



# **IDENTIFIKASI VARIETAS *DURIO ZIBETHINUS* BERDASARKAN SEBARAN TRIKOMA DAUN MENGUNAKAN GLCM DAN KNN**

**NOORDAMA**



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2014**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



#### Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Identifikasi Varietas *Durio Zibethinus* Berdasarkan Sebaran Trioma Daun Menggunakan GLCM dan KNN adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Februari 2014

Noordama  
NIM G64114025

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## ABSTRAK

NOORDAMA. Identifikasi Varietas *Durio Zibethinus* Berdasarkan Sebaran Trikoma Daun Menggunakan GLCM dan KNN. Dibimbing oleh AZIZ KUSTIYO.

*Durio zibethinus* yang dikenal dengan nama Durian merupakan *family* dari *Bombacaceae*, dapat dikategorikan juga ke dalam *Malvaceae* dengan nama genus *Durio*. Tujuan penelitian ini adalah menerapkan ekstraksi ciri *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) pada citra trikoma daun durian serta mengidentifikasi 10 varietas *Durio zibethinus*. Citra sebaran trikoma daun durian diambil menggunakan kamera mikroskop digital Dino Lite dengan perbesaran 200 kali dan menghasilkan keluaran citra berukuran 640x480 piksel format BMP. Proses awal adalah dengan mengubah citra *Red, Green, Blue* (RGB) ke dalam *grayscale*, lalu dilakukan ekstraksi ciri dengan GLCM. Pembagian data uji dan data latih menggunakan *K-Fold Cross Validation* dengan  $k = 5$ . Klasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). Hasil Klasifikasi dengan KNN menunjukan akurasi terbaik pada  $k = 3$  sebesar 78%, sudut yang digunakan pada GLCM  $90^\circ$  dengan jarak  $d = 1$ .

Kata kunci: *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), *K-Fold Cross Validation*, *K-Nearest Neighbor* (KNN), Trikoma.

## ABSTRACT

NOORDAMA. Identification of *Durio Zibethinus* Varieties Based on the Distribution of Leaf Trichomes Using GLCM and KNN. Supervised by AZIZ KUSTIYO.

*Durio zibethinus* known as Durian is a family of *Bombacaceae*, that can also be categorized into *Malvaceae* with genus name *Durio*. The objectives of this research is to apply the *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) feature extraction in trichomes image of durian leaf and identify 10 varieties of *Durio zibethinus*. This image si captured using microscope camera digital Dino Lite. Trichomes image is captured with 200 times magnification and produce 640x480 pixels of image with BMP format. The initial process is to change *Red, Green, Blue* (RGB) image into *grayscale*, followed by performing feature extraction with GLCM. *K-fold cross validation* with 5-fold is used to divide the training data and testing data. Classification is performed using the *K-Nearest Neighbor* (KNN). It is found that the highest accuracy is 78% at 3 clusters, GLCM's angle  $90^\circ$  and 1 pixel distance.

Keywords: *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), *K-Fold Cross Validation*, *K-Nearest Neighbor* (KNN), Trichomes.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

**IDENTIFIKASI VARIETAS *DURIO ZIBETHINUS*  
BERDASARKAN SEBARAN TRIKOMA DAUN  
MENGUNAKAN GLCM DAN KNN**

**NOORDAMA**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Komputer  
pada  
Departemen Ilmu Komputer

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2014**



#### Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Judul Skripsi: Identifikasi Varietas *Durio Zibethinus* Berdasarkan Sebaran  
Trikoma Daun Menggunakan GLCM dan KNN

Nama : Noordama  
NIM : G64114025

Disetujui oleh

Aziz Kustiyo, SSi MKom  
Pembimbing

Diketahui oleh

Dr Ir Agus Buono, MSi MKom  
Ketua Departemen

Tanggal Lulus:



Judul Skripsi: Identifikasi Varietas *Durio Zibethinus* Berdasarkan Sebaran  
Trikoma Daun Menggunakan GLCM dan KNN

Nama : Noordama  
NIM : G64114025

Disetujui oleh

Aziz Kustiyo, SSi MKom  
Pembimbing

Diketahui oleh



Dr Ir Agus Buono, MSi MKom  
Ketua Departemen

Tanggal Lulus:

08 MAR 2014

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juli 2013 sampai Januari 2014 ini ialah pengolahan citra digital, dengan judul Identifikasi Varietas *Durio Zibethinus* Berdasarkan Sebaran Trikoma Daun Menggunakan GLCM dan KNN.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

- 1 Ayah dan ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, perhatian dan doanya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini.
- 2 Bapak Aziz Kustiyo, SSi MKom selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan pengarahan, saran dan bimbingannya.
- 3 Bapak DrEng Wisnu Ananta Kusuma, ST MT dan Bapak M. Asyhar Agnalaro, SSi MKom selaku dosen penguji.
- 4 Pihak dari Kebun Durian Warso Farm atas sampel data daun durian.
- 5 Teman-teman satu bimbingan Catur Teguh Oktavian, Nana Suryana, Niken Ratna Pertiwi dan Nella Sabrina terima kasih atas kerjasamanya.
- 6 Teman-teman Ilmu Komputer Alih Jenis angkatan 6 terima kasih atas kerjasama dan kebersamaannya.
- 7 Semua pihak yang telah memberikan bantuan selama pengerjaan penelitian ini yang tidak dapat penulis tuliskan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Februari 2014

Noordama

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	2
Tujuan Penelitian	2
Manfaat Penelitian	2
Ruang Lingkup Penelitian	2
METODE PENELITIAN	3
Akuisisi Data	3
Praproses	4
Ekstraksi Ciri	5
Pembagian Data	8
Pelatihan dan Pengujian	8
Evaluasi	9
Lingkungan Pengembangan	9
HASIL DAN PEMBAHASAN	10
Data Citra	10
Praproses	10
Ekstraksi Ciri	10
Pembagian Data	11
Pelatihan dan Pengujian	11
Evaluasi	14
Perbandingan dengan Penelitian Terkait	15
SIMPULAN DAN SARAN	16
Simpulan	16
Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	18
RIWAYAT HIDUP	28

Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## DAFTAR TABEL

1	<i>Confusion matrix</i> 10 kelas	9
2	Perbandingan citra <i>grayscale</i> dan RGB	11
3	<i>Confusion matrix</i>	14

## DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan pada metode penelitian	3
2	Tahapan praproses	4
3	Transformasi matriks tingkat keabuan ke dalam matriks GLCM	5
4	Orientasi sudut dan jarak	5
5	Ilustrasi <i>k-fold cross validation</i>	8
6	Pembagian data latih dan data uji	11
7	Perbandingan akurasi dari tiap sudut	12
8	Perbandingan akurasi citra RGB dan <i>grayscale</i>	12
9	Hasil akurasi pada sudut 90° <i>grayscale</i>	13
10	Grafik penurunan akurasi pada klasifikasi KNN	13
11	Perbandingan akurasi setiap varietas durian	14
12	<i>Boxplot</i> fitur <i>sum entropy</i>	15

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Beberapa sampel data trikoma daun durian	18
2	<i>Boxplot</i> dari 13 fitur GLCM	20
3	Struktur percobaan yang dilakukan	27

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Durian merupakan *family* dari *Bombacaceae*. Durian dapat dikategorikan juga ke dalam *Malvaceae* dengan nama genus *Durio*. Durian merupakan tumbuhan tropis yang berasal dari wilayah Asia Tenggara. Menurut Herbarium Bogoriense Pusat Penelitian Biologi-LIPI dilaporkan bahwa dari sekitar 27 jenis *Durio* di seluruh dunia 18 jenis di antaranya tumbuh di Kalimantan, 11 jenis di Malaya dan 7 jenis di Sumatera (Kostermans dan Reksodihardjo 1958).

Indonesia kaya akan keanekaragaman jenis durian, misalnya durian yang biasa dimakan *Durio zibethinus*. Banyak ditemukan varietas durian yang satu dengan lainnya berbeda baik dalam rasa, aroma, dan warna daging buahnya. Berbagai jenis varietas durian dapat diidentifikasi berdasarkan buah, bentuk daun dan pohonnya. Keragaman durian di tanah air menjadi tantangan tersendiri bagi para penjual durian, pemilik kebun durian, dan para mania durian untuk mencari varietas durian yang memiliki kualitas unggul (Uji 2005).

Identifikasi yang akan dilakukan pada percobaan ini adalah pengambilan citra sampel pada bagian bawah daun durian dalam bentuk sebaran pola trikoma daun. Trikoma merupakan sel-sel epidermis yang membentuk struktur berupa rambut-rambut yang menonjol ke arah luar. Trikoma dibagi menjadi 2, yaitu: trikoma glandular dan trikoma tidak glandular (Salma 1999). Trikoma glandular mengeluarkan sekret berupa garam, larutan gula, racun atau terpentin sedangkan trikoma tidak glandular biasanya hanya berupa tonjolan seperti duri-duri pada batang, daun atau buah yang tidak menghasilkan sekret. Secara umum fungsi trikoma antara lain: sebagai pelindung terhadap gangguan binatang dari luar, sebagai pelindung terhadap besarnya penguapan, memperluas daerah penyerapan air dan garam mineral, menghasilkan zat perekat yang membantu proses penyerbukan dan membantu pemecaran pada biji.

Pola trikoma daun durian dapat dikenali dengan pendekatan tekstur citra digital. Salah satu ekstraksi ciri tekstur yang dapat digunakan adalah *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) (Haralick *et al.* 1973). Ada 13 fitur yang dapat digunakan untuk ekstraksi ciri pada GLCM. Setelah dilakukan ekstraksi ciri menggunakan GLCM, citra sebaran trikoma daun durian diklasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbor* (KNN).

Arriawati *et al.* (2011) melakukan penelitian pada citra berupa tekstur daun, rumput, pasir, anyaman, kayu, logam dan ubin. Citra yang diidentifikasi berasal dari *Vistex Database*. Ekstraksi ciri yang digunakan untuk identifikasi menggunakan matriks kookurensi dengan KNN sebagai algoritme klasifikasinya. Hasil percobaan menunjukkan KNN memiliki akurasi tertinggi pada nilai  $k$  terkecil yaitu  $k = 1$  dengan akurasi 100%

Pada penelitian ini GLCM akan diterapkan sebagai ekstraksi ciri pada pola sebaran trikoma daun durian dan diidentifikasi menggunakan klasifikasi KNN.

## Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi varietas dari *Durio zibethinus* dengan melihat bentuk pola sebaran trikoma daun dengan ekstraksi ciri GLCM dan klasifikasi KNN.

## Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan identifikasi menggunakan ekstraksi ciri *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) pada varietas *Durio zibethinus* berdasarkan sebaran pola trikoma bagian bawah daun dan menerapkan klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk menghitung akurasi.

## Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi jenis durian berdasarkan bentuk pola sebaran trikoma bagian bawah daun. Dapat mengetahui kedekatan antar varietas durian berdasarkan bentuk sebaran trikoma daun.

## Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini antara lain:

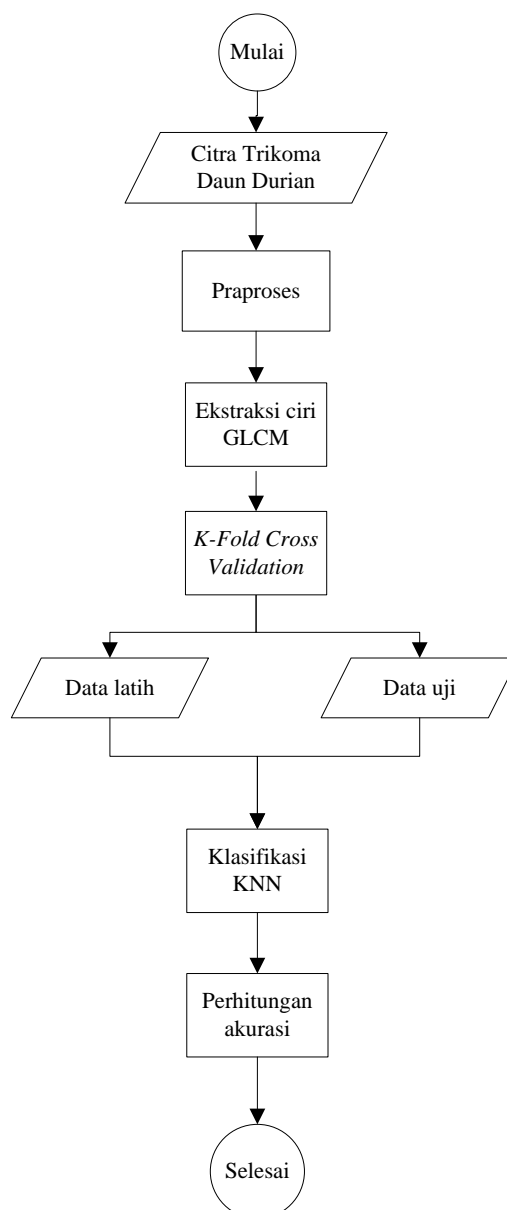
1. Data yang digunakan sebanyak 100 sampel citra sebaran pola trikoma daun durian bagian bawah dengan ukuran 640 x 480 piksel dalam format BMP.
2. Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah GLCM dengan sudut  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  dan  $135^\circ$  serta jarak yang digunakan  $d = 1$ .
3. Fitur GLCM yang digunakan sebanyak 13 fitur, yaitu:
  - 1 *Contrast*
  - 2 *Correlation*
  - 3 *Energy / Angular Second Moment (ASM)*
  - 4 *Entropy*
  - 5 *Homogeneity / Inverse Difference Moment (IDM)*
  - 6 *Sum of Squares Variance*
  - 7 *Sum Average*
  - 8 *Sum Variance*
  - 9 *Sum Entropy*
  - 10 *Difference Variance*
  - 11 *Difference Entropy*
  - 12 *Information measure of correlation1*
  - 13 *Information measure of correlation2*
4. Menggunakan  $k = 5$  pada *K Fold Cross Validation*
5. Parameter klasifikasi yang digunakan pada *K-Nearest Neighbor* (KNN) adalah  $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ .

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan proses. Gambar 1 menunjukkan tahapan proses penelitian.

### Akuisisi Data

Data awal daun durian yang akan diidentifikasi berjumlah 11 varietas, yaitu daun Durian Bakul, Durian Cane, Durian Hepe, Durian Kendil, Durian Lai, Durian Malaysia D24, Durian Matahari, Durian Monthong, Durian Petruk, Durian Simas dan Durian Sukun.



Gambar 1 Tahapan pada metode penelitian



Setelah mendapatkan 11 jenis daun durian, dilakukan pengambilan citra trikoma menggunakan mikroskop digital Dino Lite dengan perbesaran 200 kali. Keluaran hasil foto citra trikoma berformat BMP dengan ukuran 640 x 480 piksel. Setelah didapatkan citra trikoma daun durian, hasil citra didiskusikan oleh pihak peneliti mahasiswa Pasca Sarjana IPB jurusan Biologi.

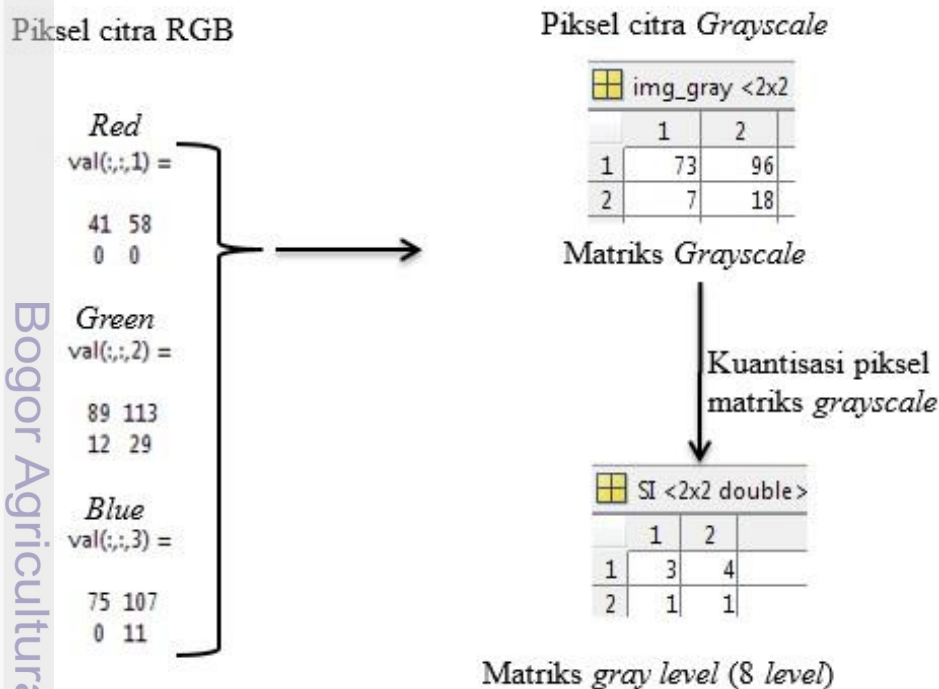
Hasil diskusi menunjukkan bahwa Durian Lai tidak termasuk ke dalam spesies *Durio zibethinus*. Durian Lai merupakan spesies *Durio kutejensis*, sehingga data durian Lai tidak dipakai dan data yang akan digunakan untuk penelitian ini menjadi 10 varietas dengan masing-masing varietas berjumlah 10 citra trikoma daun durian. Total keseluruhan citra yang akan diidentifikasi berjumlah 100 sampel. Keseluruhan data daun durian didapatkan di kebun durian Warsa Farm Bogor.

## Praproses

Pada tahap ini, citra trikoma yang pada mulanya RGB diubah menjadi *grayscale* dengan tujuan menyederhanakan piksel dari 3 *layer* matriks menjadi 1 *layer* matriks. Setelah citra diubah ke *grayscale*, matriks *grayscale* dikuantisasi ke dalam beberapa level keabuan untuk penyederhanaan nilai keabuan.

Selain mengubah citra RGB ke citra *grayscale*, Setiap komponen dari citra RGB dipisahkan dengan tujuan untuk membandingkan akurasi antara citra *grayscale* dengan komponen warna *Red*, *Green*, *Blue* pada citra model RGB. Ilustrasi tahapan praproses dapat dilihat pada Gambar 2. Untuk mengubah citra RGB menjadi citra *grayscale* digunakan rumus sebagai berikut:

$Grayscale = 0.299 Red + 0.587 Green + 0.114 Blue$  (Jacobsen dan Dahl 2012).



Gambar 2 Tahapan praproses

## Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri yang digunakan adalah *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). GLCM adalah matriks yang menggambarkan frekuensi munculnya pasangan dua piksel dengan intensitas tertentu dalam jarak  $d$  dan orientasi arah dengan sudut  $\theta$  tertentu dalam citra. Ilustrasi GLCM dapat dilihat pada Gambar 3. Jarak dinyatakan dalam piksel dan orientasi sudut dinyatakan dalam derajat, standarnya  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  dan  $135^\circ$ . Ilustrasi orientasi sudut dan jarak diperlihatkan pada Gambar 4 dengan  $d$  adalah jarak antar piksel (Miyamoto dan Merryman 2005).

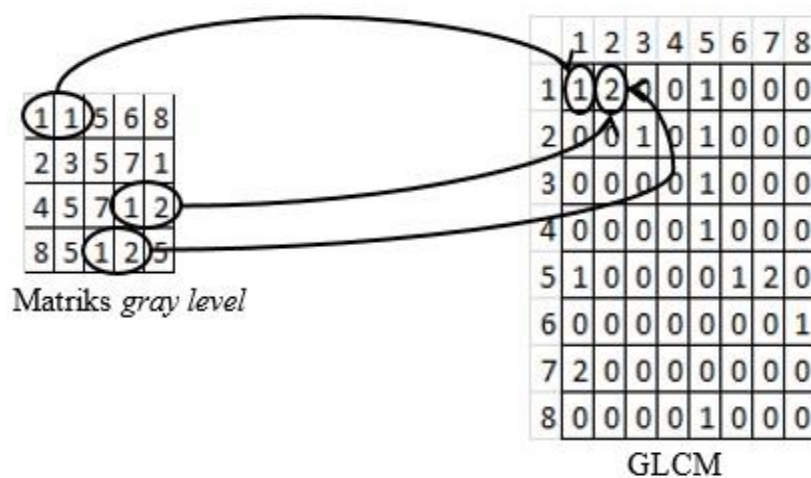
Metode GLCM termasuk dalam metode statistik karena dalam perhitungannya menggunakan distribusi derajat keabuan (histogram) dengan mengukur tingkat kontras, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel pada citra. Fitur-fitur yang ada pada GLCM Haralick *et al.* (1973):

### 1. Angular Second Moment (ASM) / Energy

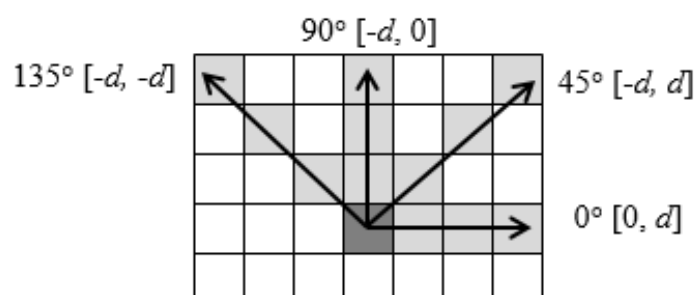
Menyediakan jumlah elemen kuadrat dalam GLCM. Dapat digunakan sebagai keseragaman atau momen kedua sudut.

$$ASM = \sum_i \sum_j \{p(i,j)\}^2$$

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



Gambar 3 Transformasi matriks tingkat keabuan ke dalam matriks GLCM



Gambar 4 Orientasi sudut dan jarak



## 2 Contrast

Menunjukkan ukuran penyebaran 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.

$$Contrast = \sum_{i,j} |i-j|^2 p(i,j)$$

## 3 Correlation

Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra.

$$Correlation = \sum_{i,j} \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)p(i,j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

Variabel  $\mu_i, \mu_j$  adalah *mean* dan  $\sigma_i, \sigma_j$  adalah standar deviasi.

$$(\mu) = \sum_n f_n p(f_n)$$

*Mean* menunjukkan ukuran dispersi dari suatu citra. Variabel  $f_n$  merupakan suatu nilai intensitas keabuan, sementara  $p(f_n)$  menunjukkan nilai histogramnya (probabilitas kemunculan intensitas tersebut pada citra).

$$\text{Standar deviasi } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi adalah suatu ukuran yang menggambarkan tingkat penyebaran data dari nilai rata-rata.

## 4 Sum of Squares Variance

$$\text{Sum of squares variance} = \sum_{i,j} (i - \mu)^2 p(i,j)$$

## 5 Inverse Difference Moment (IDM)

Menunjukkan kehomogenan citra yang berderajat keabuan sejenis. Citra homogen akan memiliki nilai IDM yang besar.

$$IDM = \sum_{i,j} \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i,j)$$

## 6 Sum Average

$$\text{Sum average} = \sum_{i=2}^{2N_g} i p_{x+y}(i)$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## 7 Sum Variance

$$\text{Sum variance} = \sum_{i=2}^{2N_g} (i - \text{sum entropy})^2 p_{x+y}(i)$$

## 8 Sum Entropy

$$\text{Sum entropy} = - \sum_{i=2}^{2N_g} p_{x+y}(i) \log \{p_{x+y}(i)\}$$

## 9 Entropy

*Entropy* menunjukkan ukuran ketidakteraturan bentuk dari suatu citra. Nilai suatu *entropy* besar jika citra memiliki derajat keabuan merata dan nilai *entropy* akan bernilai kecil jika struktur citra tidak teratur (bervariasi).

$$\text{Entropy} = - \sum_{i,j} p(i,j) \log p(i,j)$$

## 10 Difference Variance

$$\text{Difference variance} = \text{variance of } p_{x-y}$$

## 11 Difference Entropy

$$\text{Difference entropy} = - \sum_{i=0}^{N_g-1} p_{x-y}(i) \log \{p_{x-y}(i)\}$$

## 12 Information Measures of Correlation1 (IMC1)

$$\text{IMC1} = \frac{HXY - HXY1}{\max \{HX, HY\}}$$

## 13 Information Measures of Correlation2 (IMC2)

$$\text{IMC2} = (1 - \exp [-2.0(HXY2 - HXY)])^{\frac{1}{2}}$$

$$HXY = - \sum_i \sum_j p(i,j) \log (p(i,j))$$

*HX* dan *HY* adalah *entropy* dari  $p_x$  dan  $p_y$ .

$$HXY1 = - \sum_i \sum_j p(i,j) \log \{p_x(i)p_y(j)\}$$

$$HXY2 = - \sum_i \sum_j p_x(i) p_y(j) \log \{p_x(i)p_y(j)\}$$

## Pembagian Data

Untuk pembagian data uji dan data latih digunakan metode *k-fold cross validation*. Metode *k-fold cross validation* membagi sebuah himpunan contoh secara acak menjadi *k subset* yang saling bebas. Pada metode ini data sampel dibagi menjadi beberapa dataset. Saat proses pelatihan, setiap dataset dijadikan data uji dan dataset lainnya dijadikan data latih. Proses ini berjalan sebanyak *k percobaan*. Pada penelitian ini *k* yang digunakan sebesar 5 atau 5 *fold*. Ilustrasi penggunaan *k-fold* dengan 5 *fold* dapat dilihat pada Gambar 5. Untuk menentukan banyaknya jumlah data latih dan data uji dapat menggunakan rumus:

$$\text{Data uji} = \frac{\text{Jumlah seluruh data}}{k}$$

$$\text{Data Latih} = \text{Jumlah seluruh data} - \text{Data uji}$$

## Pelatihan dan Pengujian

Pada tahap ini, *K-Nearest Neighbor* (KNN) digunakan untuk klasifikasi dari pembagian data latih dan data uji. Algoritme KNN merupakan algoritme *supervised learning*. Penentuan kelas data baru merupakan hasil klasifikasi dari data latih berdasar kepada kategori mayoritas tetangga terdekat ke-*k*. Tujuan dari algoritme ini adalah mengklasifikasikan objek baru berdasarkan atribut dan data latih. Metode KNN bekerja dengan berdasarkan pada jarak terdekat antara data latih dengan data uji untuk menentukan tetangga terdekatnya. Setelah itu diambil mayoritas kelas data yang merupakan tetangga terdekat untuk menentukan kelas data baru. KNN menyediakan *training set* untuk mengarahkan ciri statistik tentang kelas-kelas yang ada, dengan kata lain klasifikasi berdasarkan pada mayoritas kelas *k* terdekat dari objek yang dianalisis. Cara kerja Algoritme KNN:

- 1 Tentukan parameter *k* jumlah tetangga terdekat.
- 2 Hitung jarak antara data baru dengan semua data latih dengan menggunakan jarak *Euclidean*.
- 3 Urutkan jarak tersebut dan tetapkan tetangga terdekat berdasarkan jarak minimum ke-*k*.
- 4 Periksa kelas dari *k* tetangga terdekat.
- 5 Gunakan mayoritas sederhana dari kelas tetangga terdekat sebagai nilai prediksi data baru.

Percobaan	Data latih				Data uji
1	Dataset 2	Dataset 3	Dataset 4	Dataset 5	Dataset 1
2	Dataset 1	Dataset 3	Dataset 4	Dataset 5	Dataset 2
3	Dataset 1	Dataset 2	Dataset 4	Dataset 5	Dataset 3
4	Dataset 1	Dataset 2	Dataset 3	Dataset 5	Dataset 4
5	Dataset 1	Dataset 2	Dataset 3	Dataset 4	Dataset 5

Gambar 5 Ilustrasi *k-fold cross validation*

## Evaluasi

Evaluasi merupakan tahap terakhir untuk menentukan apakah proses klasifikasi KNN sudah tepat. Data yang digunakan sebanyak 100 data citra dari 10 jenis dengan masing-masing 10 data citra. *Confusion matrix* merupakan salah satu cara yang bisa digunakan untuk mengevaluasi ketepatan identifikasi dan untuk mengetahui letak kesalahan identifikasi pada saat klasifikasi. Informasi mengenai klasifikasi sebenarnya dengan klasifikasi hasil prediksi dibentuk dalam suatu tabel yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 *Confusion matrix* 10 kelas

Kelas sebenarnya	Kelas prediksi									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	a									
2		b								
3			c							
4				d						
5					e					
6						f				
7							g			
8								h		
9									i	
10										j

Jumlah kolom dan baris bergantung pada banyaknya kelas target. Dari tabel tersebut bisa dilakukan perhitungan akurasi. Contoh perhitungan akurasi diilustrasikan sebagai berikut:

$$\text{akurasi } i = \frac{\sum \text{citra yang benar}}{\sum \text{jumlah citra yang diuji}} \times 100\%$$

Akurasi tersebut akan dirata-ratakan untuk setiap *fold* ke  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ).

## Lingkungan Pengembangan

Penelitian ini diimplementasikan menggunakan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut:

### Perangkat Keras

- Prosesor Intel Core i3 CPU 2.20 GHz
- Memori RAM 4 GB
- Harddisk 750 GB
- Keyboard dan mouse optic wireless
- Monitor

### Perangkat Lunak

- Sistem operasi Windows 7 Professional Service Pack 1 64 bit
- Matlab 7.7.0 (R2008b)
- Microsoft Word 2010 dan Excel 2010
- Minitab 16 Statistical Software

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Citra

Data yang akan digunakan untuk penelitian ini berjumlah 10 varietas dengan masing-masing varietas berjumlah 10 citra trikoma daun durian. Total keseluruhan citra yang akan diidentifikasi berjumlah 100 sampel. Beberapa sampel dari 10 varietas daun durian yang akan diidentifikasi dapat dilihat pada Lampiran 1.

### Praproses

Pada tahap praproses data yang berjumlah 100 citra diubah formatnya dari RGB (*Red Green Blue*) menjadi *grayscale*. Selain citra *grayscale* setiap citra RGB dipisahkan komponen warnanya dengan tujuan untuk membandingkan hasil akurasi citra *red*, *green* dan *blue* dengan citra *grayscale*.

### Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Parameter sudut yang digunakan yaitu  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  dan  $135^\circ$  serta jarak yang digunakan  $d=1$ . Ekstraksi ciri menggunakan 13 fitur GLCM, lalu nilai dari tiap-tiap fitur dibuat dalam bentuk *boxplot* pada Minitab dengan tujuan untuk analisis pola sebaran nilai GLCM. Hasil *boxplot* dapat dilihat pada Lampiran 2.

Klasifikasi menggunakan 13 fitur GLCM menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 74%. Akurasi dapat ditingkatkan dengan memilih fitur-fitur GLCM yang sesuai. Fitur yang tidak digunakan pada penelitian ini adalah fitur *sum of squares variance*, *sum average* dan *sum variance*. Sedangkan 11 fitur GLCM yang digunakan untuk klasifikasi adalah:

- 1 *Contrast*
- 2 *Correlation*
- 3 *Energy*
- 4 *Entropy*
- 5 *Homogeneity / Inverse Difference Moment (IDM)*
- 6 *Sum Entropy*
- 7 *Difference Variance*
- 8 *Difference Entropy*
- 9 *Information Measures of Correlation1*
- 10 *Information Measures of Correlation2*
- 11 *Inverse Difference Moment (Normalized)*



## Pembagian Data

Setelah proses ekstraksi ciri, proses pembagian data latih dan data uji dilakukan menggunakan metode *k-fold cross validation* dengan  $k = 5$ . Persentase pembagian data latih dan data uji adalah 80% - 20%. Ilustrasi pembagian data latih dan data uji dapat dilihat pada Gambar 6.

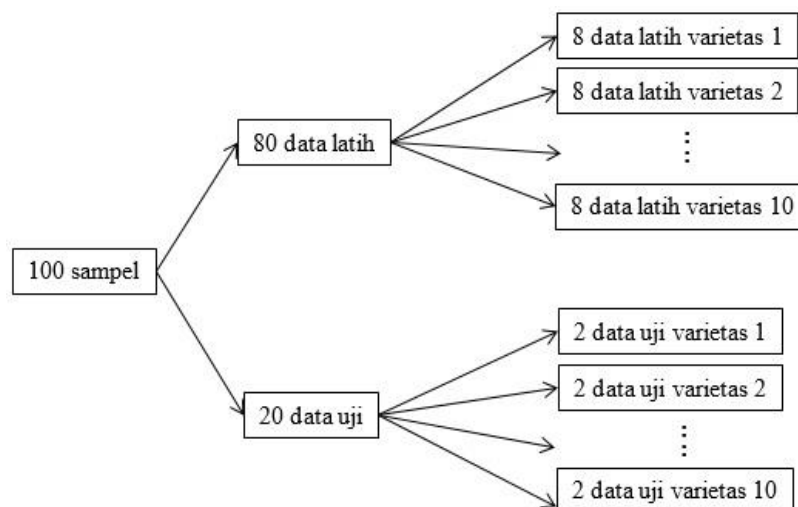
## Pelatihan dan Pengujian

Data yang digunakan untuk proses pelatihan dan pengujian merupakan data hasil *k-fold cross validation*. Selain menggunakan citra *grayscale* dilakukan pengambilan komponen warna pada model RGB dengan tujuan untuk membandingkan hasil akurasi antara citra *grayscale* dan citra model RGB. Struktur rangkaian percobaan dapat dilihat pada Lampiran 3. Dari percobaan yang telah dilakukan hasil akurasi citra *grayscale* dan citra model RGB dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Perbandingan citra *grayscale* dan RGB

	0°	45°	90°	135°	Rata-rata
<b>Grayscale</b>	67%	67%	78%	72%	71.00%
<b>Red</b>	69%	67%	71%	70%	69.25%
<b>Green</b>	67%	70%	71%	69%	69.25%
<b>Blue</b>	66%	66%	67%	69%	67.00%
<b>Rata-rata</b>	67.25%	67.50%	71.75%	70.00%	

Hasil pengamatan Tabel 2 di atas, akurasi tertinggi berdasarkan sudut yang digunakan adalah pada sudut 90° dan sudut 135°, hal ini dapat dilihat dari rata-rata yang dihasilkan. Frekuensi munculnya pasangan dua piksel dengan intensitas tertentu pada jarak 1 lebih dominan pada orientasi arah piksel dengan sudut 90° dan sudut 135°. Akurasi tertinggi berdasarkan warna didapat pada citra *grayscale* dengan rata-rata 71%.

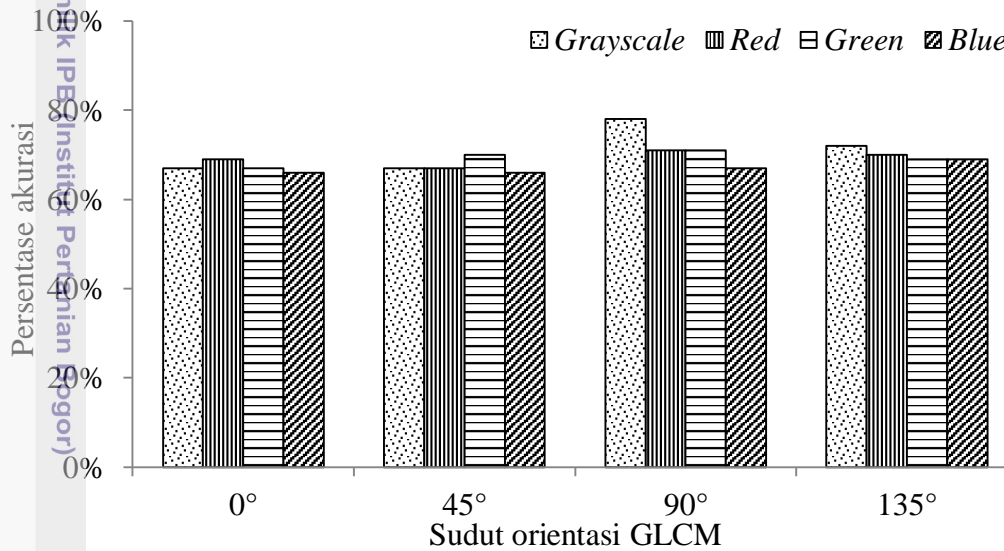


Gambar 6 Pembagian data latih dan data uji

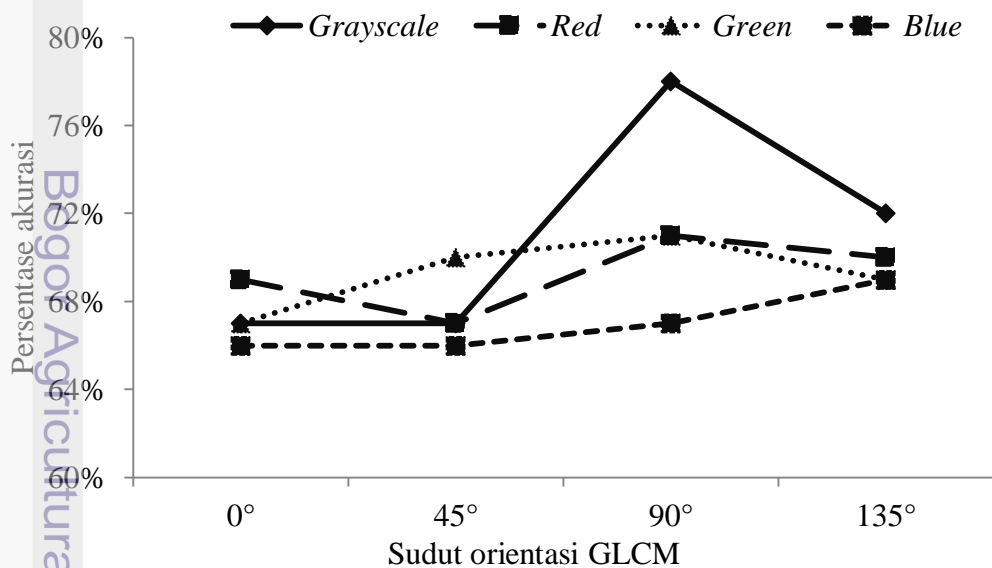
Hasil akurasi berdasarkan perbandingan komponen warna RGB dengan *grayscale* menunjukkan warna *grayscale* memiliki tingkat akurasi lebih tinggi. Komponen warna merah dan hijau memiliki akurasi yang seimbang dimungkinkan citra pola trikoma daun durian memiliki warna dominan merah dan hijau dengan lebih sedikit komponen warna biru.

Dari hasil yang diperoleh pada Tabel 2 dibuat suatu model grafik untuk memudahkan melihat perbandingan hasil akurasi. Hasil percobaan yang dilakukan dengan membandingkan akurasi tiap sudut dari komponen warna RGB dan *grayscale* dapat dilihat pada grafik Gambar 7.

Hasil yang didapat pada sudut 90° sangat mempengaruhi besarnya akurasi, hal ini dimungkinkan bentuk pola tekstur trikoma lebih dominan keteraturannya pada piksel ketetanggaan tegak lurus. Selain pada sudut 90° akurasi dipengaruhi oleh komponen warna. Perbandingan tingkat akurasi pada warna *grayscale* dan komponen warna RGB dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7 Perbandingan akurasi dari tiap sudut



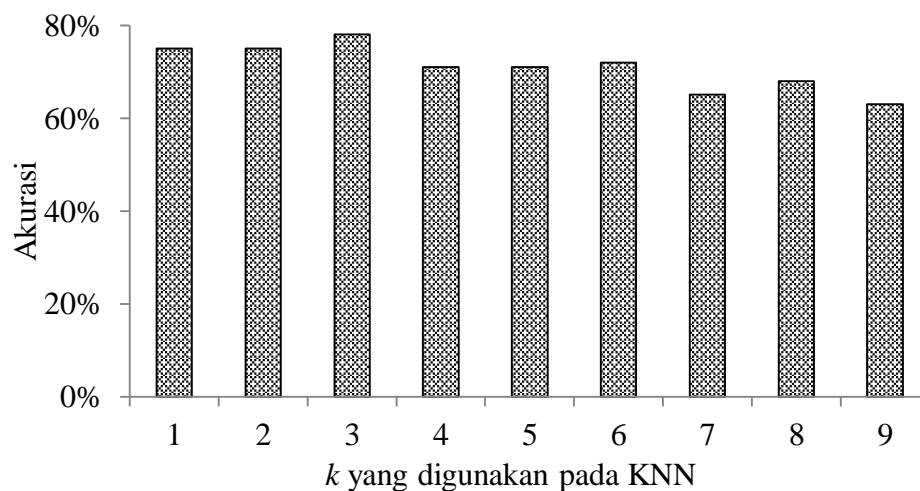
Gambar 8 Perbandingan akurasi citra RGB dan *grayscale*

Hasil dari grafik garis menunjukkan peningkatan akurasi pada beberapa komponen warna dari sudut  $0^\circ$  ke sudut  $90^\circ$ , tetapi pada citra *grayscale* dari sudut  $90^\circ$  ke  $135^\circ$  mengalami penurunan. Akurasi dengan rata-rata paling rendah pada komponen warna biru.

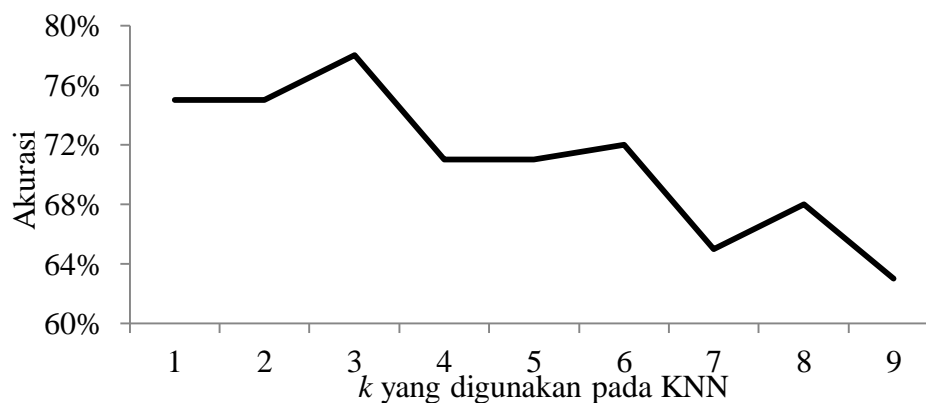
Hasil akurasi tertinggi menggunakan sudut  $90^\circ$ , jarak  $d = 1$  dan  $k = 3$  sebesar 78%. Nilai akurasi terendah sebesar 63% pada  $k = 9$ . Perbedaan nilai  $k$  pada KNN dilakukan untuk menghasilkan percobaan dengan akurasi maksimal. Perbandingan akurasi dari tiap-tiap nilai  $k$  dapat dilihat pada Gambar 9.

Pada saat identifikasi citra dengan KNN semakin besar nilai parameter  $k$  maka semakin kecil tingkat akurasinya. Hal ini disebabkan karena daerah pencarian pada keseluruhan data latih akan lebih banyak sehingga dapat menyebabkan kesalahan klasifikasi. Grafik penurunan tingkat kesalahan klasifikasi dapat dilihat pada Gambar 10.

Hasil dari grafik garis dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian. Kelompok 1  $k = 1$  sampai dengan  $k = 3$  merupakan kelompok dengan akurasi tertinggi. Akurasi semakin menurun pada kelompok 2 yaitu  $k = 4$  sampai dengan  $k = 6$ . Pada kelompok 3 penggunaan  $k = 7$  sampai dengan  $k = 9$  tidak menunjukkan peningkatan akurasi yang melebihi akurasi pada  $k = 1$  sampai dengan  $k = 6$ . Penggunaan  $k$  yang efisien pada KNN dalam percobaan ini pada  $k = 1$  sampai dengan  $k = 3$ .



Gambar 9 Hasil akurasi pada sudut  $90^\circ$  *grayscale*



Gambar 10 Grafik penurunan akurasi pada klasifikasi KNN



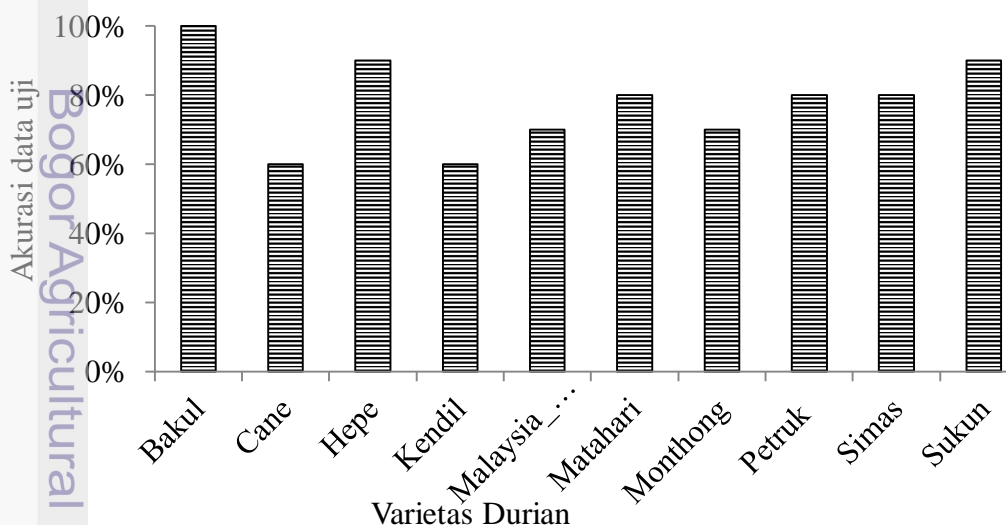
Akurasi tertinggi dari tiap jenis durian adalah varietas Durian Bakul. Nilai ketepatan untuk data uji sebesar 100%. Nilai terendah dengan tingkat kesalahan terbanyak pada varietas Durian Cane dan Durian Kendil yaitu dengan akurasi 60%, hal ini dikarenakan nilai hasil fitur GLCM pada Durian Kendil dan Durian Cane lebih seragam. Gambar 11 menunjukkan perbandingan akurasi pada tiap varietas durian pada sudut 90° dengan jarak  $d = 1$  pada citra *grayscale*.

### Evaluasi

Dari hasil pengujian, dapat diamati bahwa hasil akurasi menggunakan *K-Nearest Neighbor* (KNN) sebesar 78% pada citra *grayscale* dengan sudut 90° dan jarak  $d = 1$ . *Confusion matrix* digunakan untuk mengevaluasi ketepatan identifikasi atau klasifikasi yang telah dilakukan. Informasi mengenai klasifikasi sebenarnya (aktual) dengan klasifikasi hasil prediksi dibentuk dalam suatu tabel yang diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3 *Confusion matrix*

Kelas aktual	Kelas prediksi									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	6	0	2	1	0	0	1	0	0
3	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0
4	0	2	1	6	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	1	7	0	1	1	0	0
6	0	0	0	0	0	8	0	2	0	0
7	0	0	0	0	0	1	7	1	0	1
8	0	0	0	0	2	0	0	8	0	0
9	2	0	0	0	0	0	0	0	8	0
10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9



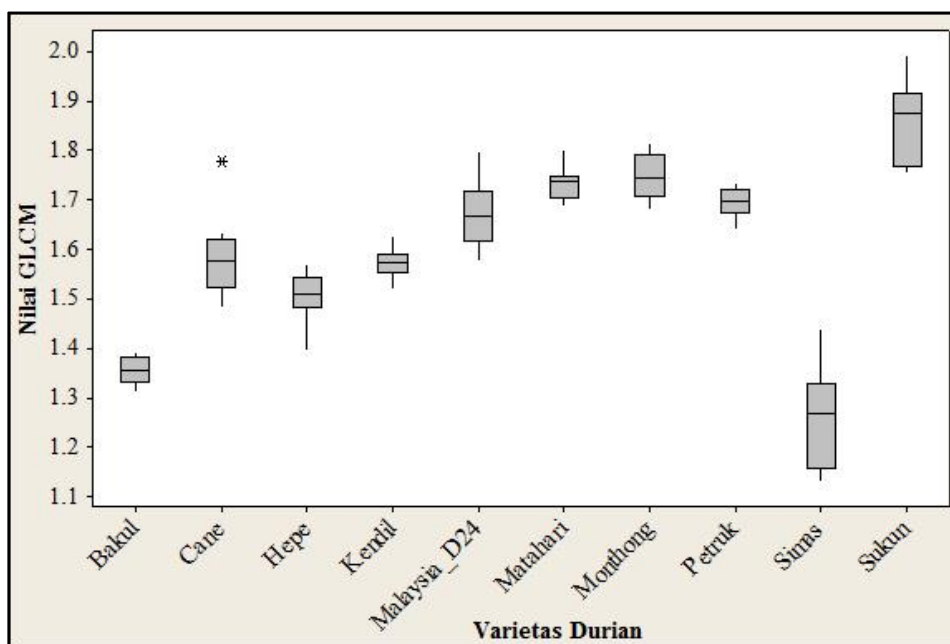
Gambar 11 Perbandingan akurasi setiap varietas durian

Dari Tabel 3 data yang memiliki akurasi tertinggi pada kelas 1 yaitu Durian Bakul. Nilai akurasi dengan tingkat kesalahan 0%. Akurasi tertinggi berikutnya adalah pada kelas 3 dan kelas 10 yaitu Durian Hepe dan Durian Sukun. Data yang memiliki tingkat akurasi terendah adalah Durian Cane dan Durian Kendil yang berada pada kelas 2 dan kelas 4. Durian Cane dan Durian Kendil memiliki sebaran nilai GLCM yang seimbang, hal ini dapat dilihat pada *boxplot* fitur *sum entropy* Gambar 12. Dari gambar *boxplot* fitur *sum entropy* sebaran nilai GLCM pada trikoma Durian Cane dan Durian Kendil pada rentang nilai yang sama, hal ini terjadi pada fitur GLCM yang lainnya. Seajarnya nilai GLCM trikoma Durian Cane dan Durian Kendil dalam bentuk *boxplot* memungkinkan citra trikoma Durian Cane dan Durian Kendil dapat tertukar.

### Perbandingan dengan Penelitian Terkait

Penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Arriawati *et al.* (2011). Arriawati *et al.* (2011) menggunakan ekstraksi ciri *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) pada citra tekstur yang didapat dari *Vistex Database* menghasilkan akurasi 100% pada  $k = 1$  klasifikasi KNN. Fitur yang digunakan oleh Arriawati *et al.* (2011) adalah *Entropy*, *ASM*, *Contrast*, *Homogeneity*, *Mean*, *Simpangan baku*, *Energy* dan *Dissimilarity*.

Akurasi yang tinggi dimungkinkan Arriawati *et al.* (2011) menggunakan citra tesktur antar kelas dengan variasi lebih tinggi dan citra dalam satu kelas memiliki tekstur yang homogen. Dibandingkan dengan citra trikoma pada varietas Durian, citra antar kelas memiliki variasi tekstur yang mirip dan citra dalam satu kelas memiliki pola tekstur yang bervariasi. Persamaan yang didapat dari penelitian sebelumnya adalah hasil akurasi pada KNN yang digunakan. Arriawati *et al.* (2011) mendapatkan nilai akurasi tertinggi pada  $k$  yang kecil. Semakin besar nilai  $k$  yang digunakan maka akan semakin kecil tingkat akurasi yang dihasilkan.



Gambar 12 *Boxplot* fitur *sum entropy*

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi citra sebaran pola trikoma daun durian dari 10 varietas *Durio zibethinus*. Klasifikasi menggunakan 13 fitur GLCM menghasilkan akurasi 74%. Setelah dilakukan pengurangan fitur menjadi 11 fitur didapat akurasi terbesar 78%. Akurasi terbesar didapat pada sudut  $90^\circ$  citra *grayscale* dengan  $k = 3$ . Citra sebaran pola trikoma daun durian model warna RGB memiliki komponen warna yang seimbang pada warna merah dan hijau dengan komponen warna biru yang lebih sedikit. Semakin besar nilai  $k$  pada KNN maka semakin kecil tingkat akurasinya. Hal ini disebabkan karena daerah pencarian pada keseluruhan data latih akan lebih banyak sehingga dapat menyebabkan kesalahan klasifikasi.

### Saran

Hasil identifikasi yang dilakukan masih dapat ditingkatkan akurasinya. Saran untuk pengembangan selanjutnya, yaitu:

- 1 Melakukan praproses lebih lanjut untuk perbaikan citra (*Image enhancement*).
- 2 Pemilihan fitur GLCM yang tepat untuk mengoptimalkan akurasi.
- 3 Menggunakan model warna selain RGB, seperti HSV.
- 4 Menggunakan ekstraksi fitur lain selain GLCM seperti wavelet, LBP.
- 5 Menggunakan klasifikasi lain seperti jaringan syaraf tiruan propagasi balik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arriawati AJ, Santoso I, Christyono Y. 2011. Klasifikasi citra tekstur menggunakan *k-nearest neighbour* berdasarkan ekstraksi ciri metode matriks kookurensi [skripsi]. Semarang (ID): Universitas Diponegoro.
- Haralick RM, Shanmugam K, Dinstein I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 3(6): 610-621.
- Jacobsen, Dahl CR. 2012. Digital painting analysis authentication and artistic style from digital reproduction [tesis]. Aalborg (DK): Aalborg University.
- Kostermans AJG, Reksodihardjo WS. 1958. *A monograph of the genus Durio Adans (Bombacaceae)*. Lembaga Pusat Penyelidikan Kehutanan, Djawatan Kehutanan, Kementerian Pertanian.
- Miyamoto E, Merryman T. 2005. Fast calculation of Haralick texture features [Internet]. [diunduh 2013 Des 30]. Tersedia pada: <http://users.ece.cmu.edu/~pueschel/teaching/18-799B-CMU-spring05/material/eizan-tad.pdf>.
- Salma I. 1999. The taxonomic significance of trichome morphology in the genus *Durio* (Bombacaceae). *Gardens' Bulletin Singapore*. 51(1): 55-77.
- Tri T. 2005. Keanekaragaman jenis dan sumber plasma nutfah *Durio* (*Durio* spp.) di Indonesia. *Buletin Plasma Nutfah*. 11(1): 28-33.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB, Institut Pertanian Bogor

Bogor Agricultural University



## Lampiran 1 Beberapa sampel data trikoma daun durian

### Durian Bakul



### Durian Cane



### Durian Hepe



### Durian Kendil



### Durian Malaysia D24



### Durian Matahari



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

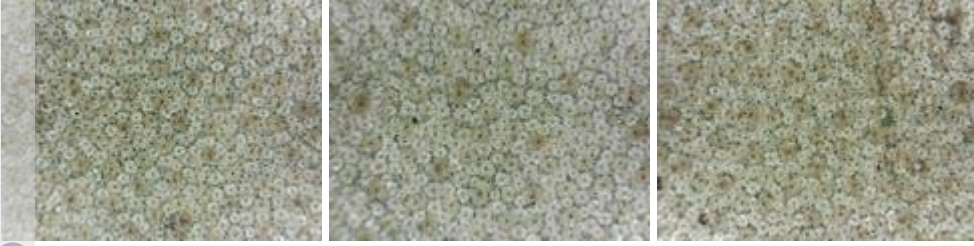
Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## Beberapa sampel data trikoma daun durian (lanjutan)

### Durian Monthong



### Durian Petruk



### Durian Simas



### Durian Sukun



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

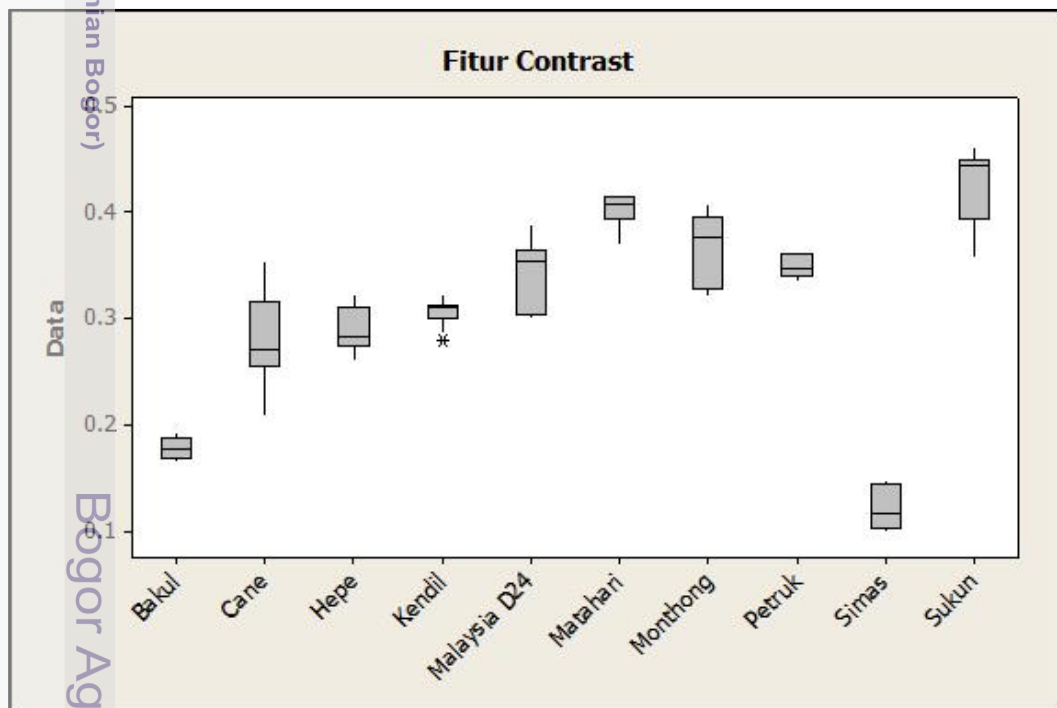
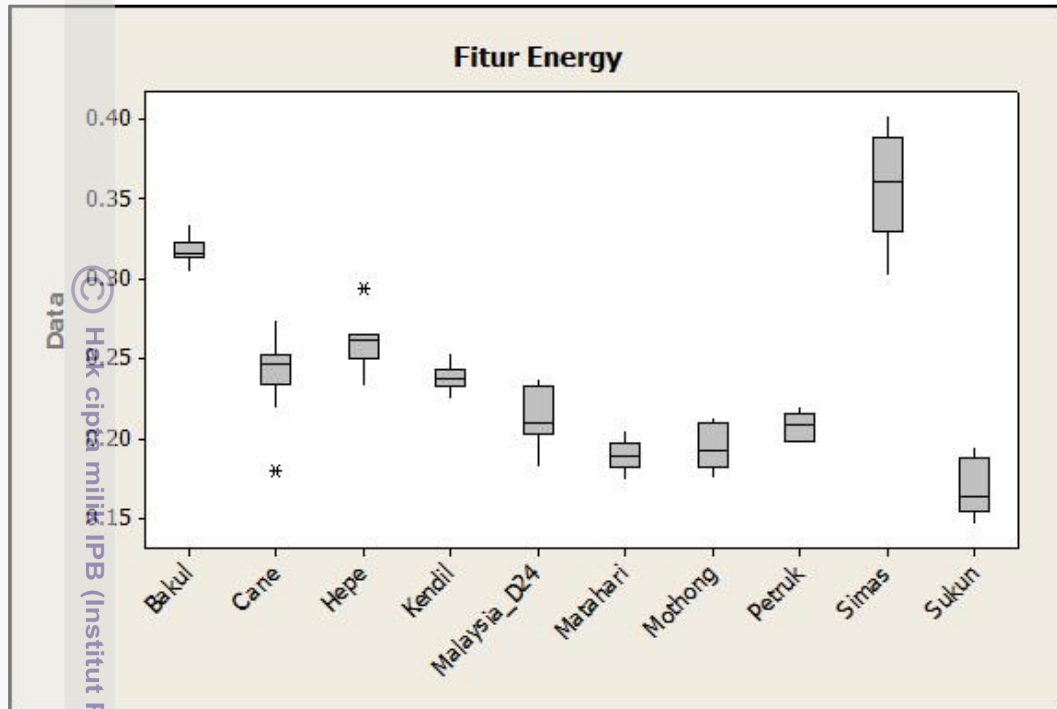
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



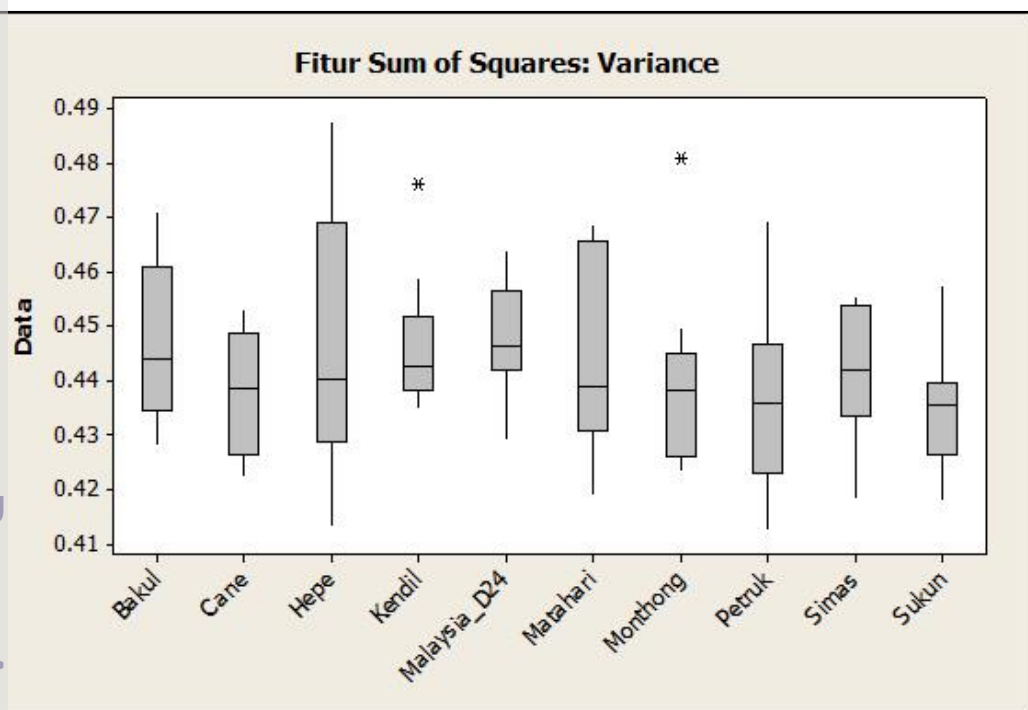
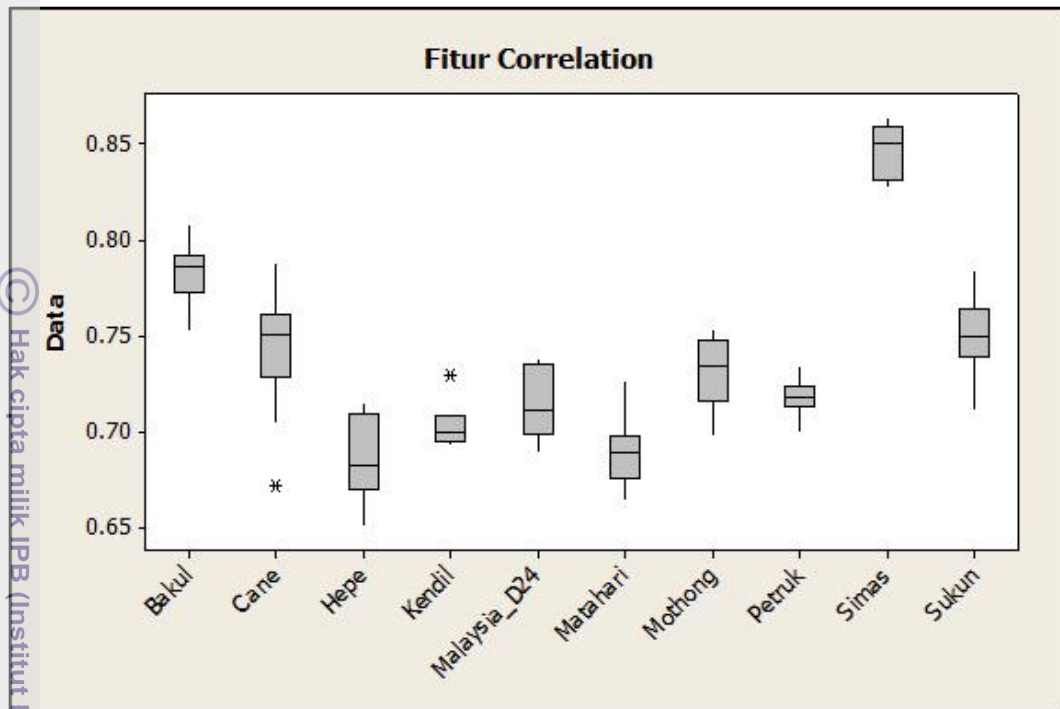
## Lampiran 2 *Boxplot* dari 13 fitur GLCM

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Boxplot dari 13 fitur GLCM (lanjutan)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

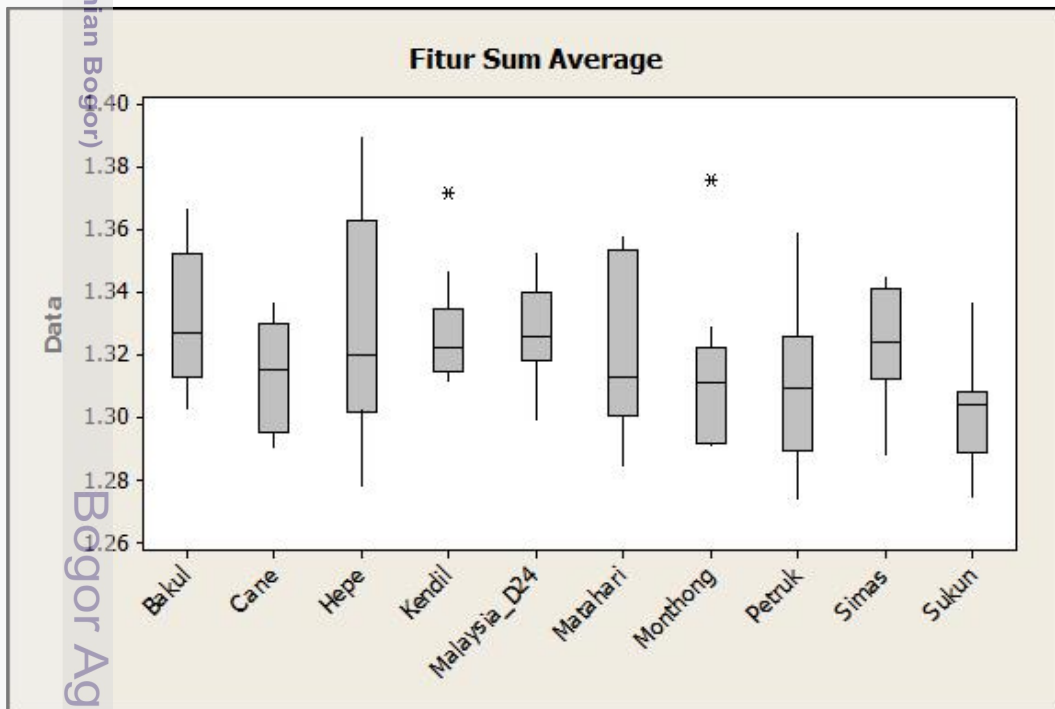
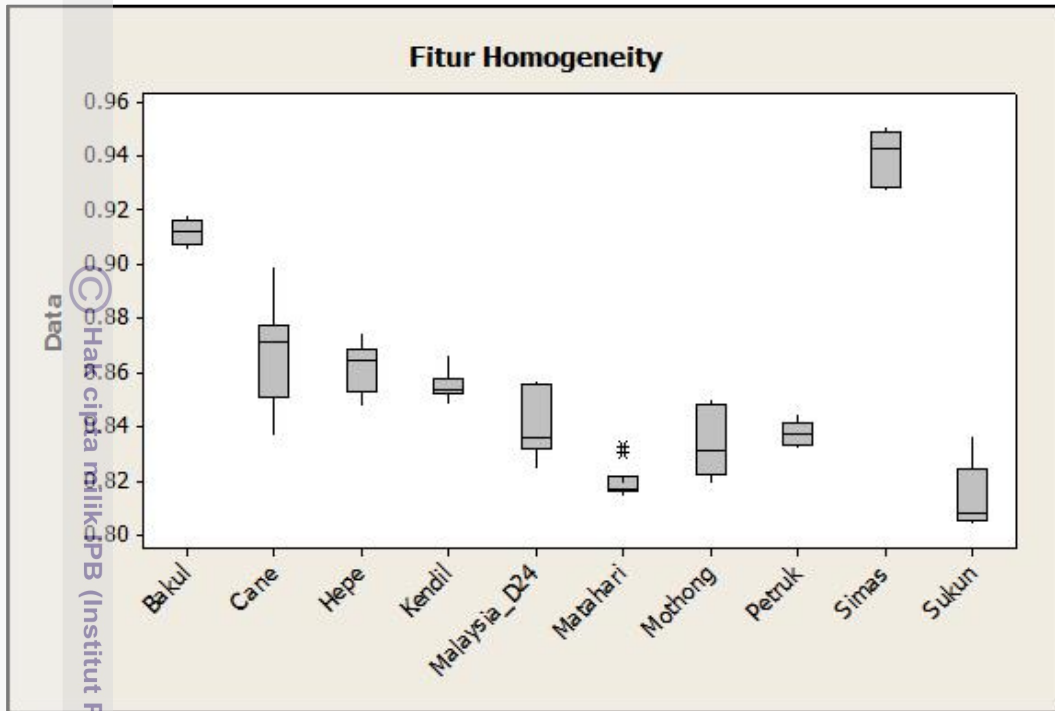
© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



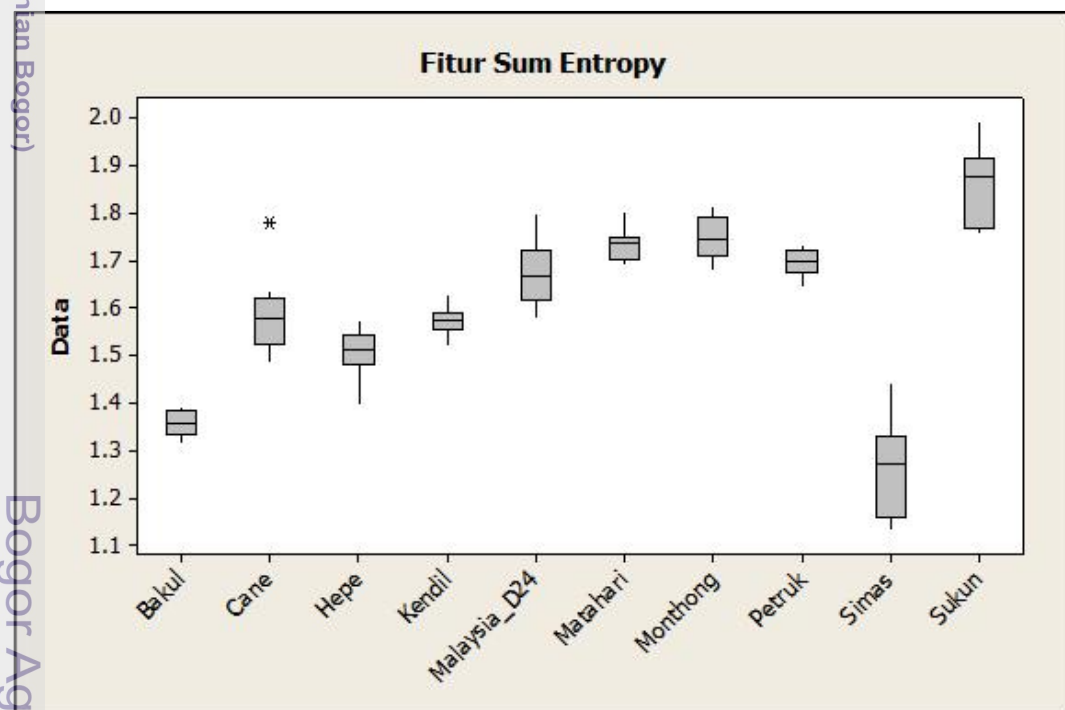
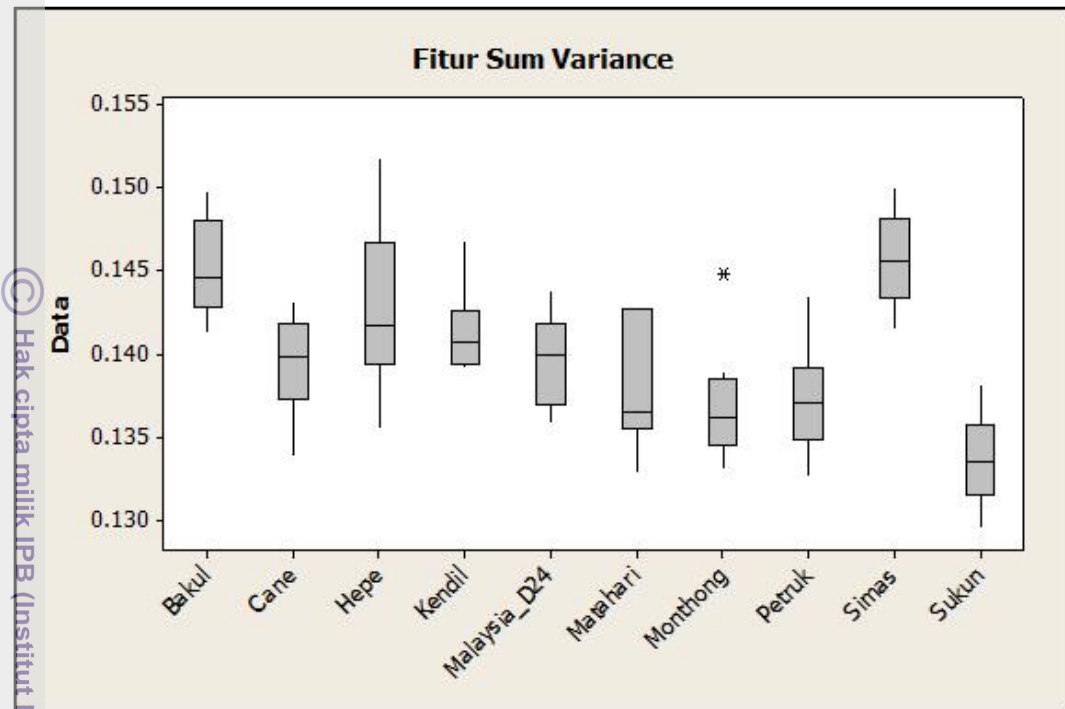
### Boxplot dari 13 fitur GLCM (lanjutan)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Boxplot dari 13 fitur GLCM (lanjutan)



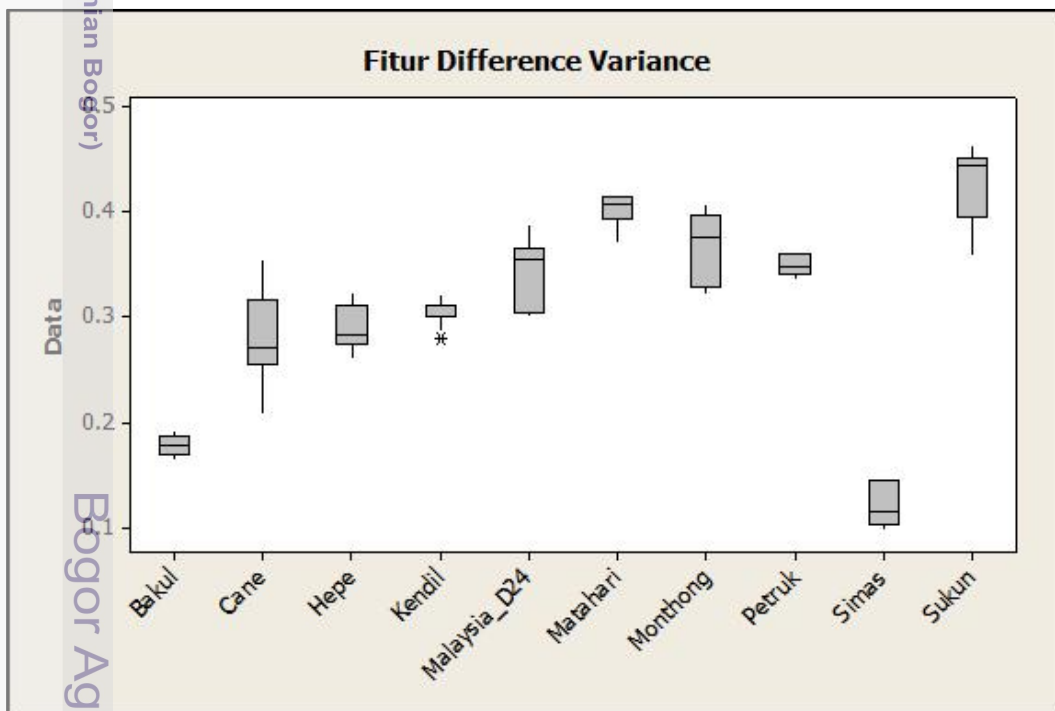
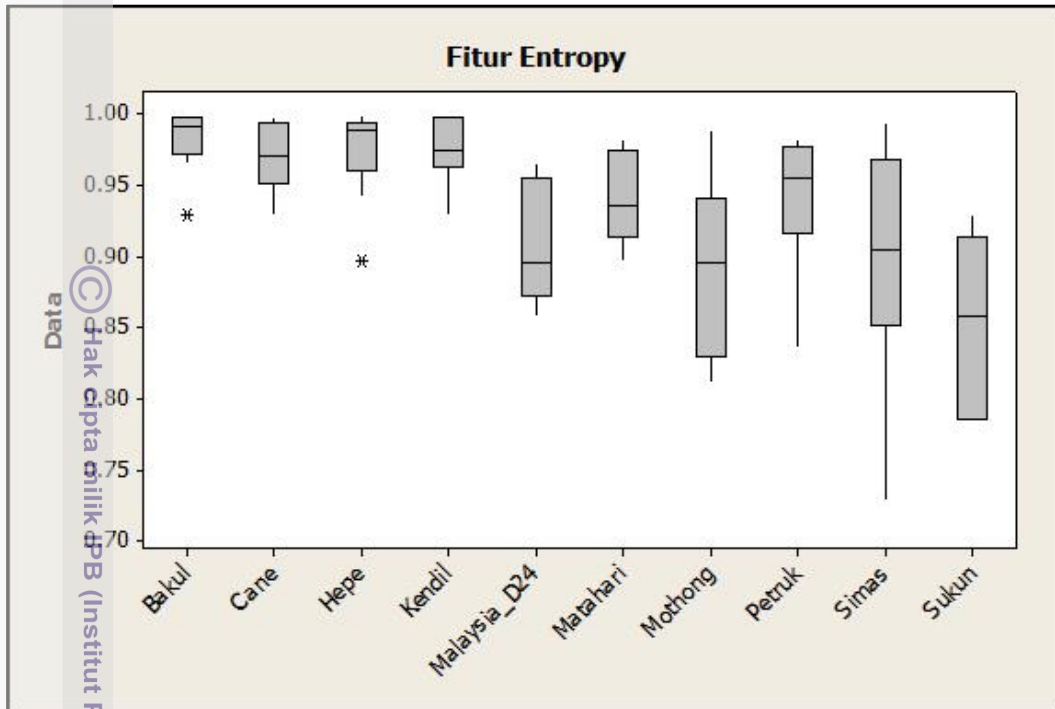
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

### Boxplot dari 13 fitur GLCM (lanjutan)



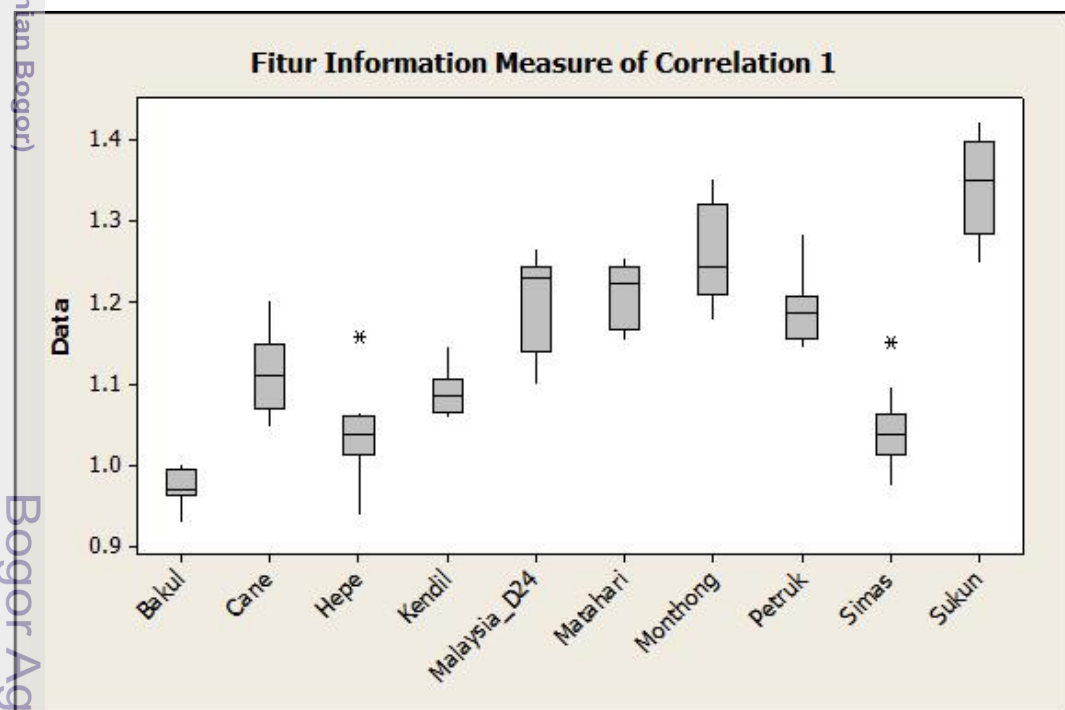
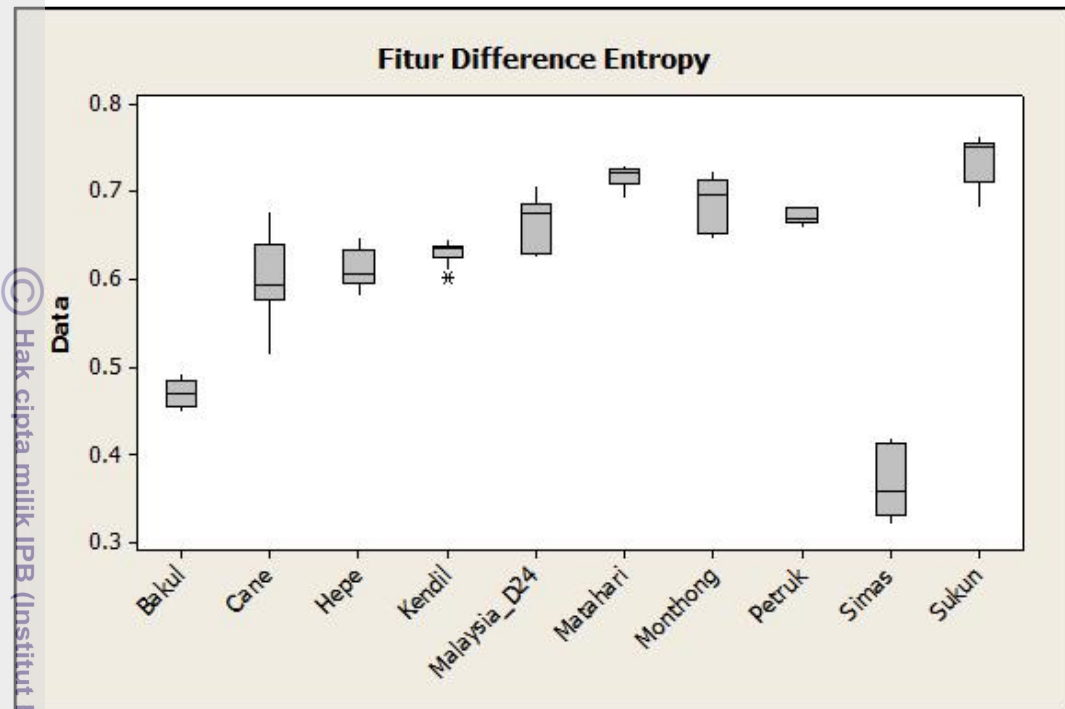
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Boxplot dari 13 fitur GLCM (lanjutan)



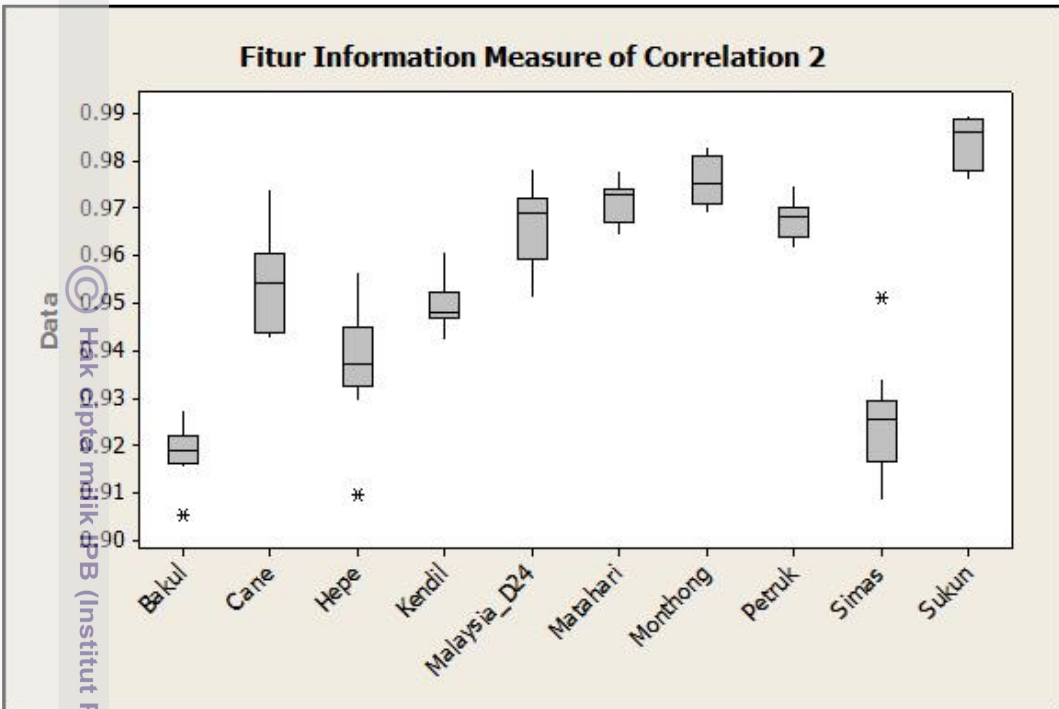
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

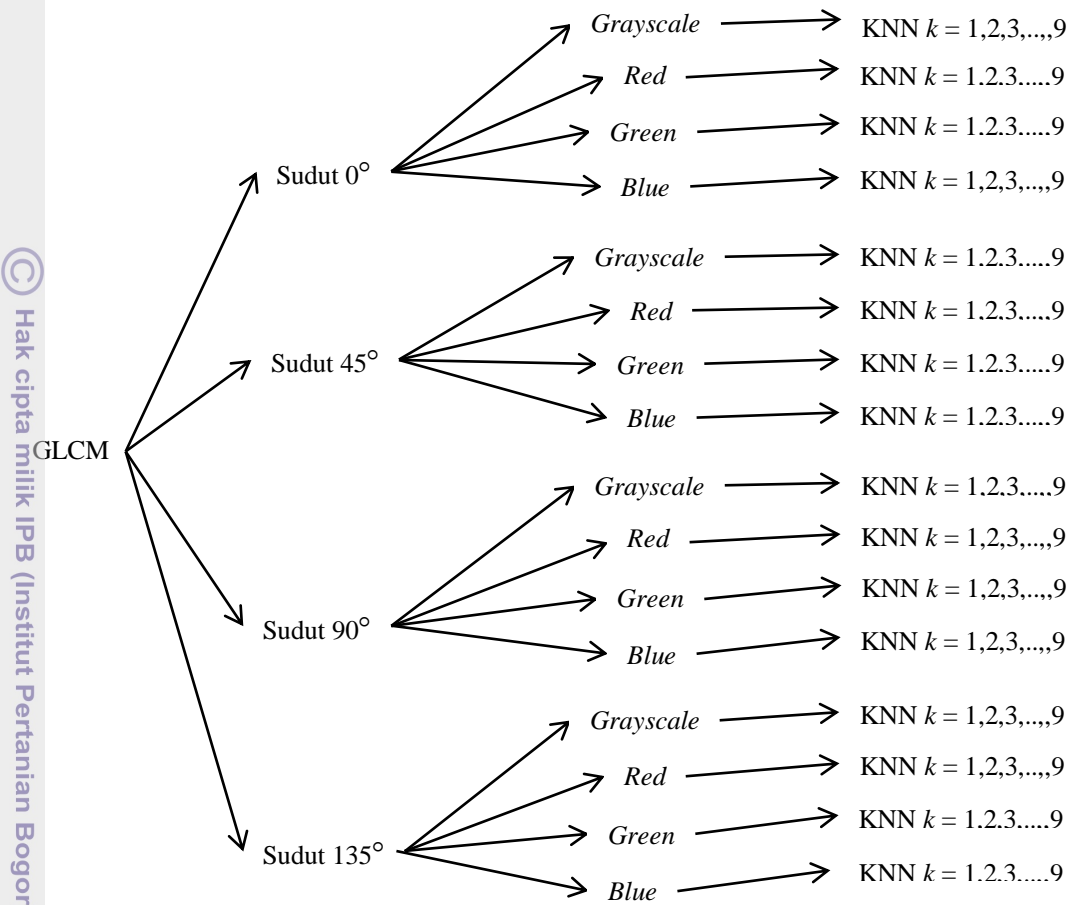
Boxplot dari 13 fitur GLCM (lanjutan)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

### Lampiran 3 Struktur percobaan yang dilakukan



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 8 Maret 1990. Penulis merupakan anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Abdul Rachman dan Jubaedah. Tahun 2008 penulis lulus dari SMA Negeri 2 Bogor dan pada tahun yang sama penulis masuk Institut Pertanian Bogor (IPB) Program Diploma pada Program Keahlian Teknik Komputer. Penulis lulus pada tahun 2011 dan pada tahun yang sama penulis melanjutkan studi ke Program S1 Ilmu Komputer Alih Jenis, Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Pada tanggal 5 Desember 2012 - 30 April 2013 penulis bekerja di *World Agroforestry Centre / International Centre for Research in Agroforestry* (ICRAF) sebagai konsultan dalam pengembangan aplikasi REDD Abacus SP pada modul dokumentasi. Pada tanggal 1 September 2013 - 31 November 2013 penulis bekerja di Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan (PUSPIJAK) sebagai konsultan untuk pembuatan sistem informasi pemantauan karbon hutan berbasis web GIS. Pada saat ini penulis bekerja di Kementerian Pekerjaan Umum dengan jabatan Pranata Komputer.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.