varietas tanaman dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa objek, salah satunya menggunakan daun tanaman. Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang meneliti tentang klasifikasi tanaman berdasarkan daun yang menggunakan beberapa teknik pengolahan citra digital. Salah satu teknik yang sering digunakan adalah ekstraksi fitur atau ciri dari daun tanaman yang bertujuan untuk mengambil ciri dari sebuah daun tanaman dan dapat digunakan untuk mengambil fitur atau ciri yang dimiliki jenis daun tanaman, sehingga sistem yang dibuat dapat mengenali jenis varietas daun berdasarkan fitur atau ciri yang diperoleh dari ekstraksi gambar [3].

Untuk klasifikasi tanaman kelengkeng penelitian sebelumnya telah dilakukan. Khususnya pada penelitian sebelumnya yang menggunakan citra daun untuk klasifikasi varietas tanaman kelengkeng menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* dan *Probabilistic Neural Network* dan menghasilkan kecocokan 33,3%, hasil pencocokan daun kelengkeng tersebut diperoleh dengan menggunakan ekstraksi fitur morfologi [4]. Namun pada penelitian tersebut masih belum dapat memberikan informasi pembeda yang signifikan dari identifikasi varietas tanaman kelengkeng berdasarkan daunnya.

Penelitian ini akan mengacu pada penelitian sebelumnya yang menggunakan ekstraksi citra daun tanaman kelengkeng untuk mengklasifikasikan jenis varietas tanaman kelengkeng, namun pada penelitian ini menggunakan metode klasifikasi dan ekstraksi fitur yang berbeda. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini akan dilakukan klasifikasi jenis tanaman kelengkeng berdasarkan daunnya dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*, dan ekstraksi fitur citra pada penelitian ini akan diterapkan kedalam pengolahan citra digital yang menggunakan ekstraksi fitur tekstur *Gray Level Co-occurrence Matrix*.

## 2. Kajian Teori

### 2.1 Tanaman Kelengkeng

Tanaman kelengkeng yang memiliki nama ilmiah *Dimarcopus Longan* merupakan tanaman yang berasal dari wilayah Asia Tenggara dan termasuk kedalam golongan buah leci dan rambutan. Kelengkeng dipasaran Indonesia sendiri masih bernilai cukup tinggi, itu dikarenakan kelengkeng cukup digemari oleh masyarakat dikarenakan ransanya yang manis. [5].

### 2.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan salah satu area penting dari aplikasi multimedia. Aplikasi tersebut dapat ditemukan hampir di mana saja pada era modern saat ini. Dengan begitu, jumlah orang yang bekerja dengan menggunakan citra semakin banyak dan meningkat dengan pesat. Citra yang dikompresi kemudian didekompresi, dikirim melalui internet dan dimodifikasi atau bahkan terdistorsi dalam berbagai cara, hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas citra [2].

### 2.3 Klasifikasi

Klasifikasi merupakan proses untuk pengelompokan suatu data ke dalam sebuah kelompok kelas yang mencirikan kelas data pada kepentingan tertentu. Pada klasifikasi terdapat informasi mengenai bagaimana data tersebut dikelompokkan kedalam kelas tertentu, kemudian dilakukan *training* pada sistem dengan data yang sudah diberikan atau ditandai dengan label (ke dalam kelompok manakah data tersebut akan dikelompokkan) [2].

### 2.4 Gray Level Co-occurrence Matrix

GLCM adalah metode ekstraksi ciri dari teknik tekstur Haralick yang menggunakan derajat keabuan (*grey level*) dan mempersentasikan hubungan antara dua dari suatu derajat keabuan dengan derajat keabuan yang bersebelahan atau bertetangga [6]. Ekstraksi fitur GLCM dipakai untuk analisis hubungan piksel yang bertetangga tergantung dari sudut yang dapat digunakan, ada 8 sudut yang dapat digunakan pada ekstraksi fitur GLCM, diantaranya sudut 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, dan 135°.

Pada penelitian [4] yang dikutip (Claudhitta, Lovidianti, Alamsyah, & Yohannes, 2016) menyatakan, pada tahun 1973 Haralick untuk mendapatkan ciri dari ekstraksi GLCM hanya perlu beberapa dari satuan yang telah dipakai. Lima besaran yang digunakan untuk ekstraksi GLCM antara lain yaitu, *Angular Second Moment*, korelasi, kontras, *Inverse Diverent Moment*, dan entropi.

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

ASM mendiskripsikan keteraturan dan menunjukkan ukuran sifat homogenitas sebuah gambar atau citra.

$$ASM = \sum_{j=1}^L \sum_{k=1}^L (GLCM(j, k))^2$$

#### b. Korelasi (Correlation)

Korelasi merupakan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan dalam citra yang dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$CORRELATION = \frac{\sum_{j=1}^L \sum_{k=1}^L (j - \mu)(k - \mu_k)(GLCM(j, k))}{\sqrt{\sigma_j^2 \times \sigma_k^2}}$$

#### c. Kontras (Contrast)

Kontras merupakan ukuran perbedaan dari derajat keabuan, dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$CONTRAST = \sum_{n=1}^L n^2 \left\{ \sum_{|j-k|=n} GLCM(j, k) \right\}$$

#### d. Inverse Diverent Moment (IDM)

IDM merupakan ukuran untuk menunjukkan homogenitas yang dihitung dengan rumus berikut.

$$IDM = \sum_{j=1}^L \sum_{k=1}^L \frac{GLCM(j, k)}{1 + (j, k)^2}$$

e. Entropi (*Entropy*)

Entropi merupakan ketidakteraturan bentuk pada citra yang dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$IDM = \sum_{j=1}^L \sum_{k=1}^L (GLCM(j, k))(\log(GLCM(j, k)))$$

2.5 Jaringan Saraf Tiruan (JST)

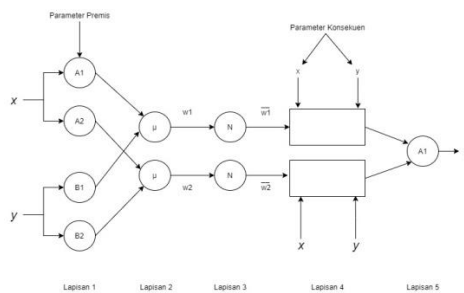
Jaringan Saraf Tiruan atau biasa disingkat dengan JST didefinisikan sebagai suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik yang menyerupai jaringan saraf pada manusia. JST tersusun dari sejumlah besar elemen yang melakukan kegiatan analog dengan menggunakan fungsi-fungsi biologis neuron yang paling berelemen. Elemen yang ada pada JST ini terorganisir sebagaimana layaknya anatomi dari otak manusia, meskipun tidak sama persis. JST berbeda dengan dengan metode yang lainnya, untuk JST beroperasi secara langsung menggunakan angka sehingga jika ada data yang tidak numerik harus diubah menjadi data numeric [7].

2.6 ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*)

ANFIS atau kepanjangan dari *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* merupakan metode penggabungan antara logika *Fuzzy Inference System* dengan prinsip kerja *Neural Network*. ANFIS memiliki model sistem yang secara kegunaan sama dengan peraturan dari dasar fuzzy arsitektur Sugeno [4].

a. Arsitektur *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*

ANFIS memiliki model pembangunan secara kegunaan sama dengan aturan yang ada pada dasar *fuzzy* arsitektur Sugeno. Arsitektur pada ANFIS Sugeno terdiri dari lima lapis, dan semua lapisnya ada simpul yang terdiri atas simpul adaptif (dengan simbol kotak) dan simpul tetap (dengan simbol lingkaran) [9]. Fungsi dari setiap lapis pada arsitektur sebagai berikut:



Gambar 1. Arsitektur Logika ANFIS

Sumber : [4]

1. Lapis 1

Setiap simpul 1 pada lapis pertama ini merupakan simpul adaptif dengan fungsi dari simpul seperti dibawah ini.

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x), i = 1,2$$

$$O_{1,i} = \mu_{B_i}(y), i = 3,4$$

dengan penjelesaian

x (atau y): adalah masukan ke node i

A<sub>i</sub> (x) atau B<sub>1-2</sub> label linguistic (seperti ‘besar’ atau ‘kecil’) yang terkait dengan simpul tersebut

O<sub>1,i</sub> derajat keanggotaan himpunan fuzzy A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> atau B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>.

2. Lapis 2

Setiap node yang ada pada lapis kedua ini merupakan simpul tetap yang bertanda dengan *output* merupakan hasil dari semua sinyal yang datang.

$$O_{2,i} = W_i = \mu_{A_i}(x)\mu_{B_i}(y), i = 1,2$$

Setiap *output* simpul dari lapis ini menyatakan bahwa kuat pemacu dari setiap aturan.

3. Lapis 3

Setiap node yang ada pada lapis atau *layer* ketiga ini merupakan node tetap yang bertanda N. Simpul 1 menghitung skala dari kuat pemacu aturan yang ke 1 terhadap jumlah semua kuat pemacu dari semua aturan.

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, i = 1,2$$

Keluaran *layer* ini disebut kuat penyulutan ternormalisasi.

4. Lapis 4

Setiap node yang ada pada lapis atau *layer* keempat ini adalah simpul adaptif dengan fungsi node sebagai berikut.

$$O_{4,i} = \overline{w_i f_i} = \bar{w}_i (w_i x + q_i y + r_i)$$

dengan

w<sub>i</sub> : kuat pemacu yang ternormalisasi dari lapisan ketiga

{p<sub>i</sub>, q<sub>i</sub>, r<sub>i</sub>} : himpunan ini disebut dengan skala konsekuensi

5. Lapis 5

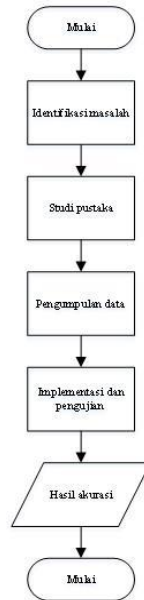
Simpul tunggal pada *layer* yang kelima ini merupakan simpul tetap yang berlabel  $E$  yang menghitung keluaran keseluruhan sebagai penghitungan keluaran keseluruhan sebagai penghitungan dari semua sinyal yang datang.

$$O_{5,i} = \sum_i \overline{w_i f_i} = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i}$$

### 3. Metodologi Penelitian

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian adalah tahapan atau proses yang menjadi acuan suatu penelitian, tahapan tersebut dapat ditentukan sebelum penelitian dilakukan dan memiliki tujuan perencanaan setiap tahap agar mencapai suatu tujuan penelitian dapat berhasil dan berjalan dengan baik.



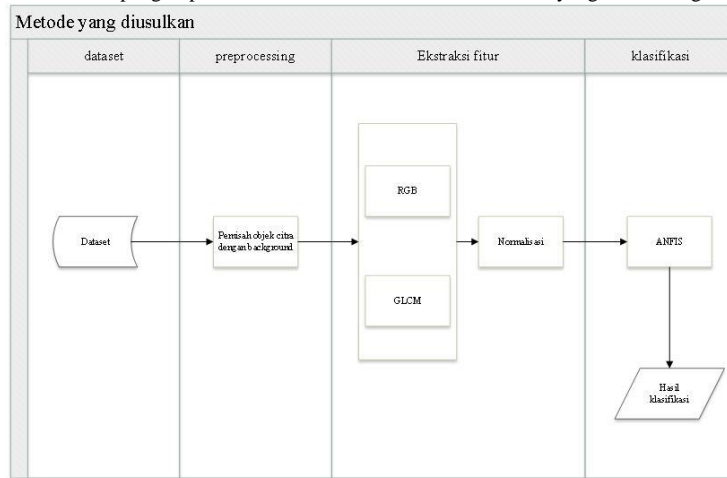
Gambar 2. Tahapan Penelitian

Adapun penjelasan dalam gambar alur penelitian di atas adalah sebagai berikut:

- 1. Identifikasi Masalah**  
 Pada tahap identifikasi masalah tahapan awal yang dilakukan adalah memahami dan mencari masalah pada hasil dari tanaman kelengkeng yang melimpah dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Masalah yang telah diidentifikasi oleh peneliti adalah kurangnya pengetahuan terhadap jenis tanaman kelengkeng. Para petani dan konsumen kelengkeng pun juga tidak semuanya bisa mengetahui jenis tanaman kelengkeng. Perbedaan dari tanaman kelengkeng dapat dilihat dari ciri-ciri antara lain daun, batang dan buah. Daun kelengkeng adalah salah satu ciri tekstur dan bentuk dari tanaman kelengkeng yang sulit untuk diidentifikasi varietasnya. Beberapa daun kelengkeng sulit diidentifikasi karena daunnya yang hampir sama bahkan dengan tanaman yang bukan kelengkeng.
- 2. Studi Pustaka**  
 Pada tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi pengetahuan dari studi kasus dengan memahami buku dan penelitian terikat yang membahas tentang tanaman kelengkeng dan juga memahami hasil dari penelitian dari *paper* terkait yang menggunakan pembelajaran ANFIS, dan GLCM yang digunakan untuk pengkajian sebagai landasan teori.
- 3. Pengumpulan Data**  
 Dataset yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis dataset private yang diambil langsung dari kebun jual bibit buah kebun pak ilyas desa karang kunci singosari malang. Pada tahapan penelitian ini dataset yang digunakan pada penelitian ini adalah dataset gambar daun kelengkeng. Gambar atau foto daun yang didapatkan dari kebun pohon kelengkeng. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil 160 data gambar daun dari 4 jenis tanaman kelengkeng yaitu Diamond river, Matalada, New Kristal dan Puangrai.
- 4. Implementasi dan Pengujian**  
 Pada tahap analisa dan pengujian dilakukan suatu proses dalam menganalisa kebutuhan apa saja yang diperlukan dalam mengklasifikasikan daun kelengkeng dan kebutuhan untuk menguji dataset yang sudah dilatih. Terdiri dari tahap awal yakni analisa kebutuhan dan analisa proses, analisa proses sendiri terdiri dari *preprocessing* yang merupakan tahap awal pengolahan dataset citra dan *processing* untuk proses implementasi klasifikasi dan pengujian dataset.
- 5. Hasil Akurasi**  
 Hasil yang diinginkan pada penetapan akurasi ini adalah sistem yang dikembangkan dapat mendeteksi ciri dari daun kelengkeng dengan jelas sehingga dapat melihat jenis dari pohon kelengkeng. Pengujian dilakukan dengan menggunakan sistem *training* FIS yang sudah dibuat. Kemudian sistem *training* FIS akan disimulasikan ke dalam Simulink untuk menguji data *test* yang sudah disiapkan. Arsitektur Simulink akan dibuat sesuai dengan rangkain FIS yang telah dibuat sebelumnya pada *training* FIS. Setelah data *test* telah diuji maka akan dilihat bagaimana kecocokan klasifikasi citra daun kelengkeng tersebut berdasarkan jenisnya, sehingga dapat melihat hasil akurasi dari pengujian dataset tersebut.

### 3.2 Metode yang diusulkan

Metode yang diusulkan dalam penelitian ini adalah ekstraksi fitur glcm dengan gabungan algoritma neural network dan fuzzy logic atau disebut anfis menggunakan variabel yang dihasilkan dari ekstraksi fitur citra daun buah klengkeng. Metode yang diusulkan dalam penelitian ini secara umum terdiri dari pengumpulan dataset, ekstraksi ciri dan klasifikasi yang terlihat di gambar 3 sebagai berikut:

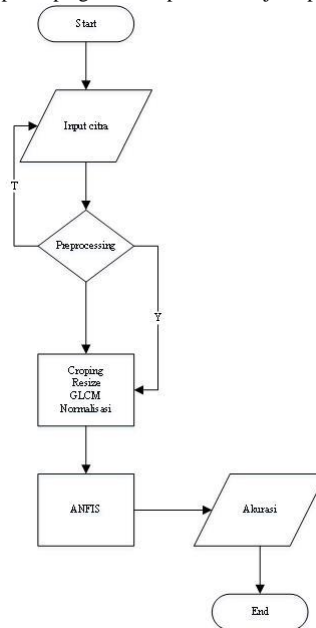


Gambar 3. Metode yang diusulkan

Langkah awal yang telah dilakukan yaitu pengumpulan dataset yang digunakan sebagai data uji dan data latih. Kemudian ekstraksi ciri warna dan tekstur dilakukan pada masing-masing data citra latih dan uji. Setelah dilakukan proses ekstraksi maka data tersebut dinormalisasi agar tidak ada parameter yang mendominasi dalam proses perhitungan data. Setelah itu data diklasifikasikan dan diuji dengan menggunakan metode anfis, tahap selanjutnya data di *testing* untuk melihat hasil dari algoritma yang digunakan.

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Berikut diagram alir atau proses yang menjadi acuan suatu penelitian, tahapan tersebut dapat ditentukan sebelum penelitian dilakukan dan memiliki tujuan perencanaan setiap tahap agar mencapai suatu tujuan penelitian dapat berhasil dan berjalan dengan baik.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

### 3.4 Dataset

dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra daun klengkeng yang didapat dari kebun jual bibit buah kebun pak ilyas desa karang kunci singosari malang sebanyak 160 citra daun klengkeng masing-masing jenis mempunyai 40 citra untuk setiap jenis Diamond River, Matalada, New Kristal, dan Puang Rai. Dataset dibagi menjadi 75% data training dan 25% data testing untuk melakukan tahap *processing*.



Gambar 5. Matalada



Gambar 6. Diamon river



Gambar 7. New kristal



Gambar 8. Puang rai

### 3.5 Preprocessing

*Preprocessing* merupakan tahapan dari pemrosesan data citra digital agar data yang digunakan dapat bisa dan layak untuk digunakan ke dalam tahap berikutnya. Ada 3 tahapan pada penelitian ini yang dilakukan pada tahap *preprocessing* antara lain *cropping*, *resize*, dan konversi citra.

#### 3.5.1 Resize

*Resize* dilakukan untuk mengubah setiap ukuran dan resolusi citra daun kelengkeng agar citra dapat mempunyai ukuran dan ukuran gambar yang sama. Citra akan disamakan ukurannya menjadi ukuran dengan resolusi 500 : 500 dan rasio 3 : 3. Proses tersebut dilakukan dengan menggunakan aplikasi Matlab. Berikut hasil citra yang sudah dilakukan *resize*.



Gambar 9. Citra Daun Kelengkeng Setelah dilakukan *Resize*

#### 3.5.2 Cropping

*Cropping* adalah proses pemotongan citra daun kelengkeng dengan ukuran yang sesuai dengan objek yaitu daun, sekaligus menyeleksi pemotongan agar tersisa objeknya saja dan mengubah latar belakang menjadi warna putih atau dalam kombinasi RGB yaitu #ffffff. Proses tersebut dilakukan dengan menggunakan aplikasi Matlab. Berikut hasil citra yang belum dilakukan *cropping* dan yang sudah dilakukan *cropping* sebagai perbandingan.



Gambar 10. Citra yang Sebelum dan Sesudah Dilakukan *Cropping*

#### 3.5.3 Konversi Citra

Citra digital yang sudah dilakukan *resize* dan *cropping* seperti gambar 4.1 dan 4.3 maka citra tersebut dirubah menjadi citra keabuan (*gray*) seperti gambar dibawah



Gambar 11. Konversi Citra Daun Keabuan

### 3.6 Training Data

Pada tahapan pelatihan langkah pertama adalah *load* data, data yang digunakan pada tahapan pelatihan adalah dataset training dengan total jumlah 120 dataset citra daun kelengkeng yang diambil dari masing-masing kelas sebanyak 30 data citra daun kelengkeng. Data training yang dibaca oleh matlab adalah data ekstraksi ciri yang telah diproses dengan menggunakan metode GLCM dan dilakukan normalisasi data ke dalam rentang 0 hingga 1 dan diubah menjadi data matriks.

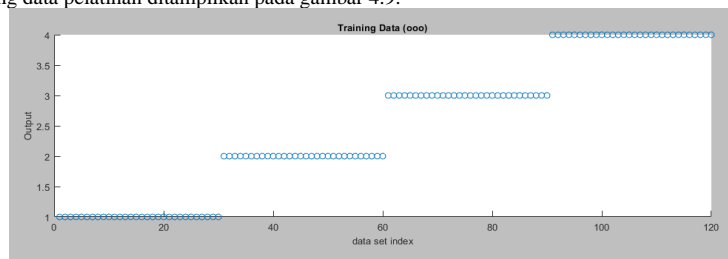
Metode inisialisasi pelatihan ANFIS yang digunakan adalah *Grid Partition (default)*. Metode optimasi parameter yang digunakan adalah algoritma *hybrid* dan fungsi keanggotaan (*membership function*) output adalah *constant*. Untuk parameter *training* ANFIS dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 1. Parameter Training

No	Parameter	Variabel
1.	Input	ASM, Kontras, Korelasi, IDM, Entropi.
2.	Metode Inisialisasi	<i>Grid Partition</i>
3.	<i>Membership Function Type</i>	<i>Gaussmf</i>
4.	<i>Output membership function type</i>	<i>Constant</i>
5.	<i>Epochs</i>	50
6.	Algoritma	<i>Hybrid</i>

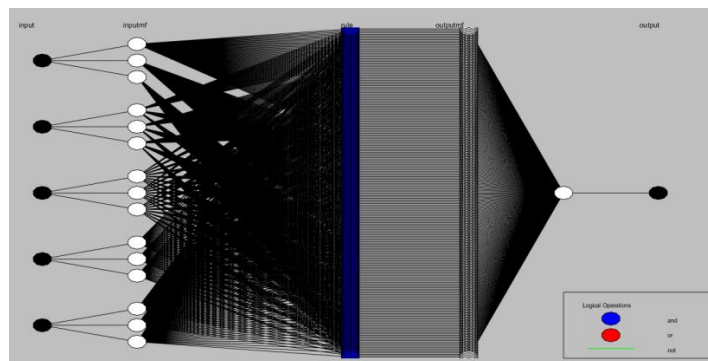
Pada tahap pelatihan ANFIS menyusun FIS dengan cara mengoptimalkan parameter dari fungsi keanggotaan. Optimasi FIS dilakukan dengan menggunakan algoritma *hybrid*. Langkah-langkah untuk menentukan parameter dalam ANFIS dapat dilihat sebagai berikut:

1. *Load* data sebanyak 120 data citra yang terdiri dari 30 data citra daun kelengkeng Diamond River yang disebutkan sebagai kelas dengan nilai 1, 30 data citra daun kelengkeng Mata Lada yang disebutkan sebagai kelas dengan nilai 2, 30 data citra daun kelengkeng New Kristal yang disebutkan sebagai kelas dengan nilai 3, dan 30 data citra daun kelengkeng Puangrai yang disebutkan sebagai kelas dengan nilai 4. Sebarang data pelatihan ditampilkan pada gambar 4.9.



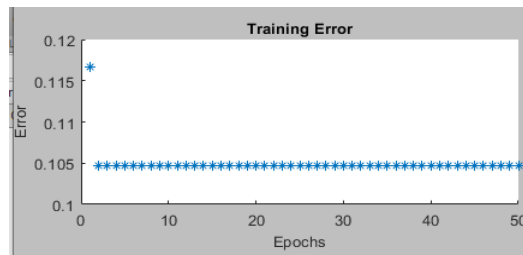
Gambar 12. Persebaran Data Training

2. Proses pembangunan FIS dilakukan secara *auto* pada aplikasi Matlab. Pada tampilan *Generate FIS*, pilih *Grid Partition (default)*. Algoritma pelatihan ANFIS yang digunakan adalah algoritma *hybrid*, dikarenakan algoritma *hybrid* proses trainingnya jauh lebih mudah jika dibandingkan dengan menggunakan algoritma *backpropagation*.
3. Menentukan toleransi *error* pada pelatihan ditentukan nilai sebesar 0 (*default*) dan jumlah *epoch* sebesar 50.
4. Input yang digunakan berjumlah 5 input yang berasal dari 5 fitur GLCM . Selanjutnya setiap fitur tersebut dihubungkan dengan 3 *membership function*. Hasil dari pelatihan input MF yaitu ASM, kontras, korelasi, IDM, entropi dan outpt adalah kelas jenis dan menghasilkan 243 aturan (*rule*). Adapun detail gambar pelatihan disajikan pada gambar dibawah ini.



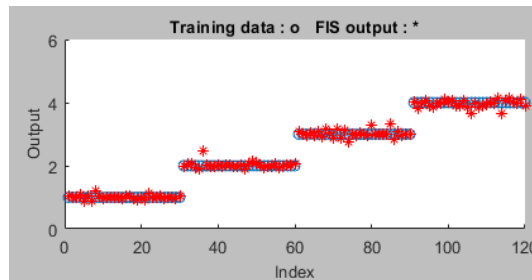
Gambar 13. Arsitektur Model ANFIS

5. Optimasi dilakukan dengan menggunakan algoritma *hybrid* (kombinasi antara *backpropagation* dengan *least squares*). Proses ini adalah proses belajar berdasarkan data input dan output. Untuk menentukan waktu berhenti dari pelatihan digunakan *error tolerance*. ANFIS akan berhenti melatih FIS setelah proses *training* data *error* memasuki daerah *error tolerance*. Pada penelitian ini *error tolerance* diatur sebanyak 0 (*default*). Plot *error* selama pelatihan dilakukan atau selisih dari keluaran FIS dengan data training adalah sebesar 0,10475. Plot *Training Error* pada training data disajikan pada gambar 4.11.



Gambar 14. Pelatihan Error

- Persebaran data output hasil dari pengujian menggunakan struktur dari ANFIS yang dibentuk sesuai dengan gambar 4.12 Terdapat beberapa pengujian yang tidak sesuai dengan target kelas yang sebenarnya. Target dari hasil ditunjukkan oleh lingkaran warna biru, sedangkan data pengujian ditunjukkan dengan lingkaran berwarna merah. Output bernilai 1 menunjukkan target kelas untuk kelengkeng Diamond River, 2 menunjukkan target kelas untuk kelengkeng Matalada, 3 menunjukkan target kelas untuk kelengkeng New Kristal, 4 menunjukkan target kelas untuk kelengkeng Puang Rai.

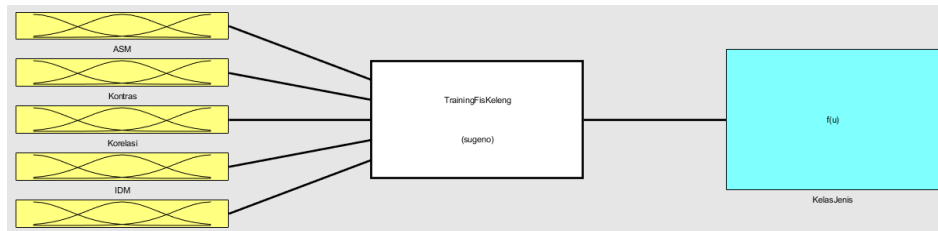


Gambar 15. Pengujian Training Data

- Hasil yang didapat dari pelatihan ANFIS adalah basis aturan dari dataset yang sudah dilakukan training dengan menggunakan ANFIS model Sugeno. Kemudian hasil dari training tersebut disimpan dengan format .fis dengan nama trainingfis.fis dan akan digunakan ke dalam pengujian ANFIS untuk menguji data uji yang sudah disediakan.

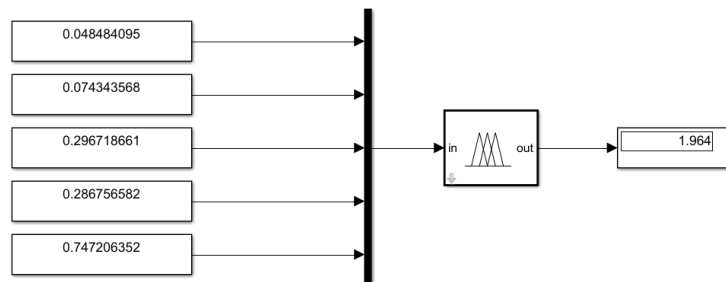
3.7 Testing Data

Setelah dilakukannya pelatihan, ANFIS telah memilih parameter *membership function* yang menghasilkan minimal *checking error* untuk FIS. Tahap selanjutnya adalah menguji pengenalan FIS yang sudah dilatih tersebut untuk mengklasifikasikan jenis citra daun kelengkeng. Berdasarkan pelatihan yang dilakukan sebelumnya, pelatihan ANFIS menghasilkan *fuzzy inference system* (FIS) dengan inferensi *fuzzy* Sugeno. Pembangunan tersebut terdiri dari input sebagai data ekstraksi 5 ciri fitur GLCM, basis pengetahuan, dan fungsi output sebagai kelas jenis citra daun kelengkeng.



Gambar 16. Fuzzy Inference System Editor

Pengujian dilakukan dengan menggunakan simulasi yang ada di matlab yaitu Simulink. Rangkaian arsitektur pengujian dibuat berdasarkan dengan hasil pelatihan FIS diatas dimana *block* input yang digunakan adalah nilai satuan konstan (constant) dan data yang digunakan untuk input adalah data uji yang sudah diubah menjadi ekstraksi fitur GLCM sebanyak 5 fitur. Untuk *block* selanjutnya yang digunakan untuk pelatihan ANFIS Sugeno adalah *block fuzzy logic controller* dengan menggunakan model pelatihan ANFIS yang sudah dilakukan berupa file dengan nama training.fis yang sudah disimpan pada saat pelatihan ANFIS selesai dilakukan. *Block* yang ketiga adalah *block display*, *block* ini akan mempunyai fungsi sebagai untuk menampilkan hasil output dari pengujian data uji yang sudah dilakukan. Rangkaian arsitektur dari pengujian atau pencocokan klasifikasi dapat ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 17. Rangkaian Arsitektur Pengujian FIS

Pengujian dilakukan dengan menggunakan data uji sebanyak 80 data citra daun kelengkeng yang sudah diekstraksi menjadi ciri fitur GLCM. Adapaun pengujian FIS hanya dapat menguji hanya bisa mengenali jenis citra daun kelengkeng Diamond River sebagai jenis kelengkeng Diamond River sebanyak 16 data, sedangkan sisanya tidak terdefiniskan oleh jenis yang lainnya juga. Selanjutnya pengujian jenis citra daun kelengkeng Matalada hanya bisa mengenali jenis citra daun kelengkeng Matalada sebagai jenis kelengkeng Matalada sebanyak 14 data, 3 data mendeteksi jenis *New* kristal, dan sisanya tidak mendeteksi jenis apapun. Selanjutnya pengujian jenis citra daun kelengkeng Matalada hanya bisa mengenali jenis citra daun kelengkeng *New* Kristal sebagai jenis kelengkeng *New* Kristal sebanyak 16 data, sisanya 2 data mendeteksi jenis Puangrai dan 2 data yang lainnya tidak mendeteksi jenis apapun. Untuk selanjutnya pengujian jenis citra daun kelengkeng Puangrai hanya bisa mengenali jenis citra daun kelengkeng Puangrai sebanyak 18 data, sisanya tidak mendeteksi jenis apapun. Maka pengenalan data uji yang berhasil diidentifikasi sebanyak 64 data uji dari total data uji sebanyak 80 data.

**Tabel 2. Hasil Pencocokan ANFIS**

Asal Jenis	Prediksi ANFIS				
	Diamond River	Matalada	New Kristal	Puangrai	Tidak Terdeteksi
Diamond River	16	0	0	0	4
Matalada	0	14	3	0	3
New Kristal	0	0	16	2	2
Puangrai	0	0	0	18	2

Berdasarkan tabel diatas kemampuan pengenalan (akurasi) FIS terhadap jenis daun kelengkeng jenis Diamond River sebesar 80%, jenis Matalada sebesar 70%, jenis New Kristal 80% dan jenis Puangrai sebesar 90%. sehingga kemampuan pengenalan (akurasi) rata-rata dari data yang benar adalah 79,5%.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik pada penelitian ini diantaranya :

1. Struktur ANFIS yang dibentuk mempunyai parameter 5 input dari fitur tekstur (GLCM), setiap fitur menggunakan 3 membership function dengan 243 aturan yang berlogika AND.
2. Dengan menggunakan 80 data citra uji, kemampuan pengenalan jenis daun kelengkeng berdasarkan fitur GLCM ke dalam 4 jenis kelengkeng yaitu Diamon River, Matalada, New Kristal, dan Puangrai mendapatkan kemampuan pengenalan dengan rata-rata sebesar 79,5%

##### 4.2 Saran

Berdasarkan hasil yang didapat pada penelitian ini saran yang didapat untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Bagi penelitian selanjutnya yang memiliki permasalahan yang sama supaya lebih fokus dalam proses *preprocessing* yaitu proses ekstraksi fitur agar pada saat proses pengenalan klasifikasi dapat mengenali objek lebih baik.
2. Penambahan jenis bisa diterapkan agar mendapatkan data yang lebih beragam sehingga dapat mengklasifikasikan lebih banyak jenis lagi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rosadi, M. I., & Moch. Lutfi. (2021). Identifikasi Jenis Penyakit Daun Jagung Menggunakan Deep Learning Pre-Trained Model. *Explore IT! : Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik Informatika*, 13(2), 35-42. <https://doi.org/10.35891/explorit.v13i2.2690>
- [2] Andono dan P. Nurtantio, *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2017.
- [3] M. M. Sebatubun dan M. A. Nugroho, "EKSTRAKSI FITUR CIRCULARITY UNTUK PENGENALAN VARIETAS KOPI ARABIKA," vol. 4, hal. 283–289, 2017, doi: 10.25126/jtiik.201744505.
- [4] Adtya Pa Budhi, "Klasifikasi Jenis Pohon Gaharu Berdasarkan Tekstur dan Bentuk Daun Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)," *BI-Obses*, 2019.
- [5] H. S. A. Harjoko, "Klasifikasi Varietas Tanaman Kelengkeng Berdasarkan Morfologi Daun Menggunakan Backpropagation Neural Network dan Probabilistic Neural Network," vol. 55281, hal. 11–16, 2011.
- [6] R. A. Raharjo, "Klasifikasi Jenis Buah Menggunakan Adaptive Neuro-fuzzy Inference System (anfis) Dan Image Processing," *eProceedings Eng.*, vol. 6, no. 2, hal. 9053–9068, 2019.
- [7] D. Hardiyanto, S. Kristiyana, D. Kurniawan, dan D. A. Sartika, "Klasifikasi Motif Citra Batik Yogyakarta Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System," *J. Control Netw. Syst.*, vol. 5, no. 2, hal. 1–13, 2019.
- [8] S. A. Wibowo, B. Hidayat, dan U. Sunarya, "Simulasi dan Analisis Pengenalan Citra Daging Sapi dan Daging Babi dengan Metode GLCM dan KNN," *Semin. Nas. Inov. Dan Apl. Teknol. Di Ind. 2016*, hal. 338–343, 2016.
- [9] N. S. Hodijah, R. N. Whidhiasih, dan D. Irwan, "Identifikasi Buah Mangga Gedong Gincu Cirebon Berdasarkan Citra Red-Green-Blue Menggunakan Adaptif Neuro Fuzzy Inference System," vol. 5, no. 1, hal. 12–20, 2017.

- [10] R. N. Whidhiasih dan I. Ekawati, "IDENTIFIKASI JENIS PENYAKIT DAUN PADI MENGGUNAKAN ADAPTIF NEURO FUZZY INFERENE SYSTEM ( ANFIS )," hal. 131–140, 2019.
- [11] C. Malegori, L. Franzetti, R. Guidetti, E. Casiraghi, dan R. Rossi, "GLCM, an Image Analysis Technique for Early Detection Of Biofilm," *J. Food Eng.*, vol. 185, hal. 48–55, 2016, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2016.04.001.
- [12] M. Fashi, L. Naderloo, dan H. Javadikia, "The Relationship Between the Appearance of Pomegranate Fruit and Color And Size of Arils Based on Image Processing," *Postharvest Biol. Technol.*, vol. 154, no. September 2018, hal. 52–57, 2019, doi: 10.1016/j.postharvbio.2019.04.017.
- [13] S. Mishra, B. Majhi, P. K. Sa, dan L. Sharma, "Gray Level Co-Occurrence Matrix And Random Forest Based Acute Lymphoblastic Leukemia Detection," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 33, hal. 272–280, 2017, doi: 10.1016/j.bspc.2016.11.021.
- [14] Y. I. Anas *et al.*, "Decision Support System Pemilihan Bibit Unggul Tanaman Kelengkeng Menggunakan Metode Saw ( Simple Additive Weighting )," hal. 17–22, 2020.
- [15] L. Fajriyah, M. K. Dr. Hamidah, dan M. S. Prof. Dr. Bambang Irawan, "ANALISIS KEANEKARAGAMAN DAN PENGELOMPOKAN EMPAT VARIETAS KELENGKENG (Dimocarpus longan Lour.) MELALUI METODE FENETIK," 2016.
- [16] A. Hermawan, *Jaringan Saraf Tiruan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2006.
- [17] S. K. Dewi dan H. Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung keputusan*, Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [18] Thomas dan S. Widodo, *Sistem Neuro Fuzzy untuk Pengolahan Informasi, Pemodelan, dan Kendali*, Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2005.
- [19] A. Titisari, *Kiat Panen Lengkeng Sepanjang Tahun*. Jakarta: PT Trubus Swadaya, 2018.
- [20] F. N. FAJRI, "PENGENALAN VARIETAS MANGGA BERDASARKAN BENTUK DAN TEKSTUR DAUN MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK," 2016.