



ANALISIS HUBUNGAN VARIABEL IKLIM DENGAN MORFOLOGI DAUN EBONI DAN IDENTIFIKASINYA BERDASARKAN WILAYAH MENGGUNAKAN *SUPPORT VECTOR MACHINE*

MUHAMMAD HIDAYATULLAH



**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2020**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul Analisis Hubungan Variabel Iklim dengan Morfologi Daun Eboni dan Identifikasinya berdasarkan Wilayah Menggunakan Support Vector Machine adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

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

Bogor, Oktober 2020

Muhammad Hidayatullah
NIM G651180281

@hak_cipta_silva IPBUniversity

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

RINGKASAN

MUHAMMAD HIDAYATULLAH. Analisis Hubungan Faktor Lingkungan dengan Morfologi Daun dan Identifikasinya berdasarkan Wilayah menggunakan *Support Vector Machine*. Dibimbing oleh YENI HERDIYENI dan ISKANDAR.

Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) merupakan salah satu spesies tumbuhan yang kayunya banyak dimanfaatkan untuk meubel, patung, alat musik, dan lain-lain. Pulau Sulawesi merupakan lokasi tumbuh secara alami tanaman Eboni. Menurut IUCN *Red List of Threatened Species*, tanaman eboni ini dimasukkan dalam kategori rentan punah (*vulnerable*) karena tingginya permintaan kayu eboni yang tidak diimbangi dengan keberhasilan budidaya. *Climate change* merupakan salah satu faktor penyebab menurunnya produktifitas suatu tanaman. Salah satu bagian tanaman eboni yang terkena efek dari perubahan iklim/lingkungan yaitu pada bagian daun yang berfungsi untuk melakukan proses fotosintesis. Data yang dihasilkan dari ciri-ciri daun dapat menunjukkan perbedaan respon akibat perubahan iklim yang dapat digunakan untuk merumuskan konservasi eboni.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menganalisis hubungan variabel iklim dengan morfologi daun eboni dan melakukan klasifikasi berdasarkan lokasi tempat tumbuh daun eboni. Variabel iklim diperoleh dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) yang diperoleh dari tahun 2014-2019. Variabel iklim yang diperoleh terdiri dari temperatur, kelembaban, curah hujan, lama penyinaran matahari, dan kecepatan angin. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu dengan *Support Vector Machine* yang fokus menemukan *hyperplane* dari setiap kelas/target. *Dataset* terdiri dari daun eboni yang diperoleh dari 3 provinsi yang ada di Pulau Sulawesi. Yang berlaku sebagai fitur pada *dataset* ini yaitu morfologi daun eboni yang terdiri dari 7 fitur utama morfologi daun eboni dan 7 fitur turunan. Sedangkan yang berlaku sebagai target / kelas yaitu lokasi pengambilan sampel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa variabel iklim memiliki korelasi terhadap morfologi daun eboni, seperti temperatur dan curah hujan. Sedangkan untuk variabel iklim yaitu kelembaban, lama penyinaran matahari, dan kecepatan angin memiliki nilai korelasi yang rendah terhadap morfologi daun eboni. Adapun hasil klasifikasi mampu membedakan morfologi daun berdasarkan wilayah tumbuh alaminya dengan tingkat akurasi sebesar 84.38%. Dengan memperoleh tingkat akurasi yang tinggi dari hasil klasifikasi, dapat diartikan bahwa ukuran morfologi daun dengan spesies yang sama dalam hal ini daun eboni, berbeda disetiap wilayah yang disebabkan oleh variabel iklim. Dengan demikian, penerapan *Support Vector Machine* dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap daun eboni yang akan bermanfaat pada proses restorasi tanaman eboni.

Kata kunci: eboni, iklim, klasifikasi, morfologi daun, *support vector machine*



SUMMARY

MUHAMMAD HIDAYATULLAH. Analysis of Relationship Between Climate Variables and Ebony Leaf Morphology and Its Regional Identification Based on Support Vector Machine. Supervised by YENI HERDIYENI and ISKANDAR.

Ebony (*Diospyros celebica* Bakh.) is a tree species that produces wood commonly used for furniture, sculpture, musical instruments, and others. Sulawesi is a location for naturally growing ebony. According to the IUCN Red List of Threatened Species, this ebony is included in the vulnerable category because of decreasing population size due to demand for ebony is not balanced by the successful cultivation. Climate change is a factor that decreases a plant productivity. One morphological part of ebony affected by climate/environmental changes is leaf structure that function photosynthesis. Data generated from leaf traits could indicate the differences of responses due climate change that could be used to formulate ebony conservation.

This study aimed to analyze the variability of leaf morphology according to climatic condition and classify the morphology of ebony leaf by region. Climate variables obtained from BMKG Variabel iklim diperoleh dari BMKG (Meteorological, Climatological, and Geophysical Agency) from 2014 – 2019. yang diperoleh dari tahun 2014-2019. Climate variables used were temperature, humidity, rainfall, sunlight exposure, and wind velocity. The classification method employed was Support Vector Machine that focused to find hyperplane of each class/target. Dataset consisted of ebony leaves from three provinces in Sulawesi Island. These dataset features were seven key features of ebony leaf morphology and seven derivative features. Meanwhile, target/class in this study was the sampling location.

Study results showed that several climate variables had correlations with ebony leaf morphology, such as temperature and rainfall. Meanwhile, climate variables of humidity, sun exposure, and wind velocity had low correlations with ebony leaf morphology.

Classification results may differ leaf morphology based on the natural habitats with an accuracy of 84.38%. By acquiring high accuracy level from classification results, it is concluded that ebony leaves were different in each region due to climate variables. Therefore, the Support Vector Machine can be implemented to classify ebony leaves that benefit the ebony plant restoration process.

Keywords: classification, climate, ebony, leaf morphology, support vector machine



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

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2020

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB



@Hak cipta milik IPBUniversity

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

ANALISIS HUBUNGAN VARIABEL IKLIM DENGAN MORFOLOGI DAUN EBONI DAN IDENTIFIKASINYA BERDASARKAN WILAYAH MENGGUNAKAN *SUPPORT VECTOR MACHINE*

MUHAMMAD HIDAYATULLAH

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

**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2020**

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



@Hak cipta milik IPBUniversity

Penguji Luar Komisi pada Ujian Tesis: Dr.Eng 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 IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

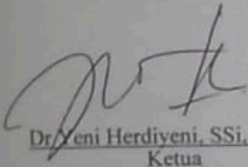
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Judul Tesis : Analisis Hubungan Variabel Iklim dengan Morfologi Daun Eboni dan Identifikasinya Berdasarkan Wilayah Menggunakan *Support Vector Machine*

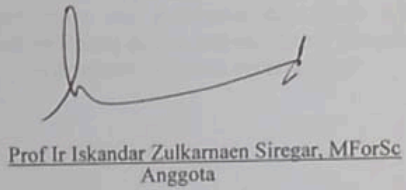
Nama : Muhammad Hidayatullah
NIM : G651180281

Disetujui oleh

Komisi Pembimbing



Dr. Yeni Herdiyeni, SSi, MKom
Ketua

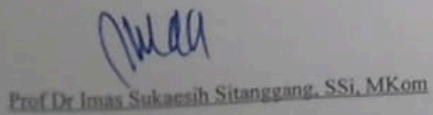


Prof. Ir. Iskandar Zulkarnaen Siregar, MForSc
Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi
Ilmu Komputer

Dekan Sekolah Pascasarjana



Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, SSi, MKom



Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, MEng

Tanggal Ujian: 19 Oktober 2020

Tanggal Lulus: 14 DEC 2020



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2019 tentang tanaman eboni, dengan judul Analisis Hubungan Variabel Iklim dengan Morfologi Daun Eboni dan Identifikasinya Berdasarkan Wilayah menggunakan *Support Vector Machine*.

Terima kasih penulis ucapkan kepada kedua orang tua dan saudara atas kasih sayang dan doa yang senantiasa tercurahkan kepada penulis. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada Ibu Dr Yeni Herdiyeni, SSi, MKom, dan Bapak Prof Dr Ir Iskandar Z.S MForSc selaku pembimbing, yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikah arahan dan solusi atas berbagai kendala dan tantangan selama penelitian. Terima kasih juga kepada seluruh teman-teman yang selalu memotivasi dan menemani saya dalam penelitian ini, dan kepada seluruh civitas IPB yang telah membantu dan melancarkan rangkaian kegiatan pendidikan magister penulis sampai dengan penelitian ini terselesaikan dengan baik.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Oktober 2020

Muhammad Hidayatullah

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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
1 PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	2
Tujuan Penelitian	3
Manfaat Penelitian	3
Ruang Lingkup Penelitian	3
2 TINJAUAN PUSTAKA	3
Eboni	3
Plastisitas Tanaman	5
Morfologi Daun	5
Perubahan Iklim/Lingkungan	6
<i>Support Vector Machine</i>	6
<i>Non Linear SVM</i>	7
<i>K-Fold Cross Validation</i>	7
3 METODE	8
Tahapan Penelitian	8
Akuisisi Data	8
Praproses Data	10
Ekstraksi Fitur	10
<i>Feature Selection</i>	11
Pemodelan	11
Analisis	12
Evaluasi	12
Peralatan Penelitian	13
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	13
Praproses Data Morfologi Daun	13
Ekstraksi Ciri	14
Praproses Data Iklim/Lingkungan	16
Eksplorasi Data Daun Eboni	17
Eksplorasi Data Iklim	22
Hubungan Variabel Iklim dan Fitur Morfologi Daun Eboni	24
Hasil Klasifikasi <i>Support Vector Machine</i>	25
Evaluasi	27
5 KESIMPULAN DAN SARAN	28
Kesimpulan	28
Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	29



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

DAFTAR TABEL

1	Daerah sebaran pohon eboni di Sulawesi	4
2	Lokasi pengambilan data	9
3	Persamaan rumus fitur turunan	11
4	<i>Confusion matrix</i>	12
5	Hasil ekstraksi fitur luas daun, perimeter daun, panjang daun, lebar daun, <i>convex area</i> , <i>convex perimeter</i>	15
6	Hasil ekstraksi fitur turunan <i>circularity</i> , <i>roundness</i> , <i>solidity</i> , <i>rectangle</i> , <i>elongation</i> , <i>eccentricity</i> , <i>convexity</i>	16
7	Contoh hasil praproses data iklim	17
8	Nilai fitur morfologi	18
9	Hasil nilai Z-Score fitur morfologi	18
10	Nilai korelasi variabel iklim dengan fitur morfologi daun eboni	25
11	Data morfologi daun eboni	26
12	Hasil penggunaan SMOTE pada data morfologi daun eboni	26
13	Nilai akurasi dengan kernel RBF dari setiap parameter C dan γ	26
14	Rincian nilai akurasi dengan parameter C dan γ (1;1)	27
15	Hasil <i>confusion matrix</i>	28

DAFTAR GAMBAR

1	Tanaman Eboni	4
2	SVM data linier	7
3	Tahapan penelitian	Error! Bookmark not defined.
4	Peta Lokasi Pengambilan Sampel Daun Eboni	10
5	Hasil <i>grayscale</i> daun Eboni	13
6	Hasil <i>threshold</i> daun Eboni	14
7	Fitur utama morfologi daun eboni; (a) Citra Asli, (b) Luas daun, (c) Perimeter daun, (d) Panjang dan lebar daun, (e) Convex area, (f) Convex perimeter	14
8	Fitur turunan morfologi daun eboni; (a) <i>Roundness</i> , (b) <i>solidity</i> , (c) <i>eccentricity</i> , (d) <i>convexity</i> , (e) <i>compactness</i> , (f) <i>elongation</i> , (g) <i>rectangularity</i> .	15
9	Jumlah daun dari setiap wilayah	17
10	<i>Boxplot</i> fitur luas daun	19
11	<i>Boxplot</i> fitur perimeter	19
12	<i>Boxplot</i> fitur panjang daun	20
13	<i>Boxplot</i> fitur lebar daun	20
14	<i>Boxplot</i> fitur <i>convexhull area</i>	21
15	<i>Boxplot</i> fitur <i>convexhull perimeter</i>	21
16	<i>Boxplot</i> fitur petiol	22
17	Perbandingan temperatur dari 2015-2019	22
18	Perbandingan kelembaban dari 2015-2019	23
19	Perbandingan curah hujan dari 2015-2019	23



20 Perbandingan lamanya penyinaran matahari dari 2015-2019	24
21 Perbandingan kecepatan angin dari 2015-2019	24
22 Perbandingan akurasi dari setiap kelas	27
23 Contoh data morfologi yang salah klasifikasi	28

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



@Hak cipta milik IPBUniversity

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