



TIFIKASI PENYAKIT DAUN JABON BERDASARKAN MORPOLOGI MENGGUNAKAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

FUZY YUSTIKA MANIK



SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2015

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.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN BERINFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA^{*}

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul Identifikasi Penyakit Jabon Berdasarkan Ciri Morfologi Menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak ditulis dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam pustaka di bagian akhir tesis ini.

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

Bogor, September 2015

Fuzy Yustika Manik
NIM G651130301



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Transmisi hak cipta atas karya tulis dari penelitian kerja sama dengan pihak luar IPB harus tercantum pada perjanjian kerja sama yang terkait.

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.



RINGKASAN

STIKA MANIK. Identifikasi Penyakit Daun Jabon Berdasarkan Ciri Menggunakan *Support Vector Machine* (SVM). Dibimbing oleh YENI I dan ELIS NINA HERLIANA.

si dini penyakit daun tanaman hutan di fase pembibitan sangat penting hidungan tanaman. Penyakit daun jabon pada fase pembibitan adalah berak daun dan hawar daun. Penelitian ini mengusulkan identifikasi daun jabon berdasarkan karakteristik morfologi. Identifikasi penyakit terdiri dari beberapa proses, yaitu akuisisi data, preprocessing, fitur morfologi dan klasifikasi. Akuisisi data dilakukan dengan foto daun bergejala di persemaian dan proses inokulasi. Proses untuk memotong dan mengubah gambar asli ke biner dengan *thresholding* dan deteksi tepi. Fitur morfologi (*rectangularity*, *eccentricity*, *compactness*, *solidity*, *convexity* dan *roundness*) untuk mengekstraksi gejala bentuk penyakit. Penelitian ini menggunakan Support Vector Machine (SVM) classifier untuk mengklasifikasi daun Jabon.

Bahan ini menggunakan 200 gambar daun Jabon yang menderita berak daun dan hawar daun selama fase pembibitan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa fitur morfologi seperti *elongation*, *eccentricity*, *solidity* dapat merepresentasikan bentuk gejala dengan baik. Fitur *convexity*, *compactness* dan *rectangularity* kurang dapat merepresentasikan jenis penyakit, mungkin karena kedua jenis penyakit memiliki sebaran data yang sama, sehingga akan sulit membedakan kedua jenis penyakit tersebut. *Roundness* pada penelitian ini tidak dapat digunakan sebagai penciri. Akurasi menggunakan SVM adalah 87,5%. Aplikasi ini sangat penting untuk orang mengidentifikasi penyakit daun jabon.

fitur morfologi, identifikasi, jabon, *support vector machine*



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

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.



SUMMARY

YUSTIKA MANIK. Identification of Jabon's Leaf Disease Based on Morphology Characteristics Using Support Vector Machine (SVM). Supervised by ENI HERDIYENI and ELIS NINA HERLIANA.

Early detection of forest plant leaf diseases in the nursery phase is essential for effective protection. Jabon's leaf diseases in the nursery phase are leaf spot and leaf blight. This research proposes Jabon's leaf diseases identification based on the morphological characteristic. Identification of Jabon leaf diseases consists of several processes, namely data acquisition, preprocessing, morphological feature extraction and classification. Research data were taken from inoculation process and nursery. Preprocess aimed for cropping and converting image to biner image by thresholding segmentation and edge detection. A morphological characteristics (rectangularity, elongation, eccentricity, compactness, solidity, convexity and roundness) method was used for extracting shape symptoms of the disease. This research used Support Vector Machine (SVM) classifier for classifying Jabon leaf diseases.

In the experiments, we used 200 images of Jabon leaves that suffered leaf spot and blight disease during the nursery phase. The experiment results showed that there are some morphological features such as elongation, eccentricity and compactness could be used for representing the shape symptoms of the Jabon leaf diseases well. Convexity, compactness, and rectangularity are less able to represent the type of disease. It caused by two types of disease which have nearly same data distribution so that it will be difficult to distinguish two types of disease. We analyzed that the roundness features could not be used to identify the morphology of Jabon leaf diseases. The accuracy of identification using of SVM is about 5%. This application would be very useful to help people in identifying Jabon leaf diseases.

Keywords: identification, jabon, morphological feature, support vector machine



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:

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 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 masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2015

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

*engutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan
butkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan,
penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau
masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan*

*engumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini
uk apa pun tanpa izin IPB*

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



TIFIKASI PENYAKIT DAUN JABON BERDASARKAN MORFOLOGI MENGGUNAKAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

FUZY YUSTIKA MANIK

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Komputer
pada
Program Studi Ilmu Komputer

**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2015**

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 milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

r Komisi pada Ujian Tesis: DrEng Wisnu Ananta Kusuma, ST MT

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.



ul Tesis : Identifikasi Penyakit Daun Jabon Berdasarkan Ciri Morfologi
na Menggunakan *Support Vector Machine* (SVM)
A : Fuzy Yustika Manik
A : G651130301

Disetujui oleh

Komisi Pembimbing

Yeni Herdiyeni, SSi MKom
Ketua

Dr Ir Elis Nina Herliyana, MSi
Anggota

Diketahui oleh

Dr Ir Dahrul Syah, MScAgr

ua Program Studi
u Komputer

Wisnu Ananta Kusuma, ST MT

ggal Ujian: 28 September 2015

Tanggal Lulus:

11 NOV 2015



PRAKATA

an syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas nia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang m penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2014 ini ialah *essing*, dengan judul Identifikasi Penyakit Daun Jabon Berdasarkan ogi Menggunakan *Support Vector Machine* (SVM).

a kasih penulis ucapan kepada Ibu Dr Yeni Herdiyeni, SSi MKom Ir Elis Nina Herliyana, MSi selaku pembimbing atas ilmu, saran dan ya serta Bapak DrEng Wisnu Ananta Kusuma, ST MT sebagai as akhir. Terima kasih juga kepada Ai Rosah Aisah, Shut MSi yang membantu dan memberi saran dalam proses pengumpulan data.

apan terima kasih disampaikan kepada ayahanda Yusuf Manik, ibunda i, ketiga adik penulis Liya Karina Manik, Lolo Gustiriani Manik dan Manik, juga kepada abangda Candra Kirana, serta seluruh keluarga doa dan kasih sayangnya. Ucapan terima kasih juga untuk teman-bimbingan lab CI (Melly, Wisard, Zakhi, Nino, Fandi, Rake dan imai kasih kepada teman-teman seperjuangan kak Imul, Yuyun, Kana, u, Pizai, kak Yampi, Irma, Indah, kak Yudit, Ulfa, Sodik dan semua n pascasarjana Ilkom angkatan 2013 atas bantuan, semangat, nnya selama di Bogor bisa merasakan punya keluarga baru. Terima Dinas Pendidikan Perguruan Tinggi (DIKTI) atas bantuan Beasiswa Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) untuk penyelesaian penelitian. ga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, September 2015

Fuzy yustika Manik



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

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.



DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| TAR TABEL | vii |
| TAR GAMBAR | vii |
| TAR LAMPIRAN | viii |
| NDAHULUAN | 1 |
| atar Belakang | 1 |
| erumusan Masalah | 2 |
| ujuan Penelitian | 3 |
| Ianfaat Penelitian | 3 |
| uang Lingkup Penelitian | 3 |
| IJAUAN PUSTAKA | 4 |
| enyakit Daun Jabon | 4 |
| resholding Metode Otsu | 5 |
| ilasi dan Erosi | 6 |
| kstraksi Fitur Morfologi | 7 |
| ji Hipotesis dengan ANOVA (<i>Analisis of Variance</i>) | 9 |
| <i>oxplot</i> | 11 |
| <i>upport Vector Machine (SVM)</i> | 12 |
| <i>-fold Cross Validation</i> | 15 |
| <i>onfusion Matrix</i> | 15 |
| TO DE | 17 |
| ata Citra Daun Jabon | 17 |
| kstraksi Fitur Morfologi | 19 |
| embagian Data Latih dan Data Uji | 21 |
| lasifikasi dengan SVM | 21 |
| odel SVM | 22 |
| asil Klasifikasi | 22 |
| nalisis | 22 |
| valuasi | 22 |
| SIL DAN PEMBAHASAN | 24 |
| ata Citra Daun Jabon | 24 |
| kstraksi Fitur Morfologi | 24 |
| lasifikasi dan Model SVM | 37 |
| asil Klasifikasi | 38 |
| valuasi | 40 |
| IPULAN DAN SARAN | 42 |
| impulan | 42 |
| aran | 42 |

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

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.



| | |
|--------|----|
| USTAKA | 43 |
| HIDUP | 45 |
| | 55 |

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

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.



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 milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| <i>confusion matrix</i> | 16 |
| ontoh hasil ekstraksi fitur morfologi | 26 |
| hasil pelatihan <i>5-fold cross validation</i> | 37 |
| kurasi identifikasi penyakit daun jabon | 37 |
| hasil <i>confusion matrix</i> klasifikasi penyakit daun jabon | 38 |
| kurasi identifikasi penyakit daun jabon | 40 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| ejala penyakit bercak daun | 5 |
| ejala penyakit hawar daun | 5 |
| roses erosi, dilasi, <i>opening</i> dan <i>closing</i> | 7 |
| agian pada <i>boxplot</i> | 11 |
| ustrasi SVM untuk data yang terpisahkan secara <i>linier</i> | 12 |
| ustrasi SVM untuk data linear <i>non separable</i> | 13 |
| ungsi <i>kernel</i> memetakan data ke ruang vektor berdimensi lebih tinggi | 14 |
| metodologi penelitian | 17 |
| okasi pengambilan data | 18 |
| umbuhan yang telah diinakulasi | 19 |
| roses pemotongan citra | 19 |
| raproses untuk mendapatkan citra biner | 20 |
| (a) Citra asli (b) <i>Area</i> (c) <i>Perimeter</i> (d) <i>Minor axis</i> dan <i>Major axis</i> | 20 |
| (e) <i>Convex hull</i> (f) <i>Convex area</i> (g) <i>Convex perimeter</i> | 20 |
| (h) <i>Roundness</i> , (i) <i>Solidity</i> , (j) <i>Elongation</i> , (k) <i>Compactness</i> , (l) <i>Convexity</i> , | 21 |
| (m) <i>Eccentricity</i> , (n) <i>Rectangularity</i> | 21 |
| itra daun yang terkena penyakit (a) Bercak daun (b) Hawar daun | 24 |
| erhitungan fitur morfologi penyakit bercak daun | 25 |
| erhitungan fitur morfologi penyakit hawar daun | 25 |
| <i>oxplot</i> fitur (a) <i>roundness</i> dan (b) <i>rectangularity</i> | 27 |
| <i>oxplot</i> fitur (a) <i>compactness</i> dan (b) <i>convexity</i> | 27 |
| <i>oxplot</i> fitur (a) <i>solidity</i> , (b) <i>elongation</i> dan (c) <i>eccentricity</i> | 28 |
| rafik varian dari setiap fitur morfologi | 29 |
| ola penyebaran data berdasarkan fitur <i>convexity</i> | 30 |
| ola penyebaran data berdasarkan fitur <i>solidity</i> | 30 |
| engaruh <i>convex hull</i> untuk fitur <i>convexity</i> dan <i>solidity</i> | 31 |
| esamaan fitur <i>convexity</i> bercak daun dan hawar daun | 31 |
| ola penyebaran data berdasarkan fitur <i>elongation</i> | 32 |



| | |
|--|----|
| nyebaran data berdasarkan fitur <i>eccentricity</i> | 32 |
| an gejala bercak daun dan hawar daun berdasarkan eccentricity (b) fitur <i>elongation</i> | 33 |
| nyebaran data berdasarkan fitur <i>roundness</i> | 34 |
| i varian ANOVA untuk fitur <i>roundness</i> | 34 |
| nyebaran data berdasarkan fitur <i>rectangularity</i> | 35 |
| an fitur <i>rectangularity</i> bercak daun dan hawar daun | 35 |
| nyebaran data berdasarkan fitur <i>compactness</i> | 36 |
| an nilai fitur <i>compactness</i> bercak daun dan hawar daun | 36 |
| Clasifikasi kekelas yang benar (a) Hawar daun (b) Bercak daun | 38 |
| an klasifikasi penyakit bercak daun yang diidentifikasi | 39 |
| akit hawar daun | |
| an klasifikasi penyakit hawar daun yang diidentifikasi | 40 |
| akit bercak daun | |
| si ciri penyakit daun jabon | 45 |
| analisis ragam | 49 |
| an program | 53 |

DAFTAR LAMPIRAN

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



Kebutuhan terhadap kayu menjadi salah satu isu penting karena saat ini melampaui kemampuan hutan alam dalam memproduksi kayu. Di satu sisi, diperlukan untuk berbagai keperluan industri dan bahan bangunan, namun di lain kelestarian hutan menjadi hal yang tidak kalah penting untuk mengurangi ak pemanasan global (Halawane *et al.* 2011). Kayu yang berasal dari hutan saat ini sudah tidak bisa diharapkan untuk menopang kebutuhan di pasar domestik, dan internasional. Hutan tanaman rakyat menjadi salah satu yang dapat dikembangkan guna memenuhi kebutuhan bahan baku industri. (*Antocephalus cadamba*) adalah jenis komersial hutan tanaman rakyat lokal cepat tumbuh (*fast growing species*) dan dapat tumbuh dengan baik pada pekas perladangan, semak belukar, dan hutan rawa yang tersebar luas dalam tanah hutan di Indonesia. Tanaman jabon dapat digunakan untuk kegiatan pemotongan dan penghijauan dalam rangka meningkatkan produktifitas lahan, serta dikembangkan dalam hutan tanaman industri karena permintaan kayunya semakin meningkat (Wahyudi 2012).

Pembangunan hutan tanaman yang berimplikasi pada penanaman pohon (monokultur) dalam skala luas, menuntut tersedianya bibit berkualitas dalam jumlah yang cukup (Prananda *et al.* 2014). Di sisi lain kecendrungan berdampak pada munculnya penyakit (Widyastuti *et al.* 2013) yang menimbulkan kerugian antara lain mengurangi kuantitas dan kualitas hasil serta meningkatnya biaya produksi (Anggraeni dan Lelana 2011). Menurut Anggraeni dan Vibowo (2009) keberhasilan pembangunan hutan tanaman dimulai dari persediaan bibit yang dihasilkan dari persemaian. Pengelolaan penyakit merupakan aspek penting dalam menentukan keberhasilan suatu produksi bibit.

Penyakit daun adalah penyakit yang sering terjadi pada fase persemaian. Maka ini penyakit daun kurang mendapat perhatian karena dianggap tidak menimbulkan kerugian yang berarti, kecuali pada bibit di persemaian. Kerusakan daun menyebabkan proses fotosintesis terganggu. Pada tingkat persemaian, ini dapat menimbulkan kerugian yang cukup besar karena dapat menyebabkan daun menjadi kering dan rontok yang mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan dan yang lebih fatal akhirnya bibit mati, sehingga mengakibatkan gagalnya tanaman yang aman (Anggraeni 2009). Penyakit daun yang menyerang jabon fase akhirnya dilaporkan oleh Herliyana *et al.* (2012) dan Aisah (2014) yakni penyakit bercak daun dan hawar daun.

Gejala dan tanda penyakit mempunyai peran penting dalam rangka identifikasi penyakit, serta dapat mengetahui morfologi dan sifat patogen penyebabnya. Jenis penyakit yang belum diketahui secara spesifik dapat menjadi sulit dalam pengendaliannya, karena belum diketahui karakteristiknya. Karena itu, muncul dan berkembangnya penyakit di persemaian perlu diperhatikan agar dapat dilakukan tindakan pencegahan atau pengendalian secara dini. Selain kurangnya tenaga ahli, adanya kemiripan antara satu jenis penyakit dengan penyakit yang lain berdampak pada sulitnya proses identifikasi penyakit. Misalnya bercak-bercak pada daun (*leaf spot*) yang merupakan kematian jaringan

1 PENDAHULUAN

Latar Belakang

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.



erwarna kuning hingga kecoklatan merupakan tanda dan gejala awal jenis penyakit daun tersebut. Bentuk nekrosis yang terjadi juga un kemiripan yaitu berbentuk bulat, lonjong dan tidak beraturan. erkembangan teknologi, citra daun dapat digunakan untuk kasi jenis penyakit, dengan memanfaatkan gejala yang terjadi pada di informasi. Bentuk dari nekrosis merupakan salah satu gejala awal jenis penyakit daun, sehingga fitur bentuk bisa digunakan menjadi < membedakan kedua penyakit.

asarkan gejala yang terjadi, pengenalan objek seperti bentuk atau uga dapat dilakukan untuk mengekstraksi fitur. Hal ini diperlukan agar ang berguna dari suatu citra bisa diperoleh dengan baik. Zinove *et al.* m penelitiannya memprediksi penilaian ahli radiologi dari nodul Paru ambar Konsorsium (LIDC) menggunakan 64 fitur gambar dari empat entuk, intensitas, tekstur, dan ukuran). Putzu *et al.* (2014) telah penelitian untuk identifikasi sel darah putih (leukosit) menggunakan dasarkan fitur morfologi, warna dan tekstur. Gartner *et al.* (2013) elitiannya menggunakan fitur morfologi seperti *roundness* dan untuk mengklasifikasi biji-bijian zirkon dari sedimen. Hasil penelitian n bahwa semua sifat bentuk khas sedimen dapat juga diukur dengan ik.

ikasi penyakit melalui citra daun telah banyak dilakukan pada ebelumnya. Rathod *et al.* (2013) menjelaskan bahwa analisis citra bisa ntuk mendeteksi penyakit pada daun, mengukur daerah yang terkena kit, mengetahui batas-batas daerah yang terkena dengan beberapa ifikasi. Memilih metode klasifikasi merupakan tugas yang sulit karena il dapat bervariasi untuk input data yang berbeda (Ghaiwat dan Arora many dan Saad (2006) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa M telah digunakan untuk mengklasifikasikan gejala tanaman dengan ng sesuai. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan menggunakan *multi layer perceptron* (MLP) yang telah dioptimalkan. Singh *et al.* membandingkan kinerja SVM untuk klasifikasi berdasarkan daun dan hasil yang lebih baik. Rothe dan Kshirsagar (2014) juga an metode SVM dalam proses klasifikasi penyakit kapas, dan hasilnya u mengklasifikasikan 3 jenis penyakit kapas dengan baik.

sarkan latar belakang dan penelitian terkait pada penelitian ini akan roses klasifikasi penyakit daun tanaman jabon pada fase pembibitan ciri morfologi menggunakan SVM.

Perumusan Masalah

persemaian dan pembibitan merupakan titik awal keberhasilan n dan pengembangan hutan rakyat. Akan tetapi dalam pengadaan bibit persemaian terdapat kendala yaitu penyakit daun yang dapat un kerugian yang cukup besar. Gejala dan tanda penyakit mempunyai ing dalam rangka mendiagnosa jenis penyakit pada jabon. Informasi oleh dengan memanfaatkan citra dari bentuk gejala yang terlihat pada



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

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.



berpenyakit. Bentuk bercak yang merupakan gejala awal yang terjadi pada penyakit dijadikan penciri atau fitur yang dapat membedakan kedua kit. Berdasarkan latar belakang dan penelitian terkait, permasalahan dalam tian ini adalah bagaimana mengklasifikasi jenis penyakit daun jabon melalui citra daun yang bergejala berdasarkan ciri morfologi dengan menggunakan e SVM.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi penyakit yang menyerang abon pada fase pembibitan berdasarkan ciri morfologi menggunakan SVM.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan kemudahan dalam identifikasi penyakit daun pada bibit jabon, sehingga upaya pengendalian dilakukan dapat lebih tepat sasaran.

Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah:
ata yang digunakan adalah data citra daun bibit tumbuhan jabon umur 3 - 4 bulan yang diambil dengan menggunakan kamera digital.
penelitian yang dilakukan mencakup pengklasifikasian 2 penyakit daun pada bibit tumbuhan jabon yaitu bercak daun dan hawar daun.



2 TINJAUAN PUSTAKA

Penyakit Daun Jabon

kit adalah penyimpangan dari sifat normal yang menyebabkan atau bagian tumbuhan tidak dapat melakukan kegiatan fisiologis seperti la bagian tumbuhan yang sifatnya menyimpang daripada biasa disebut abnormal ini ditunjukkan dengan keadaan patologis yang khas atau gejala (*symptom*) dan tanda (*sign*). Penyakit pada tanaman jabon terjadi pada beberapa fase tanaman yaitu: fase pembibitan, tanam dan fase lapangan (Busyairi 2013).

apa penyakit daun yang menyerang jabon fase pembibitan di Bogor dilaporkan oleh Herliyana *et al.* (2012) dan Aisah (2014) yaitu: bercak daun dan nekrosis. Kedua penyakit ini disebabkan oleh fungi. Fungi atau jamur merupakan penyebab utama penyakit pada tanaman. Umumnya fungi menyebabkan gejala lokal atau gejala sistemik pada inangnya. Umumnya fungis memproduksi enzim hidrolitik yang berfungsi untuk memecahkan sel-sel tanaman. Nekrosis lokal atau nekrosis umum atau membunuh jaringan tanaman (Yunasfi 2002).

Bercak Daun (*Leaf Spot*)

kit bercak daun disebabkan oleh fungi *Rhizoctonia* sp (Herliyana *et al.* 2012). Anggraeni dan Lelana (2011) juga melaporkan adanya penyakit bercak daun pada bibit jabon disebabkan oleh fungi *Colletotrichum* sp. Gejala penyakit bercak daun pada umumnya sama pada setiap tanaman yang yaitu luka atau noda yang bersifat lokal pada daun inang yang menyebabkan matinya sel-sel yang mati (nekrosis) pada daun (Agrios 2005).

daerah nekrosis bervariasi mulai dari yang kecil sampai yang besar atau yang tidak beraturan sampai yang beraturan. Begitu pula dengan bercak atau daerah nekrosis tadi beragam mulai dari kuning, coklat hingga hitam. Gejala penyakit bercak daun *Colletotrichum* diawali dengan munculnya bercak-bercak berbentuk agak bulat dengan warna coklat dengan tepi berwarna kuning, bercak-bercak ini dapat menyatu menjadi bercak yang besar dalam jangka waktu yang relatif singkat. Bercak yang sudah melebar akan berwarna coklat merah kehitam-hitaman dan terlihat seperti busuk (Anggraeni 2011). Gejala penyakit bercak daun bibit jabon dapat dilihat pada Gambar 1.



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.



Gambar 1 Gejala penyakit bercak daun



Penyakit Hawar Daun (*Blight*)

Penyakit hawar daun disebabkan oleh fungi *Fusarium* sp (Herliyana et al. 2014). Gelaja dan tanda yang terjadi adalah organ daun, cabang, dan bunga menjadi coklat dengan sangat cepat dan menyeluruh yang sebabkan kematian (Yunasfi 2002). Pada daun terdapat bercak tembus cahaya, rana coklat tua dikelilingi oleh halo klorotik dan kebasah-basahan (Agrios 1997). Gejala penyakit bercak daun bibit jabon dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2 Gejala penyakit hawar daun

Tresholding Metode Otsu

Tujuan dari *tresholding* dengan metode *otsu* adalah membagi histogram gray level ke dalam 2 daerah yang berbeda secara otomatis tanpa bantuan manusia untuk memasukkan nilai ambang. Pendekatan metode *otsu* itu sendiri melibatkan dengan melakukan analisis diskriminan yaitu menentukan suatu variabel yang dapat membedakan antara 2 atau lebih kelompok. Analisis diskriminan akan maksimumkan variabel agar dapat membagi objek latar depan dan latar belakang (Burger & Burge 2013). Algoritma metode Otsu adalah sebagai berikut: cari nilai ambang yang dinyatakan dengan k . k berkisar 1 sampai $L-1$, $L=255$.



akan probabilitas kemunculan setiap nilai *grey level* (intensitas) pada i , dengan menggunakan Persamaan (1).

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad (1)$$

n_i merupakan jumlah pixel pada level i dan N adalah total jumlah pixel.

ikan nilai *zeroth cumulative moment* dengan menggunakan Persamaan (2).

$$w(k) = \sum_{i=1}^k p_i \quad (2)$$

ikan *first cumulative* dengan menggunakan Persamaan (3).

$$\mu(k) = \sum_{i=1}^k i \cdot p_i \quad (3)$$

ung *mean* intensitas global dengan menggunakan Persamaan (4).

$$\mu_T = \sum_{i=1}^L i \cdot p_i \quad (4)$$

ung varians dari setiap kelas secara terpisah dengan menggunakan an (5).

$$\sigma_B^2(k) = \frac{[\mu_T w(k) - \mu(k)]^2}{w(k)[1-w(k)]} \quad (5)$$

oleh *threshold* optimal k^* dari nilai varians maksimal $\sigma_B^2(k)$ dengan an (6).

$$\sigma_B^2(k^*) = \max \sigma_B^2(k) \quad (6)$$

aksimum tidak unik, k^* yang diperoleh dirata-ratakan dengan nilai k engan berbagai maksimal nilai yang terdeteksi.

Dilasi dan Erosi

ologi memandang citra sebagai sebuah himpunan. Beberapa operasi ang sering digunakan pada praproses untuk perbaikan citra antara lain si dan erosi. Dilasi adalah penggabungan titik latar (0) menjadi objek kan *structuring element* yang digunakan. Jika A dan B adalah anggota tara A dan B dinyatakan $A \oplus B$ dan didefinisikan dengan Persamaan

$$A \oplus B = \{x \mid (B), \cap A \neq \emptyset\} \quad (7)$$

naan ini didasarkan pada perefleksian B terhadap originnya, dan refleksi oleh x . Dilasi A oleh B kemudian adalah himpunan semua

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.

cement x , sebagaimana B dan A overlap dengan sedikit satu elemen. Sarkan interpretasi tersebut, Persamaan (7) dapat ditulis kembali dan dengan Persamaan (8).

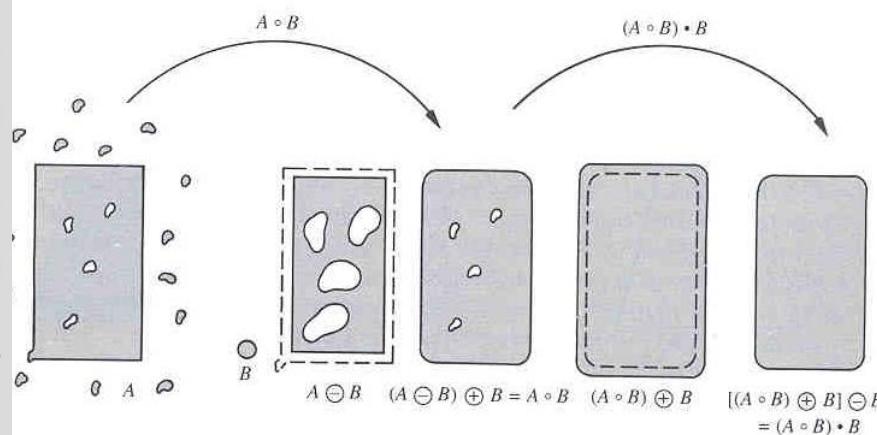
$$A \oplus B = \{x \mid [(B), \cap A] \subseteq A\} \quad (8)$$

n himpunan B adalah *structuring element*, sedangkan A himpunan (objek yang terdilasi).

Adapun erosi adalah kebalikan dari dilasi yaitu penghapusan titik-titik objek menjadi latar (0) berdasarkan *structuring element* yang digunakan. Jika A dan B lah anggota X^2 , erosi antara A dan B dinyatakan $A \ominus B$ dan didefinisikan Persamaan (9).

$$A \ominus B = \{x \mid (B), \subseteq A\} \quad (9)$$

Operasi morfologi lain yang menggunakan penggabungan dari proses dilasi dan erosi adalah *closing* dan *opening*. Operasi *closing* adalah proses dilasi yang dilakukan dengan erosi, dan sebaliknya operasi *opening* adalah proses erosi yang dilakukan dengan dilasi (Gonzalez & Woods 1992).



Gambar 3 Proses erosi, dilasi, opening dan closing

Ekstraksi Fitur Morfologi

Untuk mengenali sebuah objek dalam citra, terlebih dahulu harus diekstrak apa fitur. Morfologi dari citra digital adalah kenyataan bahwa pada sebuah citra digital mengandung serangkaian piksel-piksel yang membentuk sekumpulan objek dua dimensi. Persamaan matematika tertentu pada serangkaian piksel dapat digunakan untuk meningkatkan aspek dari bentuk dan struktur, sehingga dapat memudahkan dikenali.

Ada beberapa fitur dari bentuk yang dapat dihitung seperti: *area* yang merupakan berdasarkan banyaknya piksel yang menempati objek citra, sedangkan *perimeter* (batas objek) dihitung berdasarkan banyaknya piksel di sekeliling objek.



sarkan fitur *area* dan *perimeter* dapat juga dihitung nilai-nilai fitur lainnya. Berikut adalah beberapa formula yang digunakan untuk kisi fitur morfologi (Burger dan Burge 2009; Putzu *et al.* 2014; Yang *et al.* 2009; ovev *et al.* 2009):

ess

kan teknik untuk menggambarkan tingkat kebulatan objek. Nilai 1 objek melingkar dan lebih besar dari 1 untuk objek yang tidak melingkar.

$$roundness = \frac{4 \times \pi \times area}{convex_perimeter} \quad (10)$$

kur kepadatan dari sebuah objek, *solidity* merupakan rasio dari luas objek ke daerah *convex full* objek.

$$solidity = \frac{area}{convex_area} \quad (11)$$

tion

kur kerampingan sebuah objek. Jika nilai yang diperoleh mendekati 1 objek memiliki bentuk yang memanjang

$$elongation = 1 - \frac{minor\ axis}{major\ axis} \quad (12)$$

icity

kan rasio jarak antar fokus elips dengan panjang sumbu utama (*major axis*) buah objek. *Eccentricity* bernilai antara 0-1. *Eccentricity* merupakan teknik untuk menggambarkan sebuah objek dengan bentuk elips.

$$eccentricity = \frac{\sqrt{(major\ axis^2 - minor\ axis^2)}}{major\ axis} \quad (13)$$

ctness

kan rasio antara daerah objek dengan daerah lingkaran menggunakan *perimeter* yang sama. *Compactness* merupakan teknik untuk menggambarkan akuan dari sebuah objek.

$$compactness = \frac{4 \times \pi \times area}{perimeter^2} \quad (14)$$

ity

kan jumlah relatif bahwa objek berbeda dari *convex hull*. Nilai ini kan rasio *perimeter convex hull* objek ke sekeliling objek itu sendiri. merupakan *convex hull*, jika lebih besar dari 1 objek tidak *convex hull* objek dengan batas yang tidak teratur.

$$convexity = \frac{convex_perimeter}{perimeter} \quad (15)$$



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

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,

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.

Bogor Agricultural U

rectangularity

Eknik untuk menggambarkan kemiripan bentuk objek dengan bentuk kotak. Semakin besar nilai *rectangularity* sebuah objek maka objek tersebut membentuk kotak.

$$\text{rectangularity} = \frac{\text{area}}{\text{major axis} \times \text{minor axis}} \quad (16)$$

Dalam *area* merupakan wilayah atau luas daerah dari sebuah objek, *perimeter* merupakan keliling sebuah objek. *Convex area* merupakan luas daerah dari objek *convex*, sedangkan *convex perimeter* merupakan keliling daerah dari objek *convex*. *Major axis* merupakan diameter terbesar dari objek atau panjang sedangkan *minor axis* merupakan diameter terkecil dari objek atau lebar. *Convex* adalah poligon yang disusun dari subset titik sedemikian, sehingga ada titik dari himpunan awal yang berada di luar polygon. Adapun *convex* adalah set S yang menjadi *convex* terkecil yang berisi set S.



Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Uji Hipotesis dengan Analisis of Variance (ANOVA)

Menurut Sudjana (2005) hipotesis yang sudah dirumuskan kemudian harus Pengujian ini akan membuktikan H_0 atau H_1 yang akan diterima. Jika H_1 benar maka H_0 ditolak dan sebaliknya. Pengujian hipotesis digunakan untuk mengetahui hubungan antara kedua variabel apakah terdapat hubungan yang erat atau tidak.

Salah satu uji statistika yang dapat digunakan adalah ANOVA. ANOVA digunakan untuk menganalisa sejumlah sampel dengan jumlah data yang pada tiap-tiap kelompok sampel, atau dengan jumlah data yang berbeda. ANOVA mensyaratkan data-data penelitian untuk dikelompokkan berdasarkan kategori tertentu. Penggunaan “variance” sesuai dengan prinsip dasar perbedaan kategori. Sampel yang berbeda dilihat dari variabilitasnya. Ukuran yang baik untuk melihat variabilitas adalah *variance* atau *standard deviation*/simpangan standar (Supranto 2014). Adapun langkah melakukan uji hipotesis dengan ANOVA adalah (Sugiyono dan Myers 1986):

1. Rumpulkan sampel dan kelompokkan berdasarkan kategori tertentu. Tentukan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1).
2. Menghitung variabilitas dari seluruh sampel.

Pengukuran total variabilitas atas data dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian:

Total of sum squares (SS_T): jumlah kuadrat simpangan total.

$$SS_T = \sum x^2 - \frac{G^2}{N} \quad (17)$$

Between treatments variability (SS_B): variabilitas antar kelompok.

$$SS_B = \sum \frac{T^2}{n} - \frac{G^2}{N} \quad (18)$$

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.



in treatments variability (SSw): variabilitas dalam kelompok.

$$SSw = SSt - SSb \quad (19)$$

ngan x adalah data pada masing-masing kelompok, k adalah banyaknya kelompok, T adalah total x dari masing-masing kelompok, G adalah total x seluruh kelompok, n adalah jumlah sampel masing-masing kelompok dan N adalah jumlah sampel keseluruhan.

ung derajat kebebasan (*degree of freedom*)
ajat kebebasan untuk SSt

$$v_{sst} = N - 1 \quad (20)$$

ajat kebebasan untuk SSb

$$v_{ssb} = k - 1 \quad (21)$$

ajat kebebasan untuk SSw

$$\begin{aligned} v_{ssw} &= \sum(n - 1) \text{ atau} \\ v_{ssw} &= N - k \end{aligned} \quad (22)$$

rajarat kebebasan juga memiliki sifat hubungan yang sama dengan sifat variabel, yakni:

$$v_{sst} = v_{ssb} + v_{ssw} \quad (23)$$

ung variance antar kelompok dan variance dalam kelompok. Variance ANOVA, baik untuk antar kelompok maupun dalam kelompok sering diperlukan dengan deviasi rata-rata kuadrat (*mean squared deviation*) dan dihitung dengan MS . Dengan demikian, maka *mean squared deviation* dalam masing dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$MS_b = \frac{SS_w}{v_{ssb}} \quad (24)$$

$$MS_w = \frac{SS_w}{v_{ssw}} \quad (25)$$

ung nilai distribusi F (F_{hitung}) berdasarkan perbandingan variance antara kelompok dan variance dalam kelompok. F_{hitung} didapatkan dengan

$$F_{hitung} = \frac{MS_b}{MS_w} \quad (26)$$



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

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.

Bogor Agricultural University

embandingkan F_{hitung} dengan F_{tabel} :

- a. $F_{hitung} > F_{tabel}$: tolak H_0
- b. $F_{hitung} \leq F_{tabel}$: terima H_0

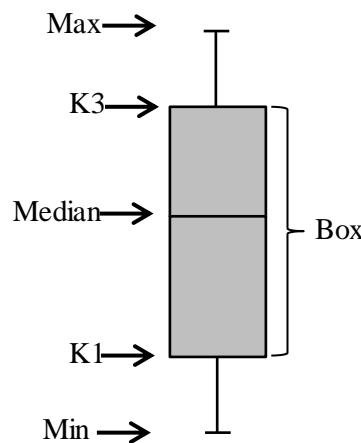
uat kesimpulan/interpretasi, sesuai dengan kasus awal yang ditanyakan. mpulkan, apakah perlakuan (*treatment*) memiliki efek yang signifikan pada mpel data atau tidak. Jika hasil tidak signifikan, berarti seluruh rata-rata mpel adalah sama. Jika perlakuan menghasilkan efek yang signifikan, tidaknya satu dari rata-rata sampel berbeda dari rata-rata sampel yang lain.



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

Menurut Aunundin (1989) kumpulan data yang berupa hasil pengukuran ap peubah tertentu, pada umumnya tidak memiliki nilai yang persis sama dengan yang lainnya. Variasi atau keberagaman nilai pengamatan dapat melalui pola sebarannya, pola ini sangat berguna pula dalam penentuan karakteristik data tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Boxplot*. *Boxplot* mempunyai 5 buah batas yaitu nilai terkecil (*minimum*), kuartil 1 (*K1*), median (kuartil 2), kuartil 3 (*K3*), nilai terbesar (*maximum*). Hasil data yang ringkasan 5 angka ini dapat disajikan dalam bentuk diagram kotak garis seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Bagian pada boxplot

Secara visual diagram kotak garis dapat menggambarkan lokasi pemasangan, ukuran penyebaran, dan kemiringan pola sebaran data. Lokasi pemasangan data dilihat oleh nilai median, rentangan penyebaran dapat dilihat dari panjang kotak yang merupakan jarak K_1 dan K_3 atau jarak antar kuartil. Posisi median di dalam kotak menunjukkan kemiringan pola, letak median yang lebih dekat K_1 menunjukkan suatu sebaran dengan kemiringan positif atau memanjang kearah nilai-

esar, dan kemiringan negatif terjadi bila posisi median lebih dekat ke garis yang menjulur ke luar dari kotak menjadi petunjuk adanya data jauh dari kumpulannya, dan hal ini tidak selalu berarti pola sebaran sing. Selama posisi median terhadap K1 maupun K3 relatif seimbang, terlalu panjang hanya menunjukkan bahwa sebaran data itu memiliki menjuluran lebih panjang dari semestinya (Aunundin 1989).

Support Vector Machine (SVM)

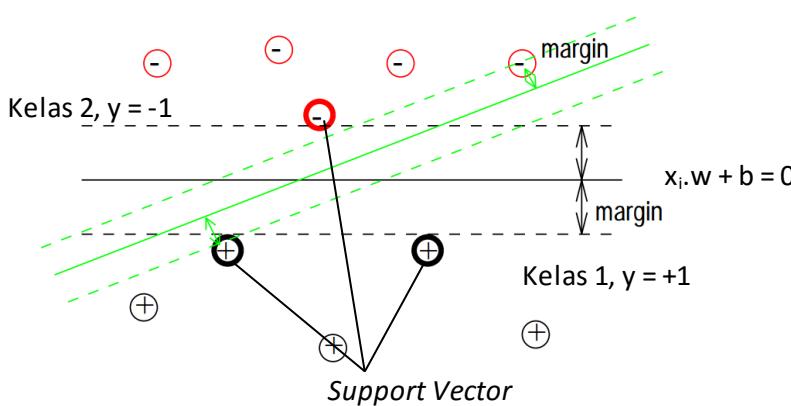
Support Vector Machine (SVM) merupakan sistem pembelajaran untuk memisahkan data menjadi dua kelompok atau lebih. Strategi dari SVM adalah menemukan *hyperplane* yang terbaik pada *input space* (Vojislav

$$= w \cdot x + b \quad (27)$$

ar 5 mengilustrasikan dua kelas dapat dipisahkan oleh sepasang garis batas yang sejajar. Bidang pembatas pertama membatasi kelas pertama dan bidang pembatas kedua membatasi kelas kedua, sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} +b &\geq 1 \text{ for } y_i = 1 \\ +b &\leq -1 \text{ for } y_i = -1 \end{aligned} \quad (28)$$

w adalah data set, w adalah vektor bobot yang tegak lurus terhadap (bidang normal), b adalah bias yang menentukan lokasi fungsi aktif terhadap titik asal, y_i adalah label kelas dari data. Gambar 5 juga menunjukkan beberapa alternatif garis pemisah.



Gambar 5 Ilustrasi SVM untuk data yang terpisahkan secara *linier*

g pemisah (*hyperplane*) dapat ditemukan dengan mengukur margin *lane* tersebut. *Hyperplane* terbaik diperoleh dengan memaksimalkan nilai jarak antara dua set objek dari kelas yang berbeda $m = \frac{2}{\|w\|^2}$. Pada akhirnya nilai margin ekuivalen dengan meminimumkan nilai w. Hal ini

dirumuskan sebagai *Quadratic Programming (QP) problem*, yaitu mencari minimal Persamaan (29), dengan memperhatikan *constraint* Persamaan (30).

$$\min_w \quad \tau(w) = \frac{1}{2} \|w\|^2 \quad (29)$$

$$y_i(x_i \cdot w + b) - 1 \geq 0, \quad \forall i \quad (30)$$

sem ini dapat dipecahkan dengan berbagai teknik komputasi, di antaranya optimisasi *lagrange multiplier* seperti berikut (Santosa 2007):

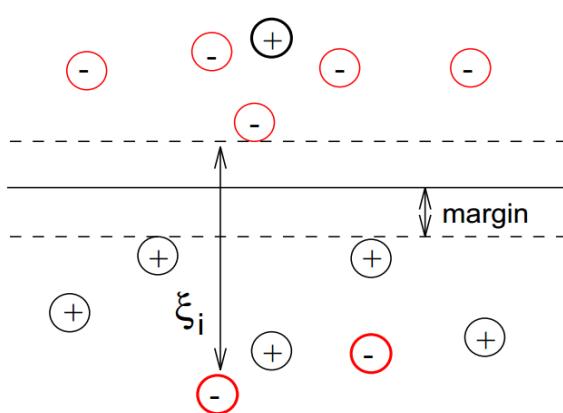
$$L(w, b, a) = \frac{1}{2} \|w\|^2 - \sum_{i=1}^l \alpha_i (y_i((x_i \cdot w + b) - 1)) \quad (31)$$

in memperhatikan sifat gradient $\frac{\partial L}{\partial w_0} = 0$ atau $w_0 = \sum_{i=1}^l \alpha_i y_i x_i$, $\frac{\partial L}{\partial b_0} = 0$ atau $\sum_i y_i = 0$ dan $\alpha_i (y_i((x_i \cdot w + b) - 1)) = 0, \quad i = 1, l$. Persamaan (31) dapat difikasi dengan memaksimalisasi l yang mengandung α_i menjadi:

$$L = \sum_{i=1}^l \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^l y_i y_j \alpha_i \alpha_j x_i x_j \quad (32)$$

in α_i adalah *lagrange multiplier*, $0 \leq \alpha_i \leq C$ ($i = 1, 2, \dots, l$). Data yang terkait dengan α_i positif adalah *support vector* yang akan digunakan untuk hitung bobot $w = \sum_{i=1}^{NSV} \alpha_i y_i x_i$ dan bias $b = wx_i - y_i$ dengan $i = 1, 2, \dots,$

Penjelasan di atas berdasarkan asumsi bahwa *class* dapat terpisah secara jernih oleh *hyperplane*. Akan tetapi, umumnya *class* pada *input space* tidak terpisah secara sempurna (Gambar 6). Hal ini menyebabkan *constraint* pada Persamaan (30) tidak dapat terpenuhi, sehingga optimisasi tidak dapat dilakukan.



Gambar 6 Ilustrasi SVM untuk data linear *non separable*

Untuk mengatasi masalah ini, SVM dirumuskan ulang dengan memperkenalkan teknik *soft margin*. Pada *soft margin*, Persamaan (30) difikasi dengan memasukkan slack variabel ξ_i ($\xi_i > 0$).

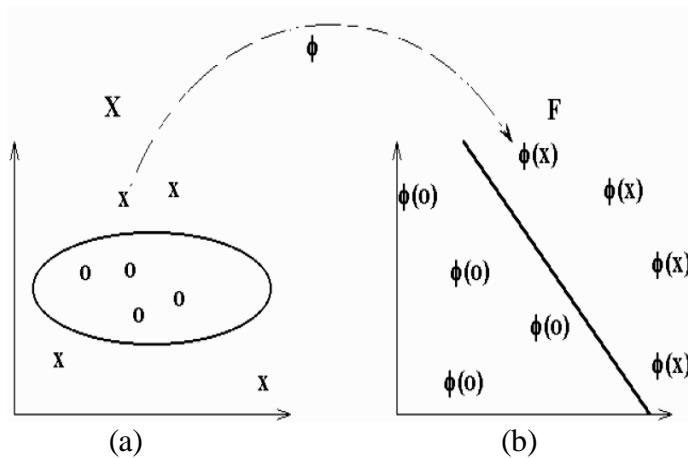
$$y_i(x_i \cdot w + b) \geq 1 - \xi_i, \quad \forall i \quad (33)$$

demikian Persamaan (29) diubah menjadi:

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.

$$\tau(w) = \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^l \xi_i \quad (34)$$

C dipilih untuk mengontrol *tradeoff* antara margin dan *error*. Nilai C yang besar berarti akan memberikan penalti yang lebih besar pada klasifikasi, semakin besar nilai C maka akan semakin kecil margin dan akan mengakibatkan *overfitting*. Jika nilai C yang kecil akan memberikan margin yang besar dan memperbolehkan banyak data yang misklasifikasi. Data terpisah secara *non-linear* seperti pada Gambar 7, data terlebih dulu eksplorasi oleh fungsi *kernel* ke ruang vektor baru yang berdimensi tinggi data dapat terpisah secara linier. Selanjutnya di ruang vektor yang dimiliki mencari *hyperplane* yang memisahkan kedua kelas (Santosa 2007).



Fungsi kernel memetakan data ke ruang vektor berdimensi lebih tinggi (Santosa 2007)

Gambar 7(a) menunjukkan data yang berada pada *input space* berdimensi dua yang tidak dapat dipisahkan secara linear. Selanjutnya Gambar 7(b) menunjukkan bahwa fungsi Φ memetakan tiap data pada *input space* tersebut ke ruang vektor berdimensi lebih tinggi, sehingga kedua kelas dapat dipisahkan secara linear dengan sebuah *hyperplane*. Selanjutnya proses pembelajaran pada SVM dalam tahapan *support vector*, hanya bergantung pada *dot product* dari data yang telah diformasikan pada ruang baru yang berdimensi lebih tinggi, yaitu $\Phi(x_i)\Phi(x_j)$. Perhitungan *dot product* tersebut digantikan dengan fungsi kernel yang definisikan secara implisit transformasi Φ seperti pada persamaan

$$x_i^T x_j = \Phi(x_i) \cdot \Phi(x_j) \quad (35)$$

Beberapa bentuk fungsi kernel yang paling umum digunakan di

$$x_i^T x_j = \Phi(x_i)^T \Phi(x_j) \quad (36)$$

polinomial

$$K(x_i, x_j) = (x_i^T \cdot x_j + p)^d \quad (37)$$

Radial basis function (RBF)

$$K(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|^2) \quad (38)$$

sigmoid

$$K(x_i, x_j) = \tanh(\beta x_i^T + \beta_1) \quad (39)$$

sega Persamaan (27) menjadi:

$$\begin{aligned} f(\Phi(x)) &= w \cdot \Phi(x) + b \\ &= \sum_{i=0}^{NSV} \alpha_i y_i \Phi(x_i) \cdot \Phi(x_j) + b \\ &= \sum_{i=0}^{NSV} \alpha_i y_i K(x_i, x_j) + b \end{aligned} \quad (40)$$

pada persamaan di atas dimaksudkan dengan subset dari training set yang i sebagai support vector.

K-fold Cross Validation

Metode yang digunakan untuk membagi dataset menjadi sejumlah k buah secara acak adalah *k-fold cross validation*. Data awal dibagi menjadi k secara acak yaitu $D_1, D_2, D_3, \dots, D_k$, dengan ukuran subset yang hampir sama mempertahankan perbandingan antar kelas. Langkahnya adalah dengan iterasi sejumlah k kali iterasi untuk data latih dan data uji. Masing-g iterasi menggunakan partisi ke k sebagai data latih dan sisa partisi lainnya ai data uji. Keuntungan *k-fold cross validation* adalah semua data digunakan untuk data uji maupun data latih. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai ataupun ukuran penilaian lainnya dari hasil eksperimen yang dilakukan (*et al.* 2012).

Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan sebuah tabel yang terdiri atas banyaknya baris iji yang diprediksi benar dan tidak benar oleh model klasifikasi. Tabel *confusion matrix* diperlukan untuk menentukan kinerja suatu model klasifikasi



2005). Ada empat istilah yang digunakan dalam *confusion matrix*:
a. *Positive* (TP): jumlah data positif yang benar diklasifikasi oleh *classifier*.
b. *Negative* (TN): jumlah data negatif yang benar diklasifikasi oleh *classifier*.
c. *False positive* (FP): jumlah data negatif yang salah diklasifikasi sebagai data positif.
d. *False negative* (FN): jumlah data positif yang salah diklasifikasi sebagai data negatif.

TN digunakan ketika classifier mendapatkan klasifikasi yang benar. FP digunakan ketika classifier salah melakukan klasifikasi. Contoh tabel *confusion matrix* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 *Confusion matrix*

| | | Prediksi Kelas | |
|-----------|---------|-------------------|-------------------|
| | | Positif | Negatif |
| Kenyataan | Positif | A: True Positive | B: False negative |
| | Negatif | C: False positive | D: True negative |

Sarkan tabel *confusion matrix* di atas akurasi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{akurasi} = \frac{\Sigma A + \Sigma D}{\Sigma A + \Sigma B + \Sigma C + \Sigma D} \times 100\% \quad (41)$$



Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

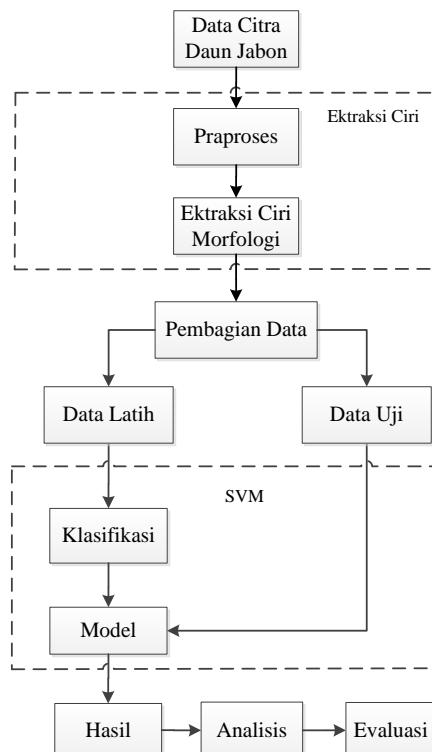
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- 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.

3 METODE

Metode penelitian meliputi pengumpulan data citra daun jabon berpenyakit, ukuran praproses, ekstraksi fitur morfologi, pembagian data dengan *k-fold cross validation*, model klasifikasi dengan SVM, dan evaluasi sistem dengan melihat klasifikasi menggunakan *confusion matrix*. Alur metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Metodologi penelitian

Data Citra Daun Jabon

Data yang digunakan adalah citra daun jabon yang terkena 2 jenis penyakit yaitu bercak daun dan hawar daun ± 4 bulan. Pengambilan data dilakukan ± 6 bulan. Gambar 9 adalah lokasi pengambilan data yang terdiri dari 2 perkebunan di sekitar kampus IPB Dramaga yaitu perkebunan Situ Gede dan perkebunan permanen IPB Dramaga. Jumlah tanaman yang diambil dari lokasi perkebunan disesuaikan dengan kondisi perkebunan.

Data berupa daun jabon yang bergejala diperoleh dari pengamatan gejala dan pengambilan tanaman jabon yang memperlihatkan gejala bercak daun dan hawar yang telah divalidasi oleh pakar. Kemunculan jenis penyakit yang tidak sebanyak mengakibatkan data yang diperoleh masih kurang. Maka selain

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.

langsung, data juga diperoleh dengan terlebih dahulu melakukan isolasi untuk mendapatkan citra daun yang bergejala.



Gambar 9 Lokasi pengambilan data

Metode Pengambilan Data dan Metode Inokulasi

Alat dan alat yang digunakan adalah bibit jabon, media PDA, alkohol steril, kapas steril, tabung reaksi, cawan Petri, gunting, jarum Ose, alat cincin, pinset dan *laminar air flow*.

Metode yang dilakukan yaitu pengamatan gejala dan tanda, isolasi, inokulasi, dan reisolasi. Pengamatan gejala dan tanda dilakukan pada daun yang diperoleh di dua lokasi persemaian. Pengambilan sampel daun yang diperlukan untuk tahap isolasi. Adapun tahap yang dilakukan adalah mencuci daun jabon yang telah dibasahi dengan alkohol 70%, kemudian daun diletakkan pada media PDA, pengamatan dilakukan selama ± 2 hari. Pemurnian dilakukan supaya diperoleh biakan murni dari cendawan, tetapi ungkinkan dalam biakan terjadi kontaminasi. Hifa cendawan yang tumbuh pada biakan dipindahkan lagi ke dalam media PDA.

Isolasi dilakukan setelah mendapat biakan murni dari metode pemurnian. Isolasi dilakukan dengan mencuci daun yang telah diperlakukan dengan cendawan diinokulasi terhadap 10 bibit jabon untuk setiap jenis *Colletotrichum* sp. patogen penyebab penyakit bercak daun dan *C. gloeosporioides* sp. patogen penyebab penyakit hawar daun. Setiap bibit tersebut diberi nomor identifikasi yaitu dilukai. Perlakuan pelukaan pada bibit jabon dilakukan dengan cara suntik. Penyiapan sumber inokulum dan penempelan blok agar. Perlakuan yang ditempel pada bagian daun selanjutnya ditutup dengan plastik dan *aluminium foil* selama ± 7 hari atau sampai muncul gejala (bercak), kemudian daun yang bergejala difoto dengan menggunakan kamera.

Isolasi dilakukan dengan mencuci daun yang telah diperlakukan dengan cendawan hawar dan bercak dengan media PDA. Isolasi dilakukan pada ruang yang terpisah namun tetap mendapatkan pencahayaan yang cukup. Hal ini dilakukan untuk mencegah bibit jabon terserang oleh cendawan. Untuk menjaga kelembaban bibit agar patogen dapat tumbuh dan berkembang, bibit disiram setiap pagi dan sore begitupun dengan daun yang telah diperlakukan.

Reisolasi yang digunakan untuk melihat apakah gejala yang berasal dari bibit jabon yang sudah diisolasi menunjukkan hasil yang sama dengan isolasi pada tahap pertama tidak dilakukan. Proses tersebut diganti dengan melakukannya pada tahap berikutnya. Proses tersebut dilakukan validasi gejala penyakit yang terbentuk kepada pakar yang dihasilkan sama dengan gejala yang diperoleh sebelumnya.



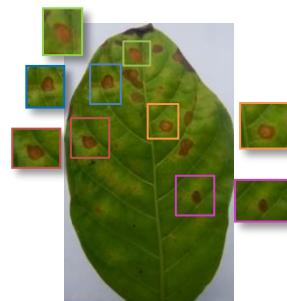
Gambar 10 Tumbuhan yang telah diinokulasi

Ekstraksi Fitur Morfologi

Penggunaan fitur morfologi dikarenakan bentuk gejala nekrosis atau jaringan (bercak-bercak) merupakan gejala awal dari kedua penyakit. Gejala dari penyakit bercak daun dan hawar daun dapat langsung terlihat warna dan pola penyebaran.

ses

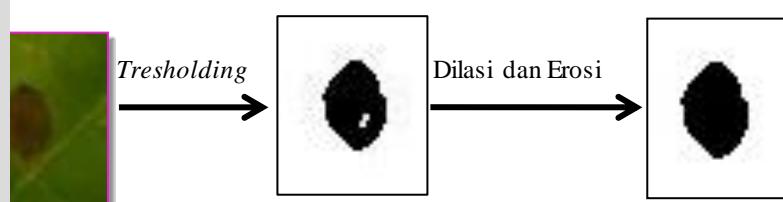
Pada tahap praproses, terdapat 2 langkah untuk mengolah citra hasil retan, yaitu memotong (*cropping*) citra dan melakukan segmentasi. Teknik *cropping* dilakukan untuk memotong dan mengambil bagian dari daun yang menunjukkan gejala dari penyakit pada citra seperti pada Gambar 11. *Cropping* akan untuk melihat bentuk gejala tanpa melihat pola penyebaran dari kedua penyakit. Hal ini dilakukan karena data yang diperoleh dari hasil pengamatan dan inokulasi sangat sedikit. Selain itu melihat bentuk gejala disertai dengan penyebaran gejala memerlukan komputasi yang besar saat melakukan proses segmentasi dan kesulitan dalam menentukan titik pusat dari tiap gejala yang dituju.



Gambar 11 Proses pemotongan citra

Adapun proses segmentasi objek citra bertujuan untuk memperoleh citra dari objek citra dengan menggunakan konsep morfologi terdiri atas proses *thresholding*, deteksi tepi, dilasi dan erosi.

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.

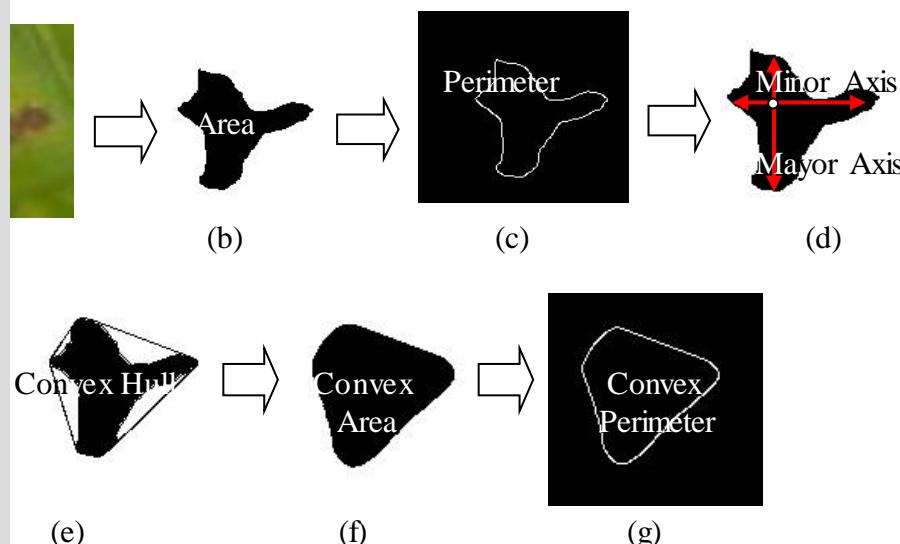


Gambar 12 Praproses untuk mendapatkan citra biner

ti pada Gambar 12 di atas, citra original diaplikasikan proses *thresholding* berbasis pada metode *otsu*. Dilanjutkan dengan proses deteksi tepi gunakan teknik pendeksi tepi *canny* untuk mendapatkan garis-garis objek yang akan digunakan untuk perhitungan fitur *perimeter* dan *convex hull*. *Holes* yang terdapat pada beberapa area objek citra biner hasil segmentasi diisi dengan mengaplikasikan proses *opening*, sehingga tu area objek citra biner yang utuh.

Bentuk

tian ini menggunakan analisis berdasarkan bentuk bercak dari gejala terkena penyakit. Fitur bentuk yang diekstraksi adalah fitur yang bisa diukur numerik seperti pada Gambar 13.

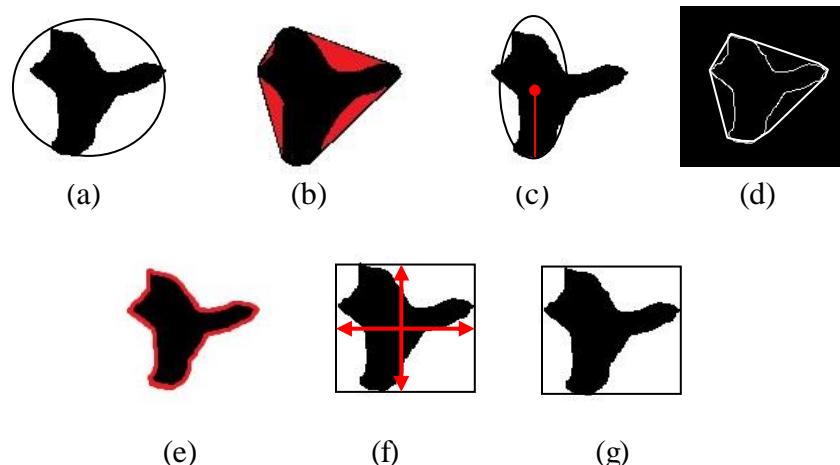


Gambar 13 (a) Citra asli (b) *Area* (c) *Perimeter* (d) *Minor axis* dan *Major axis* (e) *Convex hull* (f) *Convex area* (g) *Convex perimeter*

merupakan luas daerah bercak (Gambar 13b), *perimeter* merupakan batas bercak atau batas bercak (Gambar 13c). *Major axis* merupakan diameter dari bercak atau disebut dengan panjang bercak diukur dari pangkal ke ujung bercak sedangkan *minor axis* merupakan diameter terkecil dari bercak yang diukur dari permukaan bercak yang paling lebar yang dengan *major axis* (Gambar 13d). *Convex hull* adalah *polygon* terkecil yang mengelilingi daerah bercak (Gambar 13e). *Convex area* adalah luas daerah

'onvex (Gambar 13f), dan *convex perimeter* adalah keliling dari daerah x (Gambar 13g).

Fitur tersebut merupakan fitur dasar yang digunakan juga untuk menghitung urunan seperti pada Persamaan (10) untuk *roundness*, Persamaan (11) untuk *solidity*, Persamaan (12) untuk *elongation*, Persamaan (13) untuk *eccentricity*, naan (14) untuk *compactness*, Persamaan (15) untuk *convexity*, dan naan (16) untuk *rectangularity*. Ilustrasi untuk semua fitur dapat dilihat Gambar 14 di bawah ini:



Gambar 14 (a) *Roundness*, (b) *Solidity*, (c) *Eccentricity*, (d) *Compactness*, (e) *Convexity*, (f) *Elongation*, (g) *Rectangularity*

Pembagian Data Latih dan Data Uji

Seluruh data hasil ekstraksi masing-masing ciri dibagi menjadi data latih ata uji. Persentase data latih yang dicobakan pada penelitian ini ditentukan menggunakan *k-fold cross validation*. Jumlah k yang digunakan adalah 5. ingat data yang digunakan untuk pelatihan sedikit, pemilihan *5-fold cross validation* cukup mampu untuk membuat variasi data, sehingga semua data akan, baik untuk data uji maupun data latih. Seluruh data hasil ekstraksi ciri i menjadi 5 subset, yaitu D1, D2,...,D5. Masing-masing subset memiliki n yang sama. Pada proses pertama D2,...,D5 menjadi data pelatihan dan D1 di data pengujian, pada proses kedua D1,D3,...,D5 menjadi data pelatihan 2 menjadi data pengujian, dan seterusnya.

Klasifikasi dengan SVM

Pada proses pelatihan digunakan SVM dengan fungsi *kernel Gaussian RBF* Persamaan (38) digunakan untuk membagun model klasifikasi. Menurut Hsu

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.



) fungsi *kernel* yang direkomendasikan untuk diuji pertama kali ialah kernel RBF karena memiliki performa yang sama dengan SVM linear pada tertentu. Parameter yang diperlukan untuk kernel RBF yaitu c (*cost*) dan γ . Nilai parameter c dan γ yang digunakan ditentukan secara statis dengan menggunakan metode *grid search*. SVM bersifat *supervised* maka perlu dilakukan proses pelatihan untuk mendapatkan model yang baik. Data yang digunakan pada proses pelatihan ini adalah data yang telah ditentukan sebelumnya dengan vektor ciri yang digunakan morfologi dari sebuah citra daun jabon.



Model SVM

1 klasifikasi pada Persamaan (40) digunakan untuk proses pengujian pelatihan yang memiliki nilai akurasi sama dengan nilai rata-rata model yang diperoleh selama pelatihan berdasarkan metode *5 fold cross validation*. Fungsi *kernel* yang digunakan tetap menggunakan *Gaussian* dan nilai parameter kernel sama dengan nilai yang digunakan pada tahap sebelumnya.

Hasil Klasifikasi

Klasifikasi adalah citra yang telah diprediksi atau diklasifikasikan benar dan tidak benar oleh model klasifikasi SVM. Melakukan perhitungan hasil SVM menggunakan *confusion matrix* seperti pada Persamaan (41).

Analisis

Tahap ini, fitur morfologi dianalisis untuk mengetahui kemampuannya dalam ekstraksi ciri bentuk gejala yang terdapat pada daun jabon. Fitur juga dianalisis untuk mengetahui seberapa baik penggunaan fitur sebagai penciri objek pada metode klasifikasi SVM. Klasifikasi SVM dianalisis untuk mengetahui kinerja SVM tersebut dalam mendeklasifikasi penyakit berak daun dan hawar daun pada bibit jabon.

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.



Evaluasi

Kinerja model akan ditentukan dan dibandingkan melalui besaran akurasi berhasil dicapai menggunakan *confusion matrix* seperti pada Persamaan Nilai akurasi ataupun hasil eksperimen diperoleh dari nilai rataan 5 rimen. Model klasifikasi inilah yang akan digunakan untuk menentukan klasifikasi akhir.

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.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Citra Daun Jabon

yang digunakan adalah citra daun jabon yang terkena 2 jenis penyakit bercak daun dan hawar daun umur \pm 4 bulan. Pengambilan data di persemaian di sekitar kampus IPB Dramaga dan juga melakukan dilasi untuk mendapatkan daun yang bergejala.

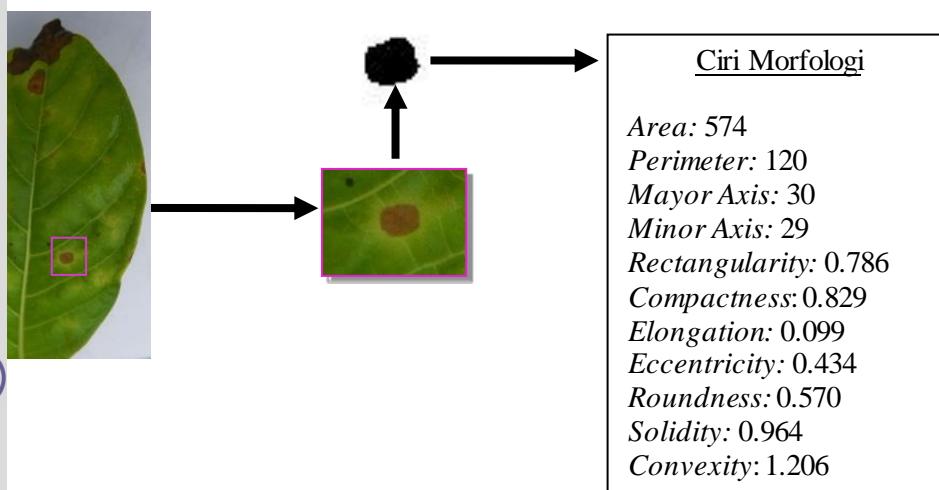


Citra daun yang terkena penyakit (a) Bercak daun (b) Hawar daun

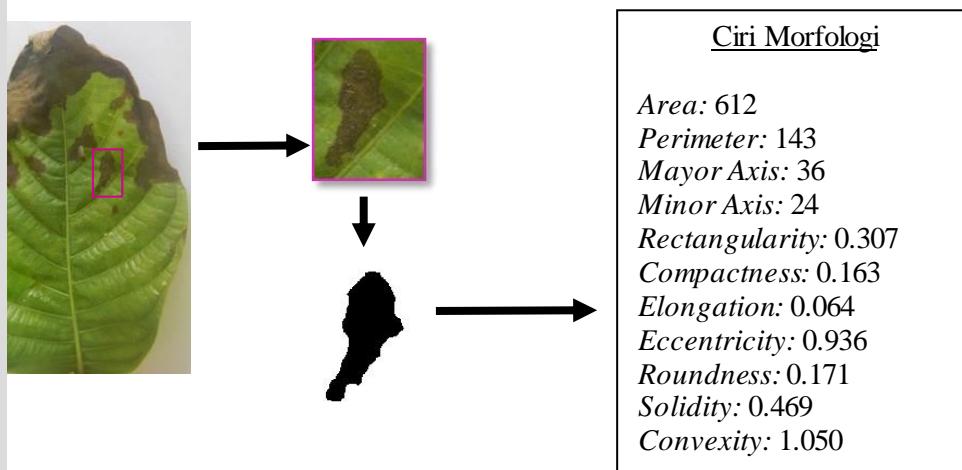
Ekstraksi Fitur Morfologi

Pengambilan data yang dilakukan menghasilkan sebanyak 200 citra bibit bergejala yang diuji untuk mengetahui fitur-fitur mana yang mampu mengklasifikasikan citra. Setelah dilakukan tahap praproses dengan memotong citra yang bergejala, kemudian melakukan segmentasi dan perbaikan citra dengan metode dilasi dan erosi. Tahap berikutnya adalah melakukan perhitungan numerik dari setiap fitur morfologi. Hasil perhitungan numerik fitur dapat dilihat pada Gambar 16 untuk bercak daun dan Gambar 17 untuk hawar daun. Ada 11 Fitur morfologi yang diperoleh terdiri dari 4 fitur dasar dan 7 fitur tambahan.

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.



Gambar 16 Perhitungan fitur morfologi penyakit bercak daun



Gambar 17 Perhitungan fitur morfologi penyakit hawar daun

Fitur seperti *area*, *perimeter*, *major axis*, *minor axis*, *convex area* dan *x perimeter* tidak dapat digunakan secara mandiri sebagai fitur identifikasi

Fitur seperti itu dipengaruhi oleh ukuran objek. Dilihat dari gejala, hawar memiliki bentuk atau gejala yang berukuran lebih luas bila dibandingkan dengan bercak daun. Agar tidak bergantung pada skala, beberapa fitur dapat diambil dari fitur-fitur dasar yang digunakan sebagai penciri. Fitur-fitur utama adalah *rectangularity*, *compactness*, *elongation*, *eccentricity*, *convexity*, *solidity* dan *convexity*. Contoh hasil ekstraksi fitur morfologi dapat dilihat pada Tabel 2. Pada Tabel 2 hanya 7 fitur turunan yang digunakan sebagai penciri dari gejala kedua penyakit jabon.

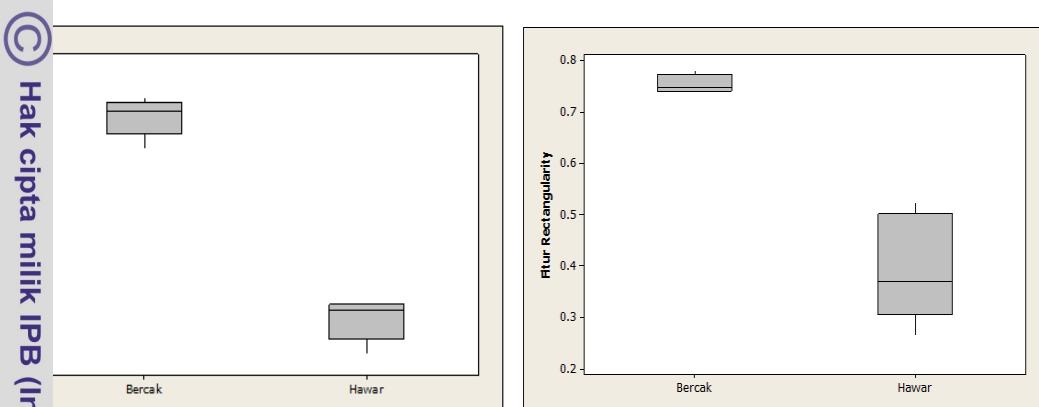
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Tabel 2 Contoh hasil ekstraksi fitur morfologi

| Gambar Gejala | Ekstraksi Fitur Morfologi | | | | | | |
|---------------|---------------------------|---------------|-------------|-----------|----------|------------|--------------|
| | Roundness | Recangularity | Compactness | Convexity | Solidity | Elongation | Eccentricity |
| | 0.506 | 0.738 | 0.733 | 1.203 | 0.918 | 0.157 | 0.537 |
| | 0.456 | 0.781 | 0.747 | 1.280 | 0.951 | 0.142 | 0.514 |
| | 0.523 | 0.744 | 0.734 | 1.185 | 0.933 | 0.010 | 0.142 |
| | 0.516 | 0.765 | 0.824 | 1.263 | 0.952 | 0.016 | 0.180 |
| | 0.539 | 0.748 | 0.787 | 1.208 | 0.952 | 0.058 | 0.337 |
| | 0.172 | 0.369 | 0.169 | 0.497 | 1.049 | 0.626 | 0.927 |
| | 0.204 | 0.480 | 0.198 | 0.636 | 0.910 | 0.778 | 0.975 |
| | 0.208 | 0.523 | 0.149 | 0.731 | 1.069 | 0.688 | 0.950 |
| | 0.197 | 0.348 | 0.188 | 0.444 | 0.910 | 0.628 | 0.928 |
| | 0.127 | 0.265 | 0.174 | 0.341 | 0.893 | 0.546 | 0.891 |

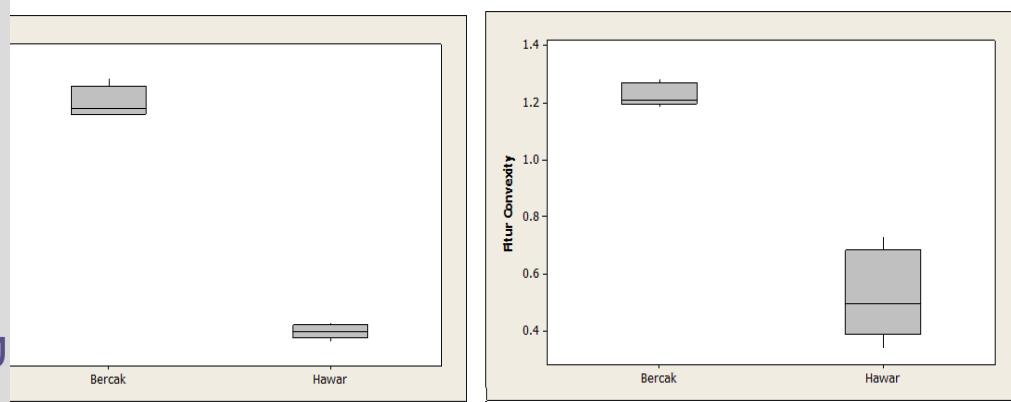
sarkan contoh beberapa citra dari gejala setiap penyakit pada Tabel 2 wa gejala bercak daun memiliki bentuk yang melingkar, lebih solid k jika dibandingkan dengan gejala hawar daun yang ramping tidak beraturan. Gejala-gejala ini juga dapat direpresentasikan dari fitur morfologi, kekompakan bentuk objek dari nilai *compactness*, bentuk objek dari nilai *solidity*, kecembungan bentuk objek dari nilai tingkat kebundaran dan tingkat persegi objek dari nilai *roundness* dan *elongation*, serta perpanjangan dan kerampingan bentuk objek dari nilai *convexity*, serta perpanjangan dan kerampingan bentuk objek dari nilai *concavity*.

Tabel 2 kemudian dibentuk *boxplot* untuk melihat pola data dari setiap fitur logi kedua jenis penyakit. Berdasarkan Gambar 18 dapat diketahui bahwa daun memiliki nilai *roundness* dan *rectangularity* lebih besar dari pada daun. Gambar 18 juga menjelaskan rentang penyebaran kedua jenis kit yang kecil untuk fitur *roundness* sedangkan untuk fitur *rectangularity* daun memiliki rentang penyebaran yang lebih besar dari pada bercak daun. Ringan pola sebaran data fitur *roundness* untuk bercak daun dan hawar daun di kemiringan positif atau memanjang kearah nilai-nilai yang besar. Adapun fitur *rectangularity* kedua jenis penyakit memiliki kemiringan negatif.



Gambar 18 Boxplot fitur (a) *roundness* dan (b) *rectangularity*

Berdasarkan Gambar 19 dapat diketahui bahwa nilai *compactness* dan *convexity* bercak daun lebih besar dari nilai hawar daun. Bercak daun memiliki pola penyebaran yang lebih besar dari hawar daun untuk fitur *compactness*, sedangkan untuk fitur *convexity* hawar daun memiliki rentang penyebaran yang lebih besar. Kemiringan pola sebaran data fitur *compactness* dan *convexity* untuk bercak dan hawar daun adalah kemiringan penyakit memiliki kemiringan negatif.



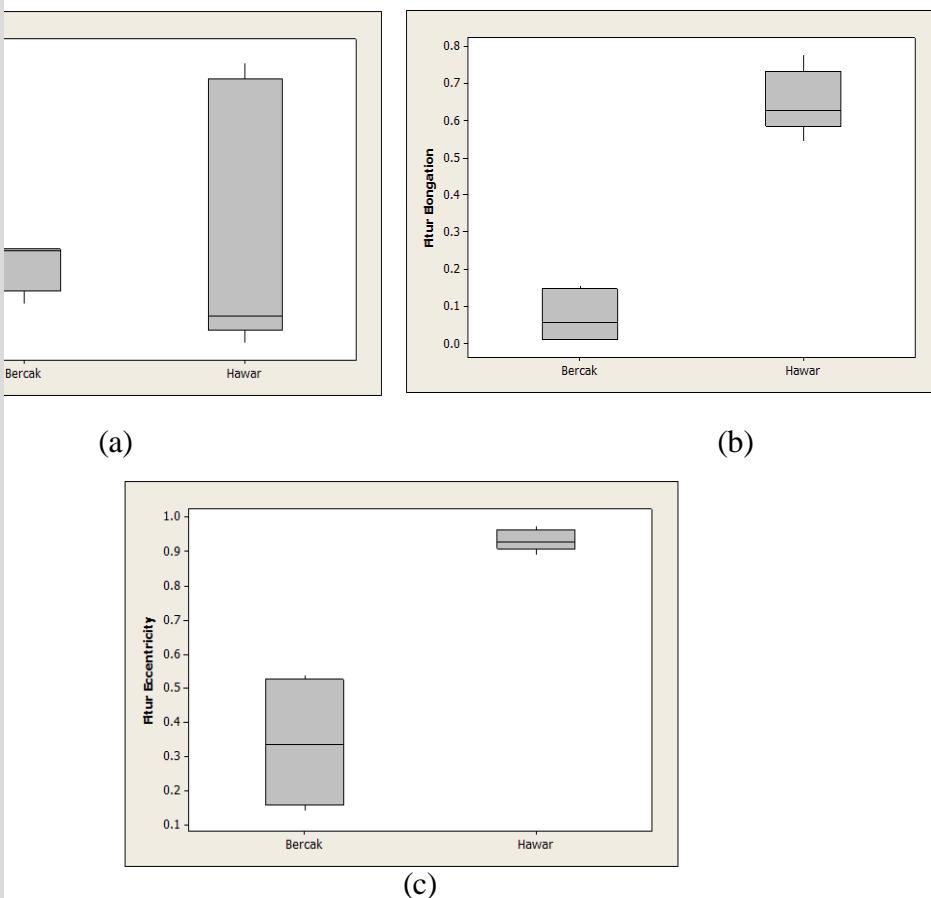
Gambar 19 Boxplot fitur (a) *compactness* dan (b) *convexity*

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.

sarkan Gambar 20(a) dapat diketahui bahwa nilai *solidity* bercak daun lalam nilai hawar daun, terlihat bahwa nilai hawar daun memiliki i yang sangat besar. Jika dilihat dari kemiringan pola sebaran bercak liki kemiringan positif sedangkan hawar daun memiliki kemiringan la Gambar 20(b) untuk fitur *elongation* bercak daun memiliki nilai kecil jika dibandingkan dengan hawar daun. Rentang penyebaran dari n dan hawar daun terlihat sama. Begitu juga dengan kemiringan pola dua jenis penyakit memiliki kemiringan negatif. Jika dilihat fitur pada Gambar 20(c) nilai bercak daun lebih kecil jika dibandingkan war daun. Bercak daun memiliki rentang nilai yang besar dan pola sebaran yang terpusat. Adapun hawar daun memiliki rentang ecil dan kemiringan pola sebaran negatif.



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



Gambar 20 Boxplot fitur (a) *solidity*, (b) *elongation* dan (c) *eccentricity*

Analisis Straksi Fitur Morfologi

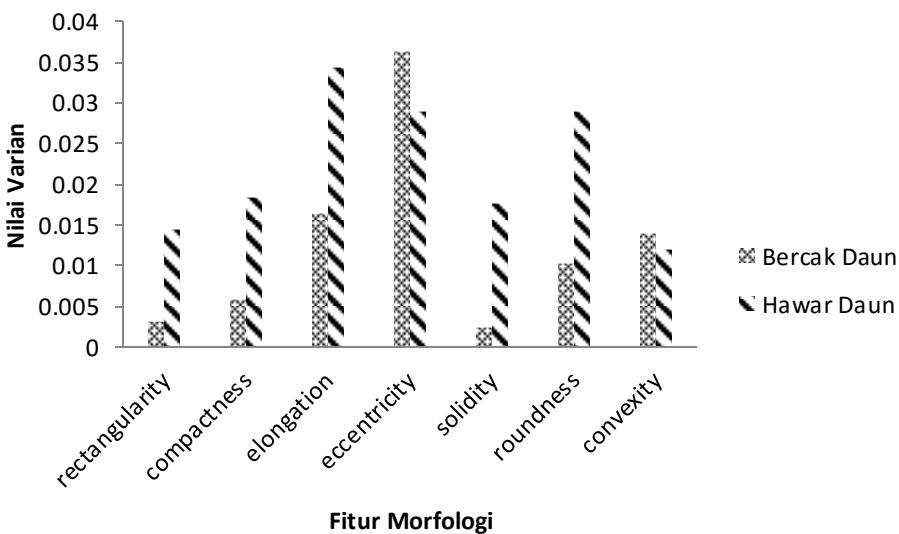
Analisa bentuk merupakan komponen dalam analisis citra bertujuan menelidiki fitur bentuk yang dapat digunakan dalam mengukur bentuk objek. Ada tujuh fitur morfologi yang dipilih dan dianalisis untuk mengukur atribut geometris dasar. Fitur-fitur morfologi tersebut, yaitu

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.

xity, solidity, elongation, roundness, rectangularity, eccentricity, dan actness. Masing-masing digunakan untuk mengukur konveksitas, soliditas, njangan, kebulatan, persegi panjang, elips dan mengukur kekompakan & Fitur morfologi tersebut mampu menggambarkan karakteristik bentuk dari yang sama. Hasil penelitian seperti pada Tabel 2 menunjukkan bahwa sifat bentuk gejala dapat secara kuantitatif dijelaskan oleh fitur bentuk. Jika dilihat dari nilai varian setiap fitur morfologi pada Gambar 21, nilai dari fitur morfologi untuk setiap jenis penyakit berbeda nyata, sehingga diketahui bahwa setiap fitur tersebut mampu menjadi penciri untuk edakan antara penyakit bercak daun dengan penyakit hawar daun.



Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



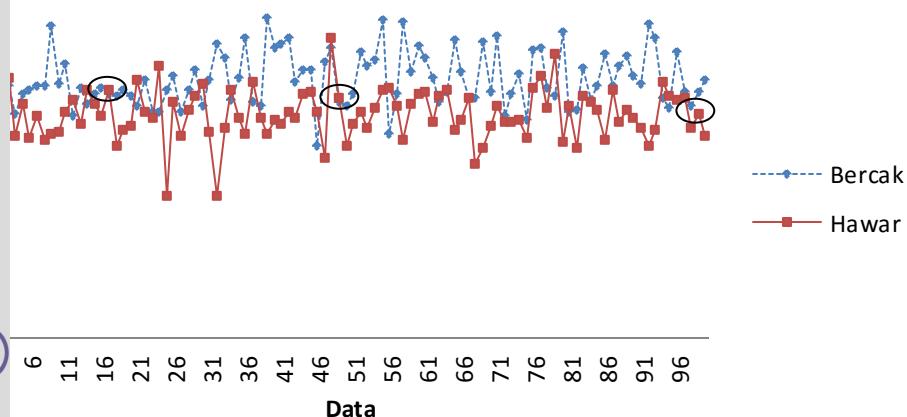
Gambar 21 Grafik varian dari setiap fitur morfologi

Selain dengan melihat nilai varian, analisis juga dilakukan dengan melihat penyebaran data tiap jenis penyakit untuk setiap fitur morfologi. Adapun analisis dari setiap fitur adalah:

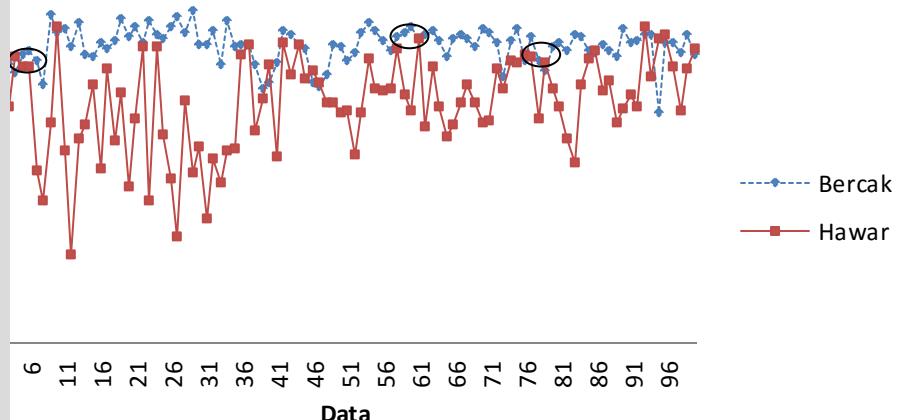
Convexity dan *Solidity*

Convexity dan *solidity* mampu menggambarkan *convex* dari sebuah poligon. *Convexity* mengukur menggunakan rasio *perimeter* untuk menghitung jumlah bahwa objek berbeda dari *convex hull*, sementara *solidity* menggunakan *area* untuk menghitung kepadatan objek.

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.



Gambar 22 Pola penyebaran data berdasarkan fitur *convexity*

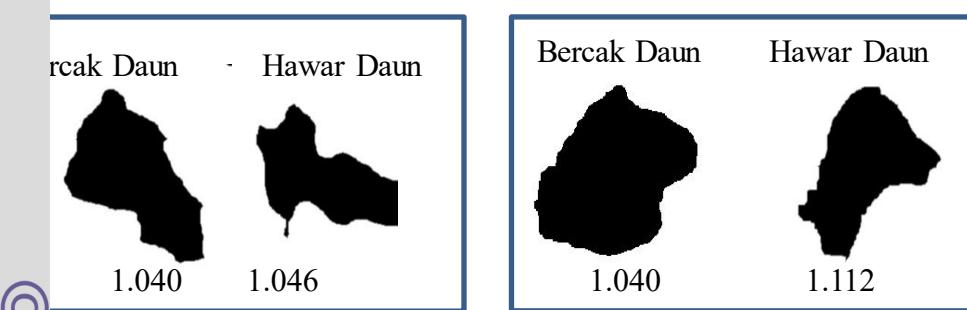


Gambar 23 Pola penyebaran data berdasarkan fitur *solidity*

k gejala bercak daun yang beraturan dan kadang berbentuk seperti membuat bentuk gejala dari bercak daun lebih *convex* dan solid dari gejala dari hawar daun yang tidak beraturan. Hal ini terbukti jika pola penyebaran data pada Gambar 22 untuk fitur *convexity* dan untuk fitur *solidity*, gejala bercak daun memiliki nilai *convexity* dan *solidity* hawar yang sama dengan nilai *convexity* dan *solidity* bercak daun. Gambar 22 juga memperlihatkan banyak data fitur dari hawar daun yang sama dengan data fitur dari bercak daun, dengan kata lain nilai *convexity* untuk kedua gejala sama. Ini menunjukkan bahwa jika fitur *convexity* kedua jenis penyakit sama.

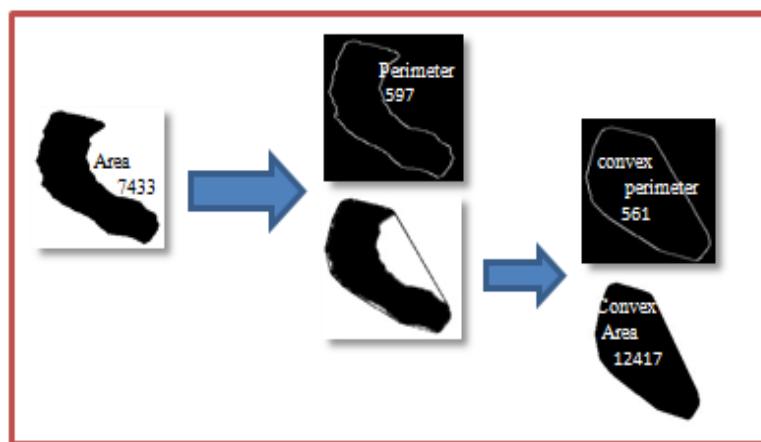
Gambar 24 menunjukkan kesamaan bentuk gejala dan nilai *convexity* antara bercak daun dan hawar daun. Jika dilihat berdasarkan Gambar 24 bentuk gejala tetap lebih ramping dan tidak beraturan jika dibandingkan dengan bercak daun. Keseragaman data antara bercak daun dan hawar dapat dibuktikan berdasarkan nilai varian fitur *convexity* pada Gambar

ng menunjukkan kecilnya perbedaan antara nilai varian dari penyakit hawar dan bercak daun.



Gambar 24 Kesamaan fitur *convexity* bercak daun dan hawar daun

Sebuah poligon yang terlihat seperti *convex* memiliki detail yang rumit, maka *perimeter* bisa menjadi lebih besar dibandingkan dengan *perimeter convex hull* nya. Hal ini terjadi pada gejala hawar daun, yang memiliki nilai *perimeter* lebih besar dari *perimeter convex hull* nya (Gambar 25).



Gambar 25 Pengaruh *convex hull* untuk fitur *convexity* dan *solidity*

Pola penyebaran pada Gambar 23 untuk gejala hawar daun menunjukkan penyebaran yang berbeda antara data ke-7 hingga data ke-36 dengan data 1. Perbedaan pola pada gambar disebabkan karena bentuk gejala yang tidak rata, sehingga *convex hull* yang terbentuk sangat berbeda jauh dari bentuk 1. Hal ini menyebabkan luas *convex* dari gejala lebih besar dari pada luas 1 (Gambar 25). Semakin berbeda bentuk gejala dengan *convex hull* nya maka gejala tersebut tidak solid atau memiliki kepadatan bentuk yang kecil.

Elongation dan *Eccentricity*

Fitur *elongation* mampu menjelaskan bentuk gejala dari hawar daun yang panjang. *Elongation* menggambarkan kerampingan dari sebuah objek. Jika sebuah objek memiliki nilai kerampingan yang tinggi maka bisa dikatakan bahwa

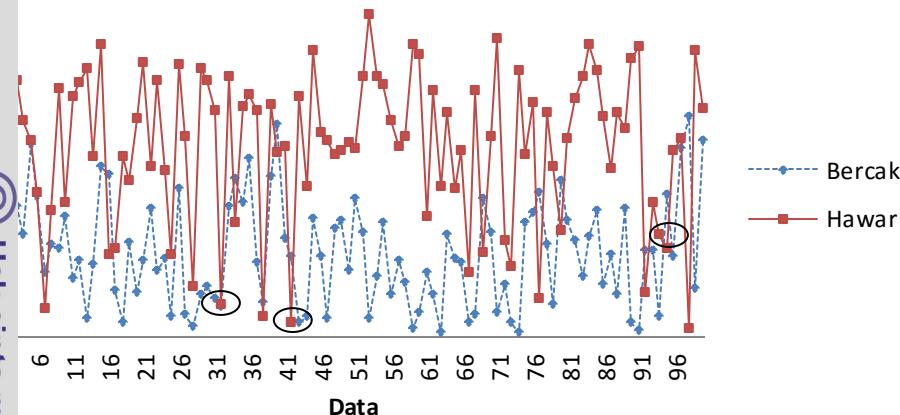
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- 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.

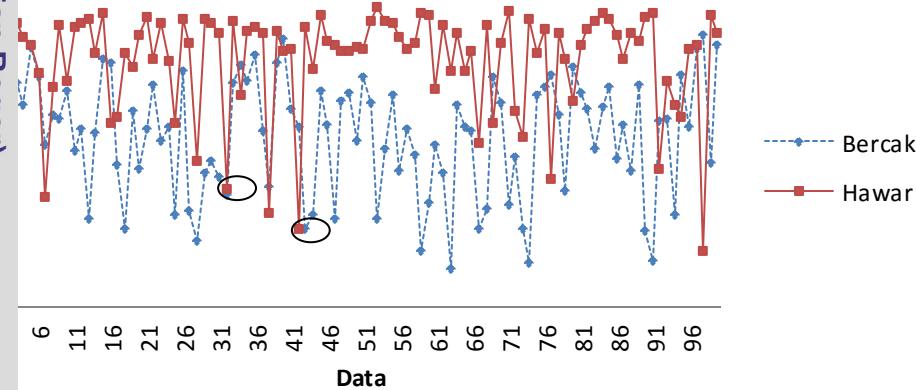
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

but memiliki bentuk yang memanjang. Ini terlihat pada Gambar 26, fitur *elongation* hawar daun lebih besar dari nilai *elongation* pada bercak daun.



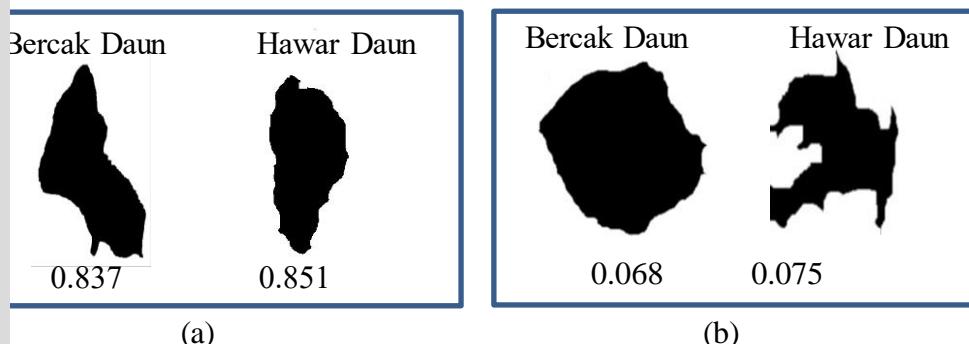
Gambar 26 Pola penyebaran data berdasarkan fitur *elongation*

Dilihat dari fitur *eccentricity* untuk hawar dan bercak daun pada Gambar 27 juga diketahui bahwa gejala penyakit hawar daun memiliki bentuk yang melebar atau melebar dan tidak beraturan. Hal ini diketahui karena nilai perpanjangan hawar daun lebih besar dari rpanjangan bercak daun.



Gambar 27 Pola penyebaran data berdasarkan fitur *eccentricity*

Gambar 26 dan Gambar 27 juga menunjukkan adanya kesamaan data antara bercak daun dan hawar daun. Banyak data hawar daun yang sama dengan data bercak daun. Hal ini sesuai dengan gejala hawar daun yang memiliki bentuk yang melebar atau melebar dan tidak beraturan. Kesamaan data antara bercak daun dengan hawar daun akan menimbulkan gejala dari bercak daun yang menyatu menjadi bercak yang melebar atau memanjang dan terkadang menjadi gejala yang memiliki bentuk yang melebar. Bentuk gejala yang melebar atau melebar dan tidak beraturan merupakan ciri gejala hawar daun.



Gambar 28 Kesamaan gejala bercak daun dan hawar daun berdasarkan (a) fitur *eccentricity* (b) fitur *elongation*

Pada Gambar 28(a), berdasarkan nilai fitur *eccentricity* yang sama untuk kedua penyakit, dapat disimpulkan bahwa kedua gejala memiliki bentuk sama jika digambarkan dengan bentuk elips. Hal ini juga terbukti jika dilihat sarkan bentuk dari gejala yang hampir sama antara hawar daun dan bercak

Adapun Gambar 28(b) terlihat bahwa kedua gejala berbeda secara bentuk memiliki nilai *elongation* yang hampir sama. Seperti yang telah dijelaskan fitur *elongation* merupakan teknik untuk menggambarkan kerampingan objek menggunakan rasio dari *major axis* dan *minor axis*. Walaupun gejala berbeda secara bentuk akan tetapi kedua gejala memiliki panjang (*major axis*) dan lebar (*minor axis*) yang sama, maka kedua gejala akan memiliki *elongation* yang sama. Dengan demikian kedua gejala memiliki kerampingan sama.

Roundness, Rectangularity dan Compactness

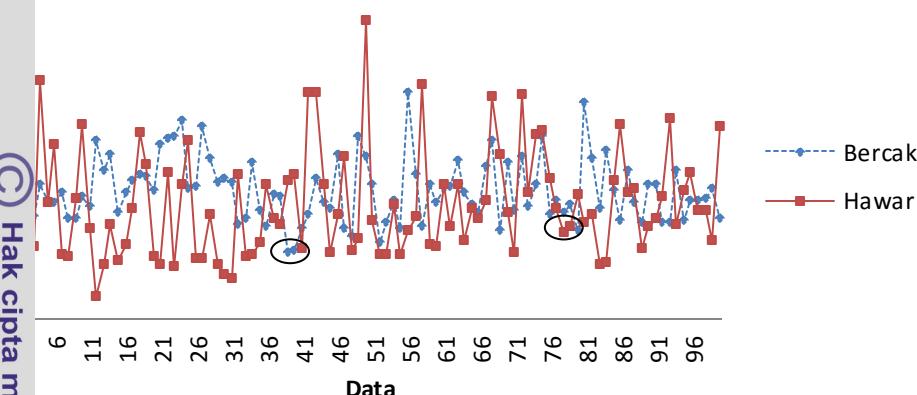
Roundness dan *rectangularity* menunjukkan seberapa baik poligon dapat skan oleh lingkaran dan persegi panjang. Adapun *compactness* mengukur antara objek dengan daerah lingkaran menggunakan *perimeter*, sehingga diperoleh kekompakkan sebuah bentuk objek.

Di lapangan, gejala bercak berbentuk seperti lingkaran dapat dijelaskan oleh *roundness*. Nilai *roundness* yang mendekati 1 menunjukkan bahwa gejala mirip dengan lingkaran. Berdasarkan Gambar 29 diketahui bahwa pola baran data untuk kedua jenis penyakit hampir tidak dapat dipisahkan, pun secara umum terlihat bahwa nilai dari gejala bercak daun berada di atas dari gejala hawar daun.

Perbedaan yang besar dapat dilihat pada data ke-3 hingga data ke-36. sarkan data tersebut diketahui bahwa sebagian besar bentuk gejala bercak yang hampir menyerupai kebentuk lingkaran walaupun ada sebagian data hawar daun yang memiliki nilai fitur yang sama dengan bercak daun. Untuk data lainnya, antara gejala bercak daun dan gejala hawar daun memiliki nilai fitur *roundness* yang sama. Hal ini terjadi karena data yang oleh di lapangan bukanlah data gejala awal dari bercak daun yang seperti ran, melainkan gejala bercak daun yang memiliki bentuk tidak beraturan



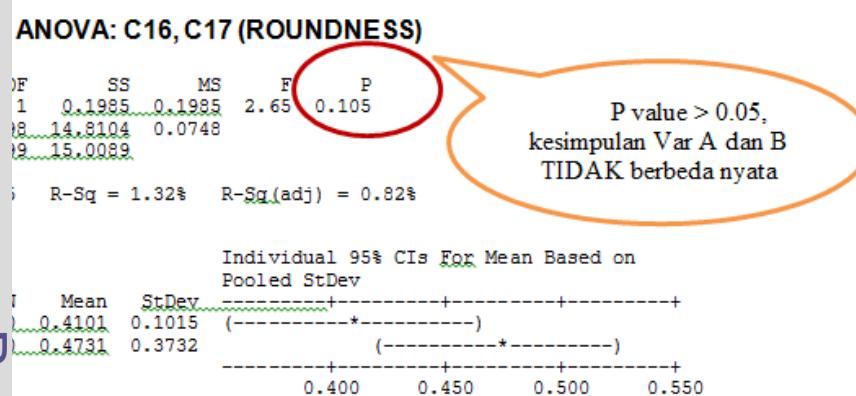
telah menyatu dan melebar. Adapun nilai fitur *roundness* untuk data yang menunjukkan nilai yang lebih besar dari pada bercak daun, gejala hawar daun telah meluas dan membesar membentuk gejala aran.



Gambar 29 Pola penyebaran data berdasarkan fitur *roundness*

lihat dari nilai varian fitur *roundness* pada Gambar 21 yang memiliki yang sangat berbeda jauh antara gejala bercak daun dan gejala hawar menunjukkan bahwa fitur *roundness* ini berbeda nyata, akan tetapi jika pola penyebaran data fitur *roundness* pada Gambar 29 untuk kedua gejala menunjukkan keseragaman data yang sulit dipisahkan. Untuk itu dilakukan uji varian ANOVA.

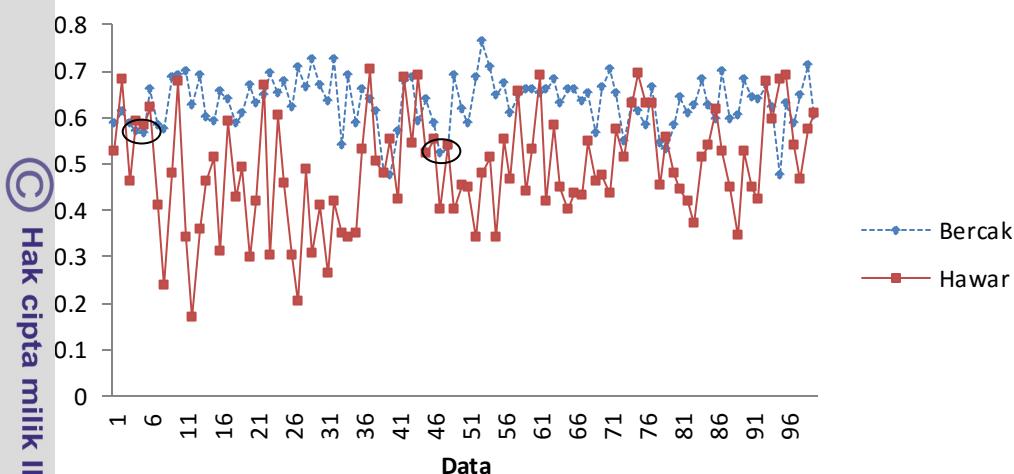
Sarkan nilai uji varian ANOVA pada Gambar 30 diketahui bahwa nilai *roundness* tidak berbeda nyata, artinya tidak dapat digunakan sebagai penciri bedakan kedua jenis penyakit. Nilai varian yang sangat berbeda jauh ($F = 2.65$, $P = 0.105$), karena rentang nilai fitur *roundness* untuk hawar daun sangat besar dibandingkan dengan bercak daun (Gambar 29).



Gambar 30 Hasil uji varian ANOVA untuk fitur *roundness*

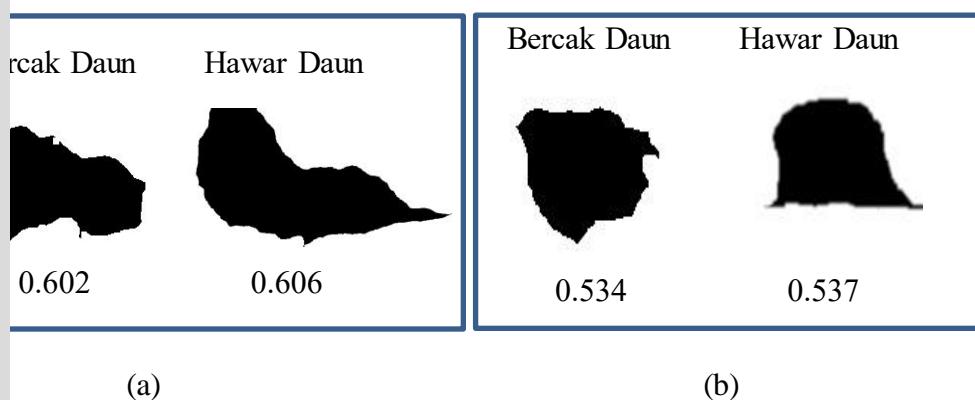
Dari hasil uji varian ANOVA untuk fitur *reccentricity* (Lampiran 2a), *regularity* (Lampiran 2b), fitur *compactness* (Lampiran 2c), fitur

ation (Lampiran 2d), fitur *roundness* (Lampiran 2e) dan fitur *convexity* (Lampiran 2g) menunjukkan nilai P value < 0.05. Nilai ini menyatakan bahwa fitur-fitur morfologi tersebut berbeda nyata, artinya fitur-fitur tersebut dapat digunakan sebagai penciri untuk membedakan penyakit bercak daun dan hawar



Gambar 31 Pola penyebaran data berdasarkan fitur *rectangularity*

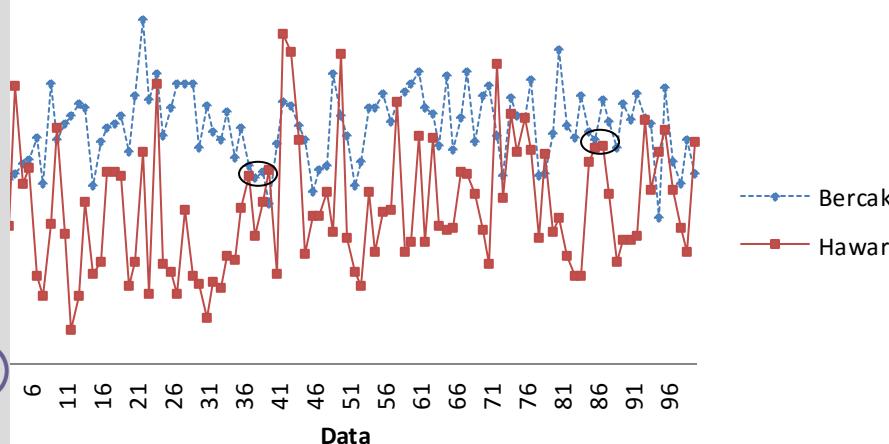
Di lapangan bentuk dari gejala bercak daun menyatu dan membentuk bentuk gejala seperti persegi. Bentuk persegi tersebut dapat direpresentasikan dengan nilai *rectangularity* bercak daun pada Gambar 31 yang lebih besar dari pada hawar daun.



Gambar 32 Kesamaan fitur *rectangularity* bercak daun dan hawar daun

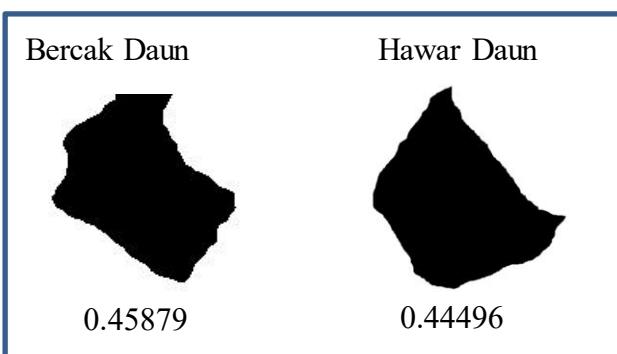
Gambar 32 menunjukkan kesamaan bentuk gejala berdasarkan nilai fitur *rectangularity* dari kedua penyakit daun tersebut. Jika dilihat pada Gambar 32(a) bentuk gejala bercak daun menyatu dan membesar, gejala bercak daun akan menyerupai gejala dari hawar daun. Adapun pada Gambar 32(b) terlihat bahwa bentuk gejala bercak daun di ujung daun memiliki bentuk gejala yang menyerupai dengan gejala hawar daun yang terletak di tengah daun.

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.



Gambar 33 Pola penyebaran data berdasarkan fitur *compactness*

gejala yang bentuknya beraturan seperti bentuk lingkaran dan persegi panjang. Gejala seperti ini lebih *compact* jika dibandingkan dengan gejala yang bentuk tidak beraturan. Maka dapat dikatakan bahwa gejala bercak daun memiliki bentuk gejala yang beraturan akan lebih *compact* bila dibandingkan dengan hawar daun. Representasi dari fitur ini dapat dilihat pada nilai *compactness* bercak daun lebih besar pada nilai hawar daun.



Gambar 34 Kesamaan nilai fitur *compactness* bercak daun dan hawar daun

Sarkan Gambar 34, terlihat bahwa gejala hawar daun yang menyerupai gejala bercak daun, sehingga kedua gejala memiliki nilai *compactness* yang sama. Gejala daun seperti ini terjadi saat gejala hawar daun terletak pada ujung daun hanya berdasarkan bentuk gejala dan tidak dilihat berdasarkan lokasi gejala. Kedua gejala penyakit daun ini akan sulit dibedakan.

Pada keseluruhan, berdasarkan rentang nilai varian yang kecil dan pola data yang acak atau tidak seragam, menyebabkan banyak data antara penyakit yang sama sehingga sulit dipisahkan. Oleh sebab itu, untuk mendekripsi fitur morfologi diperlukan fitur tambahan lain. Ekstraksi fitur ciri morfologi sangat bergantung kepada bentuk atau tekstur dari gejala di lapangan yang berbentuk bulat seperti lingkaran,

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

arnya memiliki bentuk yang kompleks. Selain bentuk gejala, pola baran penyakit pada daun merupakan gejala yang dapat membedakan kit hawar daun dan bercak daun. Dengan menggunakan fungsi kontur, nilai setiap bentuk gejala dapat dihitung tanpa perlu melakukan pemotongan (cropping) citra. Maka akan dapat diketahui juga pola penyebaran dari kedua kit.

Klasifikasi dan Model SVM

Proses pelatihan dengan menggunakan *5-fold cross validation* bertujuan membangun model klasifikasi. Pelatihan pada proses identifikasi penyakit menggunakan SVM dengan fungsi *Kernel Gaussian RBF*. Model klasifikasi diperoleh dengan *5-fold cross validation* digunakan untuk menentukan hasil kasi akhir dengan menghitung akurasi dengan menggunakan *confusion matrix* seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pelatihan *5-fold cross validation*

| | | Prediksi | | | | | | | | | |
|---|--------|----------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | | Fold 1 | Fold 2 | Fold 3 | Fold 4 | Fold 5 | | | | | |
| | | Bercak | Hawar | Bercak | Hawar | Bercak | Hawar | Bercak | Hawar | Bercak | Hawar |
| 1 | Bercak | 16 | 0 | 15 | 1 | 16 | 0 | 16 | 0 | 12 | 4 |
| | Hawar | 1 | 15 | 3 | 13 | 5 | 11 | 1 | 15 | 5 | 11 |

Berdasarkan Tabel 4 diketahui akurasi terbesar diperoleh dari hasil *fold 1*, dan *fold 4* yaitu sebesar 96.87%, diikuti dengan *fold 6* sebesar 96.87%, *fold 3* sebesar 84.37 %, dan *fold 5* sebesar 71.87 %. Akan tetapi untuk hindari terjadinya *overfitting*, maka dihitung rata-rata dari model *5-fold cross validation*. Hasil rata-rata dibandingkan dengan semua model *5-fold cross validation* tersebut. Diperoleh nilai dari *fold 2* yang sama dengan nilai rata-rata. dipilih *fold 2* sebagai model SVM.

Tabel 4 Akurasi identifikasi penyakit daun jabon

| Fold | Akurasi (%) |
|-----------|-------------|
| 1 | 96.87 |
| 2 | 87.50 |
| 3 | 84.37 |
| 4 | 96.87 |
| 5 | 71.87 |
| Rata-Rata | 87.50 |

baan dilakukan dengan mengklasifikasi 40 data uji yang diperoleh dari data latih dan data uji sebesar 80% dan 20%. Total citra yang diolah 200 citra (Lampiran 1), dengan jumlah citra data latih dan data uji sebanyak 160 citra dan 40 citra.

Tabel 5 Hasil *confusion matrix* klasifikasi penyakit daun jabon

| | | Kelas Prediksi | | Total |
|---|-------------|----------------|------------|-------|
| | | Bercak Daun | Hawar Daun | |
| a | Bercak Daun | 19 | 1 | 20 |
| | Hawar Daun | 4 | 16 | 20 |

Sarkan Tabel 5 diketahui bahwa metode SVM cukup baik untuk klasifikasi dua penyakit daun jabon. Ini terlihat dari kecilnya kesalahan untuk penyakit bercak daun dari 20 total data uji hanya 1 data yang tidak diklasifikasikan secara benar. Adapun untuk penyakit hawar daun, 1 data uji ada 4 data yang tidak mampu diklasifikasikan secara benar. Klasifikasi ini dikarenakan bentuk gejala dari hawar daun yang memiliki gejala yang tidak beraturan, sehingga bisa memiliki bentuk gejala dengan bercak daun.

Analisis Kinerja SVM

Analisis dari kinerja SVM, berdasarkan dari hasil klasifikasi data uji bahwa model SVM mampu mengidentifikasi kedua jenis penyakit pada

Walaupun varian dari fitur morfologi tidak terlalu berbeda namun klasifikasi yang dihasilkan sangat kecil. Akurasi saat pelatihan bahwa kinerja SVM dengan menggunakan *kernel RBF* cukup baik, menghasilkan *hyperplan* maksimum yang bisa memisahkan dua kelas yaitu penyakit hawar daun dan bercak daun.



Rectangularity: 0.298
Compactness: 0.225
Elongation: 0.526
Eccentricity: 0.881
Solidity: 0.921
Roundness: 0.199
Convicity: 0.432



Rectangularity: 0.781
Compactness: 0.747
Elongation: 0.142
Eccentricity: 0.514
Solidity: 0.951
Roundness: 0.456
Convicity: 1.280

(a)

(b)

Pada Gambar 35 Hasil klasifikasi ke kelas yang benar (a) Hawar daun (b) Bercak daun

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.

Jika dilihat berdasarkan dari bentuk gejala pada Gambar 35(a) diketahui penyakit hawar daun memiliki bentuk gejala yang ramping dan memanjang. Itu ini mampu direpresentasikan dari nilai-nilai fitur bentuk yang digunakan seperti nilai fitur *eccentricity* dan *elongation* dari hawar daun yang besar. Sama pada saat proses identifikasi dengan metode SVM, gejala hawar daun benar diklasifikasikan ke kelas hawar daun. Adapun pada Gambar 35(b) bentuk gejala yang lebih mendekati ke bentuk lingkaran. Bentuk ini tidak direpresentasikan dari nilai-nilai fitur bentuk yang digunakan seperti nilai *roundness*, *rectangularity*, *compactness*, *solidity* dan *convexity* dari bercak yang besar. Gejala seperti ini adalah gejala dari penyakit bercak daun. Fitur morfologi tersebut mampu merepresentasikan gejala, sehingga metode SVM digunakan sebagai metode klasifikasi mampu mengidentifikasi dengan benar bahwa gejala tersebut adalah gejala dari penyakit bercak daun.

Selain dilihat dari kinerja metode klasifikasi SVM, keberhasilan identifikasi juga dipengaruhi oleh fitur-fitur yang digunakan sebagai input pada metode klasifikasi tersebut. Rendahnya hasil akurasi yang terjadi karena rentang data dari fitur morfologi yang seragam antara kedua penyakit membuat data sulit dipisahkan. Perlu adanya penambahan fitur lain seperti warna dan tekstur. Hal ini juga sesuai dengan gejala dari kedua jenis penyakit. Selain bentuk, warna gejala nekrosis (kuning, coklat hingga hitam) dan penyebaran juga bisa digunakan untuk membedakan kedua jenis penyakit.



Rectangularity: 0.566
Compactness: 0.426
Elongation: 0.464
Eccentricity: 0.844
Solidity: 0.795
Roundness: 0.379
Convexity: 1.059



Rectangularity: 0.526
Compactness: 0.464
Elongation: 0.405
Eccentricity: 0.803
Solidity: 0.695
Roundness: 0.401
Convexity: 1.075

Gambar 36 Kesalahan klasifikasi penyakit bercak daun yang diidentifikasi sebagai penyakit hawar daun

Pada Gambar 36 diketahui kesalahan klasifikasi dikarenakan 5 fitur memiliki nilai yang sama. Nilai *rectangularity*, *compactness*, *elongation*, *eccentricity* dan *convexity* dari bercak daun berada pada rentang nilai fitur daun. Fitur *roundness* bercak daun yang lebih kecil dari fitur *roundness* daun juga menunjukkan bahwa gejala bercak daun tidak seperti lingkaran. Hal ini karena gejala bercak daun di lapangan telah menyatu dan membesar, yang menyerupai gejala dari hawar daun. Hanya fitur *solidity* yang menunjukkan bahwa gejala bercak daun lebih solid dari pada hawar daun.

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.

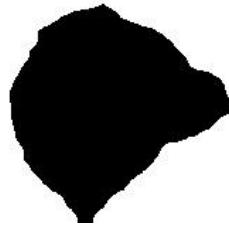


Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Rectangularity: 0.680
Compactness: 0.444
Elongation: 0.214
Eccentricity: 0.618
Solidity: 0.843
Roundness: 0.407
Convexity: 1.044

Rectangularity: 0.669
Compactness: 0.451
Elongation: 0.104
Eccentricity: 0.445
Solidity: 0.847
Roundness: 0.409
Convexity: 1.050



7 Kesalahan klasifikasi penyakit hawar daun yang diidentifikasi ke penyakit bercak daun



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.

Evaluasi

klasifikasi penyakit daun jabon kemudian dievaluasi dengan nilai akurasinya, dengan membagi jumlah data uji setiap kelas yang ikian secara benar dengan total data uji. Berdasarkan hasil klasifikasi an *confusion matrix* pada Tabel 5 diperoleh nilai akurasi untuk tiap un jabon seperti yang terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Akurasi identifikasi penyakit daun jabon

| Kelas Penyakit Daun Jabon | Akurasi (%) |
|---------------------------|-------------|
| Bercak Daun | 95.00 |
| Hawar Daun | 80.00 |
| Rata-rata | 87.50 |

Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil rata-rata hasil akurasi untuk identifikasi kit jabon sebesar 87.50 %. Hasil akurasi ini dikatakan baik mengingat fitur-fitur morfologi yang digunakan sebagai penciri memiliki ketergaman data antara kedua jenis penyakit, sehingga perbedaan antar kelas dan untuk setiap jenis penyakit memiliki rentang nilai yang terlalu besar, meskipun data tidak seragam. Selain bentuk gejala, warna dan lokasi atau pola batasan merupakan gejala yang membedakan penyakit berakar daun dan hawar.

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai akurasi adalah dengan melakukan penambahan fitur lain seperti fitur warna dan lokasi atau batasan.

Implementasi dilakukan dengan membuat aplikasi untuk mengidentifikasi penyakit daun jabon (Lampiran 3). Aplikasi terdiri dari beberapa tampilan halaman seperti halaman utama (Lampiran 3a), halaman *about* (Lampiran 3b), halaman ekstraksi fitur (Lampiran 3c), halaman diagnosa (Lampiran 3d), halaman kontak (Lampiran 3e) dan halaman *contact* (Lampiran 3f). Proses identifikasi penyakit dimulai dengan mengupload citra daun bergejala, kemudian akan proses ekstraksi fitur morfologi dari bentuk gejala. Proses yang akan selanjutnya adalah proses diagnosa penyakit dengan mengidentifikasi penyakit berdasarkan citra daun jabon yang bergejala.



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.



5 SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

sarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, fitur morfologi, *elongation* dan *solidity* mampu dengan baik merepresentasikan bentuk gejala secara umum yang terlihat. Fitur *rectangularity*, *s* dan *convexity* untuk kedua penyakit menunjukkan kemiripan. Hal ini menunjukkan bahwa gejala dari kedua penyakit yang memiliki bentuk yang beragam, berupa lingkaran hingga tidak beraturan. Bentuk-bentuk gejala dapat terjadi pada penyakit yang sama. Adapun untuk fitur *roundness* pada penelitian ini tidak dapat dijadikan ciri yang baik untuk membedakan penyakit hawar daun dan bercak daun. Bentuk-bentuk gejala bercak daun di lapangan telah menyatu dan melebar menyerupai bentuk hawar daun. Metode klasifikasi SVM yang digunakan mampu dengan akurasi 87.5 % mengklasifikasikan jenis penyakit daun jabon dengan akurasi 87.5 %. Dapat dikatakan bahwa akurasi yang diperoleh kinerja dari metode SVM cukup baik untuk mengklasifikasikan jenis penyakit bercak daun dan hawar daun berdasarkan bentuk gejala awal.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, bentuk dari gejala, lokasi atau penyebaran gejala juga menjadi hal penting dalam membedakan antara penyakit bercak daun dan hawar daun. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya bisa mengekstraksi fitur tanpa melakukan pemotongan (crop) citra yang bergejala untuk mengetahui bentuk gejala dan lokasi dari kedua penyakit tersebut.



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.



DAFTAR PUSTAKA

- AR. 2014. *Klasifikasi dan Patogenisitas Cendawan Penyebab Primer Penyakit Mati Pucuk pada Bibit Jabon (Anthocephalus Cadamba (Roxb.) Miq)* [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- ; GN. 2005. *Plant Pathology* 5th ed. New York (US): Elsevier Academic Pr.
- reini I. 2009. *Colletotrichum Sp. Penyebab Penyakit BercaK Daun Pada Beberapa Bibit Tanaman Hutan Di Persemaian. Pusat Litbang Hutan Tanaman.*
- raeni I, Lelana NE. 2011 Penyakit Karat Tumor Pada Sengon. *Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Jakarta*.
- idin. 1989. *Bahan Ajar Analisis Data*. Bogor (ID): Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Ilmu Hidayat Institut Pertanian Bogor.
- r W and Burge MJ. 2009. *Principles of Digital Image Processing-Core Algorithm*. London (UK): Springer.
- r W, Burge MJ. 2013. *Principles of Digital Image Processing: Advanced Methods*. London (UK): Springer.
- er A, Linnemann U, Sagawe A, Hofmann M, Ullrich B, Kleber A. 2013. Morphology of zircon crstal grains in sediments- characteristics, classifications, definitions. *Journal of central European Geology*. 59:65-7
- vat S.N, Arora P. 2014. Dection and Classification of Plant Leaf Diseases Using Image processing Techniques: A Review. *International Journal of Recent Advances in Engineering & Technology (IJRAET)*. 2.
- alez. RC, Woods RE. 1992. *Digital Image Processing*. New Jersey (US): Addison-Wesley Publising Company.
- vane JE, Hanif N, Kinho J. 2011. Prospek Pengembangan Jabon Merah *Anthocephalus Macrophyllus* (Roxb.) Havil Solusi Kebutuhan Kayu Masa Depan. *Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Manado*.
- , Kamber M, Pei J. 2012. *Data Mining: Concepts and Techniques*. 3th ed. New York (US): Morgan Kaufman Elsevier Academic Pr.
- ana EN, Achmad, Putra A. 2012. Pengaruh pupuk organik cair terhadap pertumbuhan bibit Jabon (*Anthocephalus cadamba miq.*) dan ketahanannya terhadap penyakit. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 03(03):168-173.
- CW, Chang CC, Lin CJ. 2003. *A Practical Guide to Support Vector Classification*. Department of Computer Science and Information Engineering (TW): National Taiwan University.
- nda R, Indriyanto, Riniarti M. 2014. Respon Pertumbuhan Bibit Jabon (*Anthocephalus Cadamba*) dengan Respon Pertumbuhan Bibit Jabon Pemberian Kompos Kotoran Sapi Pada Media Penyapihan. *Jurnal Sylva Lestari*. 2(3) : 29-38.
- L, Caocci G, Di Ruberto C. 2014. Leucocyte classification for leukaemia detection using image processing techniques. [internet]. Tersedia pada: <http://lib.gen.in/ocean/a966dd573bfa97ac700175cd8c5835a/putzu2014.pdf> DOI: 10.1016/j.artmed.2014.09.002.



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.



- [1], Tanawal B, Shah V. 2013. Image Processing Techniques for
tion of Leaf Disease. *International Journal of Advanced Research in
puter Science and Software Engineering*. 3.
- [2] shirsagar RV. 2014. SVM-based Classifier System for Recognition of
n Leaf Diseases. *International Journal of Emerging Technologies in
Computational and Applied Sciences (IJETCAS)*.
- [3] Saad Zaghloul KS. 2006. Support Vector Machine Vs an Optimized
1 Network for Diagnosing Plant Diseases. *ICENCO*.
- [4] 2007. *Data Mining: Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*.
ikarta (ID): Graha Ilmu
- [5] Gupta I, Gupta S .2010. SVM-BDT PNN and Fourier Moment
ique for Classification of Leaf Shape. *International Journal of Signal
ssing, Image Processing and Pattern Recognition*. 3(4).
- [6] 05. *Metode Statistika*. Bandung (ID): Tarsito
- [7] 2004. *Analisis Multivariat: Arti dan Interpretasi*. Jakarta (ID): Renika
- [8] einbach M, Kumar V. 2005. *Introduction to data mining*. New York
Addison Wesley
- [9] SM, Harjono, Surya ZA. (2013). Infeksi Awal Jamur Uromycladium
cianum pada Daun Falcataria moluccana dan Acacia mangium di
atorium. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*.
- [10] 012. Analisis Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jabon (Anthonothallus
nba). *Jurnal Perennial*. 8(1): 19-24.
- [11] E, Myers RH.1986. *Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan
n*. Bandung (ID): ITB
- [12] Kpalma K, Ronsin J. 2008. A Survey of Shape Feature Extraction
iques. *Pattern Recognition, IN-TECH*
- [13] 02. *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit yang
abkan oleh Jamur*. Medan (ID): USU Digital Library
- [14] hang ZA. 2004. Robust Color Object Analysis Approach to Efficient
eval. *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*. 6 : 871-885
- [15] Raicu D, Furst J, Armato SG.2009. Predicting Radiological Panel
s Using a Panel of Mechine Learning Classifiers. *Algorithms*. 2: 1473-

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.

iran 1 Ekstraksi ciri penyakit daun jabon

| | Compactness | Elongation | Eccentricity | Solidity | Roundness | Convexity | Data Bercak Daun | Rectangularity | Convexeness | Elongation | Solidity | Roundness | Convexity |
|--|-------------|------------|--------------|----------|-----------|-----------|------------------|----------------|-------------|------------|----------|-----------|-----------|
| | 0.344 | 0.579 | 0.907 | 0.789 | 0.448 | 0.876 | | 0.585 | 0.459 | 0.140 | 0.511 | 0.762 | 0.438 |
| | 0.445 | 0.215 | 0.619 | 0.844 | 0.408 | 1.045 | | 0.613 | 0.452 | 0.099 | 0.434 | 0.779 | 0.355 |
| | 0.997 | 0.044 | 0.292 | 0.788 | 2.084 | 0.692 | | 0.588 | 0.392 | 0.314 | 0.728 | 0.769 | 0.326 |
| | 0.594 | 0.519 | 0.877 | 0.789 | 0.765 | 0.882 | | 0.568 | 0.408 | 0.243 | 0.653 | 0.747 | 0.429 |
| | 0.384 | 0.471 | 0.848 | 0.762 | 0.371 | 1.018 | | 0.566 | 0.426 | 0.464 | 0.844 | 0.795 | 0.379 |
| | 0.417 | 0.347 | 0.757 | 0.764 | 0.556 | 0.866 | | 0.660 | 0.435 | 0.336 | 0.748 | 0.808 | 0.371 |
| | 0.187 | 0.066 | 0.358 | 0.473 | 0.201 | 0.964 | | 0.582 | 0.483 | 0.151 | 0.528 | 0.781 | 0.401 |
| | 0.148 | 0.300 | 0.714 | 0.393 | 0.199 | 0.862 | | 0.575 | 0.383 | 0.219 | 0.625 | 0.715 | 0.320 |
| | 0.300 | 0.598 | 0.915 | 0.609 | 0.381 | 0.887 | | 0.687 | 0.598 | 0.209 | 0.612 | 0.909 | 0.322 |
| | 0.503 | 0.322 | 0.735 | 0.873 | 0.624 | 0.898 | | 0.691 | 0.477 | 0.287 | 0.701 | 0.860 | 0.388 |
| | 0.279 | 0.579 | 0.907 | 0.533 | 0.288 | 0.985 | | 0.699 | 0.514 | 0.139 | 0.508 | 0.867 | 0.360 |
| | 0.072 | 0.611 | 0.921 | 0.244 | 0.068 | 1.034 | | 0.626 | 0.529 | 0.183 | 0.577 | 0.817 | 0.568 |
| | 0.148 | 0.643 | 0.934 | 0.564 | 0.170 | 0.933 | | 0.688 | 0.556 | 0.041 | 0.284 | 0.884 | 0.472 |
| | 0.347 | 0.431 | 0.822 | 0.605 | 0.299 | 1.077 | | 0.599 | 0.547 | 0.174 | 0.564 | 0.799 | 0.525 |
| | 1.706 | 0.515 | 0.875 | 0.889 | 1.561 | 1.046 | | 0.591 | 0.382 | 0.409 | 0.807 | 0.790 | 0.338 |
| | 0.220 | 0.197 | 0.596 | 0.482 | 0.234 | 0.970 | | 0.655 | 0.476 | 0.389 | 0.792 | 0.832 | 0.405 |
| | 0.410 | 0.212 | 0.615 | 0.760 | 0.354 | 1.075 | | 0.638 | 0.502 | 0.111 | 0.458 | 0.811 | 0.443 |
| | 0.412 | 0.431 | 0.822 | 0.561 | 0.596 | 0.832 | | 0.587 | 0.513 | 0.032 | 0.250 | 0.835 | 0.460 |
| | 0.400 | 0.376 | 0.781 | 0.693 | 0.491 | 0.903 | | 0.606 | 0.529 | 0.227 | 0.634 | 0.896 | 0.452 |
| | 0.169 | 0.526 | 0.881 | 0.432 | 0.199 | 0.921 | | 0.670 | 0.451 | 0.105 | 0.446 | 0.847 | 0.409 |
| | 0.217 | 0.658 | 0.940 | 0.619 | 0.173 | 1.121 | | 0.627 | 0.572 | 0.181 | 0.574 | 0.872 | 0.559 |
| | 0.454 | 0.408 | 0.806 | 0.819 | 0.469 | 0.984 | | 0.647 | 0.732 | 0.309 | 0.723 | 0.830 | 0.578 |
| | 0.149 | 0.614 | 0.923 | 0.391 | 0.163 | 0.954 | | 0.695 | 0.563 | 0.158 | 0.539 | 0.891 | 0.581 |
| | 0.597 | 0.402 | 0.801 | 0.821 | 0.428 | 1.181 | | 0.652 | 0.619 | 0.189 | 0.585 | 0.851 | 0.635 |
| | 0.216 | 0.198 | 0.597 | 0.576 | 0.572 | 0.614 | | 0.678 | 0.488 | 0.045 | 0.295 | 0.842 | 0.417 |

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

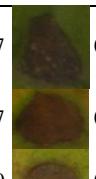
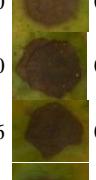
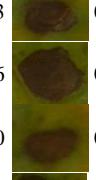
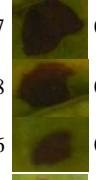
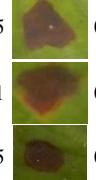
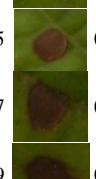
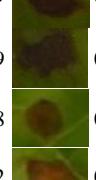
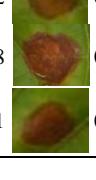
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

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

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



| | Compactness | Elongation | Eccentricity | Solidity | Roundness | Convicity | Bercak Daun | Rectangularity | Compaction | Elongation | Eccentricity | Solidity | Roundness | Convicity |
|--|-------------|------------|--------------|----------|-----------|-----------|---|----------------|------------|------------|--------------|----------|-----------|-----------|
| | 0.198 | 0.653 | 0.938 | 0.456 | 0.188 | 1.027 |  | 0.620 | 0.544 | 0.358 | 0.766 | 0.877 | 0.421 | 1.137 |
| | 0.149 | 0.483 | 0.856 | 0.292 | 0.194 | 0.877 |  | 0.707 | 0.597 | 0.049 | 0.311 | 0.904 | 0.616 | 0.984 |
| | 0.327 | 0.118 | 0.472 | 0.668 | 0.334 | 0.990 |  | 0.664 | 0.595 | 0.023 | 0.214 | 0.856 | 0.513 | 1.077 |
| | 0.188 | 0.647 | 0.936 | 0.469 | 0.171 | 1.050 |  | 0.722 | 0.598 | 0.097 | 0.430 | 0.917 | 0.438 | 1.169 |
| | 0.174 | 0.617 | 0.924 | 0.542 | 0.142 | 1.106 |  | 0.667 | 0.461 | 0.120 | 0.474 | 0.826 | 0.450 | 1.011 |
| | 0.101 | 0.546 | 0.891 | 0.341 | 0.127 | 0.893 |  | 0.635 | 0.549 | 0.092 | 0.418 | 0.827 | 0.437 | 1.121 |
| | 0.175 | 0.076 | 0.382 | 0.508 | 0.461 | 0.616 |  | 0.724 | 0.495 | 0.069 | 0.364 | 0.865 | 0.301 | 1.282 |
| | 0.163 | 0.628 | 0.928 | 0.444 | 0.197 | 0.910 |  | 0.538 | 0.478 | 0.311 | 0.725 | 0.771 | 0.320 | 1.222 |
| | 0.234 | 0.275 | 0.689 | 0.530 | 0.201 | 1.079 |  | 0.687 | 0.536 | 0.381 | 0.785 | 0.888 | 0.503 | 1.032 |
| | 0.225 | 0.554 | 0.895 | 0.538 | 0.245 | 0.958 |  | 0.587 | 0.438 | 0.321 | 0.734 | 0.817 | 0.344 | 1.129 |
| | 0.333 | 0.581 | 0.908 | 0.795 | 0.427 | 0.884 |  | 0.660 | 0.503 | 0.427 | 0.820 | 0.827 | 0.293 | 1.309 |
| | 0.400 | 0.543 | 0.889 | 0.824 | 0.320 | 1.117 | | 0.638 | 0.421 | 0.178 | 0.569 | 0.826 | 0.397 | 1.030 |
| | 0.274 | 0.047 | 0.304 | 0.589 | 0.298 | 0.958 | | 0.612 | 0.398 | 0.078 | 0.388 | 0.770 | 0.389 | 1.012 |
| | 0.347 | 0.559 | 0.898 | 0.673 | 0.442 | 0.886 | | 0.478 | 0.412 | 0.386 | 0.789 | 0.702 | 0.212 | 1.395 |
| | 0.413 | 0.442 | 0.830 | 0.768 | 0.463 | 0.945 | | 0.475 | 0.341 | 0.509 | 0.871 | 0.717 | 0.214 | 1.260 |
| | 0.656 | 0.302 | 0.716 | 0.763 | 1.196 | 0.741 | | 0.569 | 0.471 | 0.235 | 0.644 | 0.772 | 0.287 | 1.280 |
| | 0.702 | 0.033 | 0.254 | 0.828 | 0.724 | 0.985 | | 0.675 | 0.560 | 0.189 | 0.586 | 0.861 | 0.330 | 1.303 |
| | 0.664 | 0.577 | 0.906 | 0.740 | 0.728 | 0.955 | | 0.685 | 0.551 | 0.032 | 0.251 | 0.852 | 0.447 | 1.111 |
| | 0.480 | 0.362 | 0.770 | 0.824 | 0.429 | 1.057 | | 0.590 | 0.506 | 0.045 | 0.298 | 0.826 | 0.373 | 1.165 |
| | 0.237 | 0.688 | 0.950 | 0.731 | 0.208 | 1.069 | | 0.639 | 0.478 | 0.284 | 0.698 | 0.813 | 0.352 | 1.165 |
| | 0.318 | 0.492 | 0.862 | 0.752 | 0.331 | 0.979 | | 0.585 | 0.367 | 0.191 | 0.588 | 0.718 | 0.528 | 0.833 |
| | 0.316 | 0.474 | 0.850 | 0.722 | 0.522 | 0.778 | | 0.522 | 0.416 | 0.042 | 0.286 | 0.710 | 0.288 | 1.202 |
| | 0.367 | 0.439 | 0.828 | 0.664 | 0.217 | 1.302 | | 0.534 | 0.424 | 0.258 | 0.671 | 0.740 | 0.264 | 1.266 |
| | 0.281 | 0.445 | 0.832 | 0.666 | 0.256 | 1.048 | | 0.689 | 0.620 | 0.279 | 0.692 | 0.825 | 0.584 | 1.031 |
| | 0.661 | 0.467 | 0.846 | 0.634 | 0.956 | 0.831 | | 0.617 | 0.529 | 0.157 | 0.537 | 0.820 | 0.518 | 1.011 |

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 memperanyak 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 mengumumkan dan memperanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

| Convictity | Roundness | Solidity | Eccentricity | Compactness | Elongation | Convictity | Roundness | Solidity | Eccentricity | Compactness | Elongation | Convictity | Roundness | Solidity | Eccentricity | Compactness | Elongation | Convictity | Roundness | Convictity | |
|-----------------|-----------|----------|--------------|-------------|------------|------------|-----------|----------|--------------|-------------|------------|------------|-----------|----------|--------------|-------------|------------|------------|-----------|------------|--|
| Data Daun Berak | 0.584 | 0.488 | 0.332 | 0.744 | 0.783 | 0.430 | 1.064 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.686 | 0.382 | 0.251 | 0.663 | 0.805 | 0.245 | 1.249 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.762 | 0.431 | 0.041 | 0.285 | 0.860 | 0.309 | 1.182 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.705 | 0.548 | 0.142 | 0.514 | 0.888 | 0.377 | 1.206 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.646 | 0.546 | 0.274 | 0.688 | 0.865 | 0.286 | 1.382 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.670 | 0.574 | 0.101 | 0.439 | 0.837 | 0.723 | 0.891 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.607 | 0.515 | 0.183 | 0.577 | 0.806 | 0.460 | 1.058 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.648 | 0.561 | 0.130 | 0.493 | 0.847 | 0.296 | 1.377 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.657 | 0.580 | 0.016 | 0.180 | 0.857 | 0.430 | 1.162 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.659 | 0.599 | 0.058 | 0.337 | 0.876 | 0.370 | 1.271 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.650 | 0.624 | 0.151 | 0.528 | 0.841 | 0.418 | 1.223 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.658 | 0.545 | 0.099 | 0.434 | 0.851 | 0.425 | 1.132 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.679 | 0.535 | 0.008 | 0.122 | 0.862 | 0.505 | 1.029 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.628 | 0.465 | 0.246 | 0.657 | 0.833 | 0.404 | 1.072 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.659 | 0.613 | 0.186 | 0.581 | 0.790 | 0.362 | 1.301 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.659 | 0.456 | 0.177 | 0.569 | 0.840 | 0.338 | 1.161 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.633 | 0.526 | 0.032 | 0.249 | 0.854 | 0.487 | 1.040 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.651 | 0.622 | 0.052 | 0.319 | 0.839 | 0.568 | 1.046 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.565 | 0.472 | 0.331 | 0.743 | 0.821 | 0.283 | 1.292 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.665 | 0.572 | 0.248 | 0.659 | 0.870 | 0.500 | 1.069 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.701 | 0.591 | 0.056 | 0.331 | 0.856 | 0.343 | 1.313 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.648 | 0.487 | 0.126 | 0.486 | 0.830 | 0.519 | 0.969 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.546 | 0.402 | 0.031 | 0.248 | 0.734 | 0.358 | 1.059 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.634 | 0.567 | 0.010 | 0.142 | 0.838 | 0.427 | 1.153 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.610 | 0.528 | 0.272 | 0.686 | 0.867 | 0.586 | 0.949 | | | | | | | | | | | | | | |

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 memperanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



| Compactness | Elongation | Eccentricity | Solidity | Roundness | Convicity | Bercak Daun | Data | Rectangularity | Compaction | Elongation | Eccentricity | Solidity | Roundness | Convicity |
|-------------|------------|--------------|----------|-----------|-----------|-------------|------|----------------|------------|------------|--------------|----------|-----------|-----------|
| 0.524 | 0.562 | 0.899 | 0.796 | 0.446 | 1.083 | | | 0.582 | 0.523 | 0.297 | 0.711 | 0.779 | 0.335 | 1.250 |
| 0.457 | 0.090 | 0.414 | 0.793 | 0.353 | 1.138 | | | 0.663 | 0.605 | 0.345 | 0.756 | 0.847 | 0.378 | 1.265 |
| 0.271 | 0.541 | 0.888 | 0.618 | 0.273 | 0.998 | | | 0.544 | 0.402 | 0.219 | 0.625 | 0.780 | 0.342 | 1.084 |
| 0.450 | 0.408 | 0.806 | 0.775 | 0.296 | 1.233 | | | 0.528 | 0.406 | 0.074 | 0.377 | 0.750 | 0.366 | 1.053 |
| 0.284 | 0.256 | 0.669 | 0.702 | 0.394 | 0.848 | | | 0.580 | 0.493 | 0.374 | 0.780 | 0.819 | 0.279 | 1.330 |
| 0.314 | 0.478 | 0.853 | 0.653 | 0.310 | 1.006 | | | 0.644 | 0.671 | 0.281 | 0.695 | 0.830 | 0.691 | 0.985 |
| 0.229 | 0.575 | 0.905 | 0.562 | 0.335 | 0.827 | | | 0.608 | 0.508 | 0.232 | 0.640 | 0.806 | 0.515 | 0.993 |
| 0.189 | 0.626 | 0.927 | 0.497 | 0.172 | 1.049 | | | 0.626 | 0.484 | 0.142 | 0.514 | 0.851 | 0.349 | 1.177 |
| 0.191 | 0.704 | 0.955 | 0.716 | 0.180 | 1.029 | | | 0.681 | 0.572 | 0.238 | 0.648 | 0.846 | 0.537 | 1.032 |
| 0.432 | 0.642 | 0.934 | 0.784 | 0.443 | 0.987 | | | 0.623 | 0.496 | 0.302 | 0.716 | 0.806 | 0.412 | 1.098 |
| 0.709 | 0.384 | 0.788 | 0.822 | 1.192 | 0.771 | | | 0.596 | 0.479 | 0.122 | 0.478 | 0.801 | 0.315 | 1.234 |
| 0.464 | 0.405 | 0.804 | 0.696 | 0.401 | 1.076 | | | 0.698 | 0.564 | 0.195 | 0.593 | 0.826 | 0.471 | 1.094 |
| 0.363 | 0.540 | 0.888 | 0.724 | 0.415 | 0.936 | | | 0.594 | 0.518 | 0.101 | 0.438 | 0.810 | 0.372 | 1.180 |
| 0.217 | 0.499 | 0.865 | 0.607 | 0.223 | 0.987 | | | 0.605 | 0.463 | 0.308 | 0.722 | 0.791 | 0.309 | 1.225 |
| 0.267 | 0.668 | 0.943 | 0.648 | 0.293 | 0.954 | | | 0.679 | 0.555 | 0.031 | 0.246 | 0.868 | 0.429 | 1.138 |
| 0.267 | 0.700 | 0.954 | 0.684 | 0.319 | 0.914 | | | 0.641 | 0.521 | 0.011 | 0.148 | 0.832 | 0.430 | 1.101 |
| 0.272 | 0.105 | 0.446 | 0.656 | 0.393 | 0.832 | | | 0.637 | 0.577 | 0.204 | 0.606 | 0.836 | 0.307 | 1.370 |
| 0.521 | 0.322 | 0.735 | 0.877 | 0.641 | 0.902 | | | 0.667 | 0.524 | 0.206 | 0.609 | 0.851 | 0.309 | 1.303 |
| 0.373 | 0.245 | 0.656 | 0.735 | 0.301 | 1.113 | | | 0.621 | 0.513 | 0.045 | 0.296 | 0.850 | 0.474 | 1.040 |
| 0.454 | 0.213 | 0.617 | 0.842 | 0.410 | 1.052 | | | 0.473 | 0.312 | 0.341 | 0.752 | 0.635 | 0.312 | 1.000 |
| 0.499 | 0.449 | 0.834 | 0.851 | 0.467 | 1.033 | | | 0.628 | 0.590 | 0.190 | 0.586 | 0.830 | 0.380 | 1.246 |
| 0.373 | 0.476 | 0.852 | 0.765 | 0.344 | 1.041 | | | 0.586 | 0.433 | 0.453 | 0.837 | 0.833 | 0.377 | 1.071 |
| 0.290 | 0.017 | 0.182 | 0.642 | 0.345 | 0.916 | | | 0.646 | 0.386 | 0.528 | 0.882 | 0.804 | 0.382 | 1.006 |
| 0.238 | 0.687 | 0.950 | 0.755 | 0.251 | 0.975 | | | 0.709 | 0.477 | 0.116 | 0.467 | 0.852 | 0.418 | 1.067 |
| 0.474 | 0.548 | 0.892 | 0.816 | 0.618 | 0.876 | | | 0.603 | 0.406 | 0.469 | 0.848 | 0.797 | 0.322 | 1.124 |

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 memperanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

iran 2 Hasil Analisis Ragam

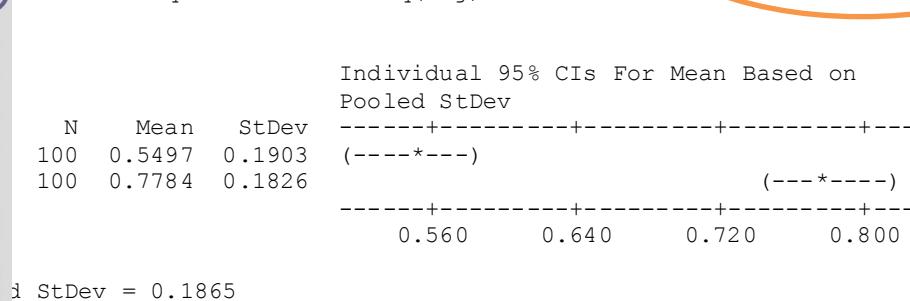
itur *eccentricity*

way ANOVA: C1, C2 (ECCENTRICITY)

| | DF | SS | MS | F | P |
|--|-----|--------|--------|-------|-------|
| | 1 | 2.6152 | 2.6152 | 75.19 | 0.000 |
| | 198 | 6.8867 | 0.0348 | | |
| | 199 | 9.5019 | | | |

.1865 R-Sq = 27.52% R-Sq(adj) = 27.16%

P value < 0.05,
kesimpulan Var A
dan B berbeda nyata



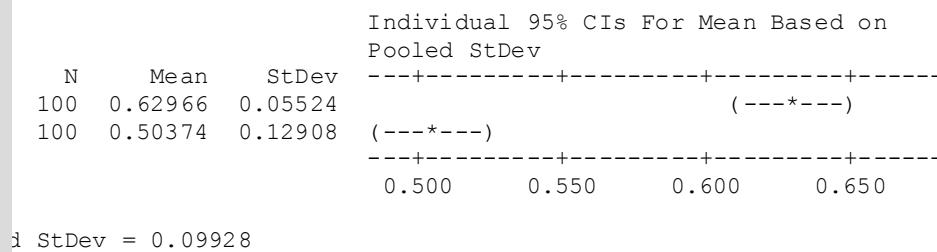
itur *rectangularity*

way ANOVA: C4, C5 (RECTANGULARITY)

| | DF | SS | MS | F | P |
|--|-----|---------|---------|-------|-------|
| | 1 | 0.79291 | 0.79291 | 80.45 | 0.000 |
| | 198 | 1.95154 | 0.00986 | | |
| | 199 | 2.74445 | | | |

.09928 R-Sq = 28.89% R-Sq(adj) = 28.53%

P value < 0.05,
kesimpulan Var A
dan B berbeda nyata



- 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.



ompactness

ANOVA: C7, C8 (COMPACTNESS)

| | SS | MS | F | P |
|--|--------|--------|-------|-------|
| | 0.5429 | 0.5429 | 13.55 | 0.000 |
| | 7.9349 | 0.0401 | | |
| | 8.4778 | | | |

R-Sq = 6.40% R-Sq(adj) = 5.93%

P value < 0.05,
kesimpulan Var A dan
B berbeda nyata



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

longation

ANOVA: C10, C11 (ELONGATION)

| | SS | MS | F | P |
|--|--------|--------|--------|-------|
| | 2.7140 | 2.7140 | 103.83 | 0.000 |
| | 5.1756 | 0.0261 | | |
| | 7.8896 | | | |

R-Sq = 34.40% R-Sq(adj) = 34.07%

P value < 0.05,
kesimpulan Var A
dan B berbeda nyata

Bogor Agricultural U

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.

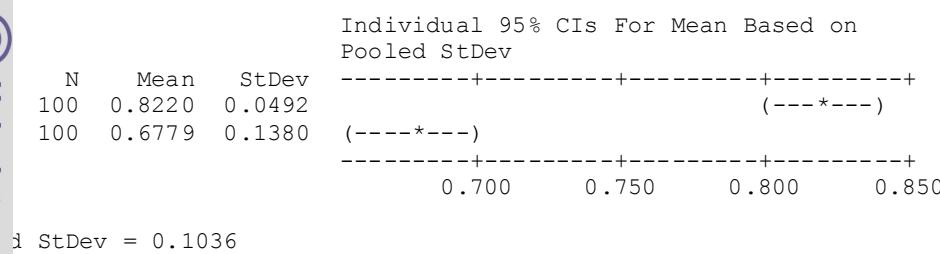
itur *solidity*

way ANOVA: C13, C14 (SOLIDITY)

| | DF | SS | MS | F | P |
|--|-----|--------|--------|-------|-------|
| | 1 | 1.0382 | 1.0382 | 96.73 | 0.000 |
| | 198 | 2.1252 | 0.0107 | | |
| | 199 | 3.1634 | | | |

.1036 R-Sq = 32.82% R-Sq(adj) = 32.48%

P value < 0.05,
kesimpulan Var A dan
B berbeda nyata



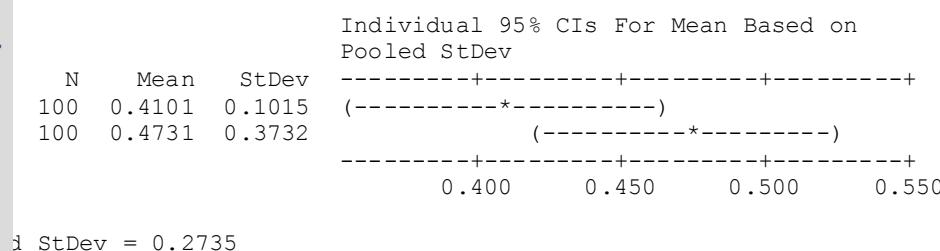
itur *roundness*

way ANOVA: C16, C17 (ROUNDNESS)

| | DF | SS | MS | F | P |
|--|-----|---------|--------|------|-------|
| | 1 | 0.1985 | 0.1985 | 2.65 | 0.105 |
| | 198 | 14.8104 | 0.0748 | | |
| | 199 | 15.0089 | | | |

.2735 R-Sq = 1.32% R-Sq(adj) = 0.82%

P value > 0.05,
kesimpulan Var A dan B
TIDAK berbeda nyata



- 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.



Convexity

ANOVA: C19, C20 (CONVEXITY)

| | SS | MS | F | P |
|---|--------|--------|-------|-------|
| 1 | 1.4615 | 1.4615 | 99.98 | 0.000 |
| 2 | 2.8943 | 0.0146 | | |
| 3 | 4.3558 | | | |

R-Sq = 33.55% R-Sq(adj) = 33.22%

P value < 0.05,
kesimpulan Var A dan
B berbeda nyata

Individual 95% CIs For Mean Based on
Pooled StDev

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

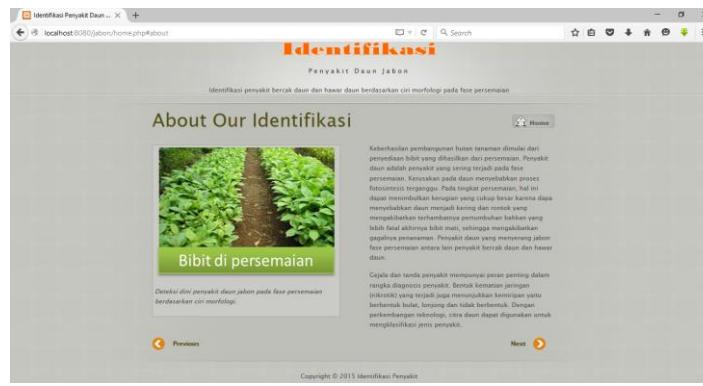
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

iran 3 Tampilan Program

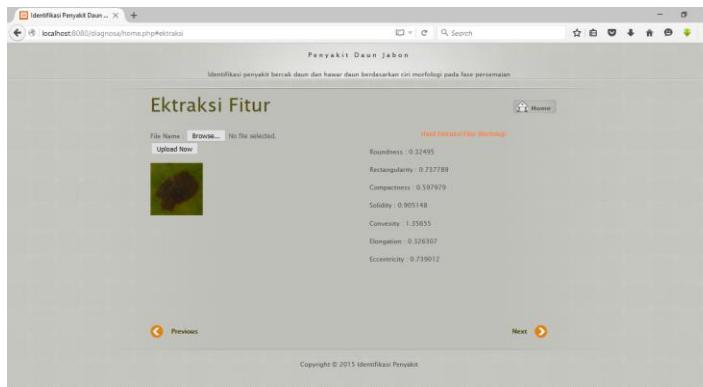
alaman utama program



alaman about our identifikasi



alaman ekstraksi fitur bentuk gejala



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.



n diagnosa awal jenis penyakit

n testimonials

n contact informasi

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 milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Binjai pada tanggal 15 Oktober 1987 sebagai anak na dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Yusuf Manik, SPd dan Ibu Susanti. Pendidikan Sarjana ditempuh di Program Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam USU, lulus pada tahun 2010. Pada tahun penulis diterima di Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Pascasarjana IPB. Beasiswa pendidikan pascasarjana, BPPDN diperoleh dari DIKTI.



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

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.