

PREDIKSI KANDUNGAN KLOROFIL DAUN TANAMAN SELADA ROMAINE (*Lactuca sativa* L.) MENGGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

THERESSA MESSALINE



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Prediksi Kandungan Klorofil Daun Tanaman Selada Romaine (*Lactuca sativa* L.) Menggunakan *Artifical Neural Network*” adalah karya saya dengan arahan dari Prof. Dr. Ir. Herry Suhardiyanto, M.Sc selaku dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

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

Bogor, September 2024

Theressa Messaline
F1401201050

Hak Cipta milik IPB University

ABSTRAK

THERESSA MESSALINE. Prediksi Kandungan Klorofil Daun Tanaman Selada Romaine (*Lactuca sativa* L.) Menggunakan *Artificial Neural Network*. Dibimbing oleh HERRY SUHARDIYANTO.

Selada romaine merupakan sayuran daun yang selalu mengalami peningkatan konsumsi. Salah satu parameter kualitas selada romaine adalah karakteristik warna daun, sehingga dengan mengetahui kandungan klorofil dapat meningkatkan nilai jual dan produktivitas tanaman. Pengamatan secara visual terhadap kandungan klorofil sulit untuk dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun model *Artificial Neural Network* (ANN) dengan algoritma *backpropagation* untuk mengestimasi kandungan klorofil secara efisien tanpa merusak tanaman. Penelitian dilakukan di rumah tanaman (*greenhouse*) dengan mengumpulkan citra daun dari 8 perlakuan terdiri dari kontrol, -N, -P, -K, 0%, 50%, 150%, dan 200% dari kontrol mulai 12 sampai 18 hari setelah tanam (HST). Hasil citra kemudian diolah untuk mendapatkan nilai indeks vegetasi tanaman yaitu *Visible Atmospherically Resistant Indeks* (VARI). Selain itu, jumlah kandungan klorofil aktual diukur dengan *Soil Plant Analysis Development* (SPAD-502). Sebanyak 720 *dataset* dikumpulkan dengan parameter *input* terdiri dari kondisi iklim mikro lingkungan pertumbuhan yaitu nilai suhu udara ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban relatif udara (RH) dan intensitas radiasi matahari (W m^{-2})., parameter larutan hara/nutrisi yaitu nilai ppm dan nilai pH, dan kadar larutan hara/nutrisi N, P, K (mg L^{-1}) serta VARI. Parameter *output* adalah nilai kandungan klorofil daun dalam satuan unit. Model ANN dibangun dengan penentuan parameter model dengan hasil *learning rate initial* 0,4, *momentum* 0,93, *hidden layer size* 2, dan *maximum iteration* 100. Struktur model ANN dengan kinerja terbaik didapatkan pada struktur 9-2-1 (9 *input layer*–2 *hidden layer*–1 *output layer*) menghasilkan R^2 0,909 dan *Root Mean Square Error* (RMSE) 0,060 yang menunjukkan kinerja model sudah berjalan sangat baik dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Kata kunci: *artificial neural network*, hidroponik, kandungan klorofil, selada romaine



ABSTRACT

THERESSA MESSALINE. Estimation of Chlorophyll Content in Romaine Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Using Artificial Neural Network. Supervised by HERRY SUHARDIYANTO.

Romaine lettuce is a leaf vegetable that is always increasing in consumption. One of the quality parameters of romaine lettuce is the color characteristics of the leaves, so knowing the chlorophyll content can increase the selling value and productivity of the plant. Visual observation of chlorophyll content is difficult to do. This research aimed to build an Artificial Neural Network (ANN) model with a backpropagation algorithm to estimate chlorophyll content efficiently without damaging the plants. The research was conducted in a greenhouse by collecting leaf images from 8 treatments of control, -N, -P, -K, 0%, 50%, 150%, and 200% of the control from 12 to 18 days after planting (DAP). The images were then processed to obtain the plant vegetation index value, namely the Visible Atmospherically Resistant Index (VARI). In addition, the actual chlorophyll content was measured with Soil Plant Analysis Development (SPAD-502). 720 datasets were collected with input parameters consisting of microclimate conditions of the growth environment, namely air temperature ($^{\circ}\text{C}$), air relative humidity (RH) and solar radiation intensity (W/m^2), nutrient solution parameters, namely ppm and pH values, and nutrient solution levels of N, P, K (mg L^{-1}), and VARI. The output parameter was the value of leaf chlorophyll content in units. The ANN model is built by determining model parameters with the results of the initial learning rate 0,4, momentum 0,93, hidden layer size 2, and maximum iteration 100. The ANN model structure with the best performance is obtained in the 9-2-1 structure (9 input layers-2 hidden layers-1 output layer) resulting in R^2 0,909 and Root Mean Square Error (RMSE) 0,060 which shows the performance of the model has been running very well with a high level of accuracy.

Keywords: artificial neural network, chlorophyll content, hydroponic, romaine lettuce



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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
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.

PREDIKSI KANDUNGAN KLOROFIL DAUN TANAMAN SELADA ROMAINE (*Lactuca sativa* L.) MENGGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

THERESSA MESSALINE

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Mesin dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



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

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr
- 2 Dr. Ir. Mohamad Solahudin, M.Si



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

Judul Skripsi : Prediksi Kandungan Klorofil Daun Tanaman Selada Romaine
(*Lactuca sativa* L.) Menggunakan *Artificial Neural Network*

Nama : Theresa Messaline

NIM : F1401201050

Disetujui oleh

Pembimbing:

Prof. Dr. Ir. Herry Suhardiyanto, M.Sc



Diketahui oleh

Ketua Program Studi

Teknik Mesin dan Biosistem

Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr

NIP 196304251989031001

Tanggal Ujian:
(13 September 2024)

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur bagi Tuhan yang telah melimpahkan kasih dan berkat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Prediksi Kandungan Klorofil Daun Tanaman Selada Romaine (*Lactuca sativa* L.) Menggunakan *Artificial Neural Network*” Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan penelitian ini, diantaranya:

1. Prof. Dr. Ir. Herry Suhardiyanto, M.Sc selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan memberikan masukan selama penelitian.
2. Ayah (Handri), Ibu (Susianty Ponimin), beserta adik-adik (Surya dan Medi) yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan dukungan kepada penulis dalam penyelesaian penelitian ini.
3. Bapak Yohanes Bayu Suharto, SP, M. Si atas saran dan dukungan selama proses penelitian.
4. Kepala dan teknisi Laboratorium Lapangan Siswadhi Soepardjo yang telah memberikan izin dan bantuan dalam penelitian ini.
5. Seluruh dosen Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan pelajaran, ilmu serta motivasi selama menjalankan studi sarjana.
6. Teman-teman kos yaitu Andre, Fajar, Jojo, Marisa, Vivi, Teresia, Obil, dan Ucupers lainnya yang telah menemani selama masa perkuliahan.
7. Keluarga Cugrug yaitu Rani, Anisya, Sonya, Risa, Aliyah, Iin, Nadhyah, dan Adisti yang telah menemani dan memberikan dukungan selama masa perkuliahan dan penelitian.
8. Sahabat KEMAKI yaitu Monik, Berli, Sephia, Lusi, Patrick, Hizkia, Axel yang telah menemani dan memberikan motivasi dalam penyelesaian penelitian ini.
9. Bang Faqih dan Fakhri selaku rekan satu bimbingan yang telah mendukung dan memberikan masukan selama penelitian, serta Mas Devin yang telah membantu meminjamkan instrumen penelitian.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan penelitian ini, sehingga penulis menerima segala kritik dan saran. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan membutuhkan.

Bogor, September 2024

Theressa Messaline

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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Selada Romaine (<i>Lactuca sativa</i> L.)	4
2.2 Klorofil	4
2.3 <i>Image Processing</i>	5
2.4 <i>Artificial Neural Network</i> (ANN)	6
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hasil Pengambilan Data Tanaman untuk Pemodelan ANN	16
4.2 Pembangunan Model ANN	21
4.3 Evaluasi Model ANN	25
V SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	47



DAFTAR TABEL

1	Perlakuan larutan hara/nutrisi	10
2	Komposisi hara larutan nutrisi AB mix penelitian	11
3	Parameter input dan output model ANN	16
4	pH dan nilai TDS (ppm) setiap perlakuan	18
5	Parameter model ANN	22
6	Nilai <i>R2 training</i> , <i>R2 testing</i> , dan <i>RMSE testing</i> setiap kombinasi <i>learning</i>	22
7	Nilai rata-rata <i>R2</i> dan <i>RMSE</i> dengan <i>hidden layer size</i> yang berbeda	23
8	Nilai pembobot pada jaringan <i>9 node input layer-2 node hidden layer-1</i>	24
9	Nilai bias pada model terbaik	25

DAFTAR GAMBAR

1	Visual selada romaine	4
2	Ilustrasi jaringan multilayer (Marius-Constantin <i>et al.</i> 2009)	6
3	Lokasi penelitian pada <i>greenhouse</i>	9
4	Selada romaine berumur 10 HSS	10
5	Pengukuran kandungan klorofil dengan SPAD	11
6	Pengambilan citra daun selada romaine	12
7	Diagram alir <i>image processing</i>	12
8	Struktur ANN menggunakan algoritma <i>backpropagation</i>	14
9	Tahapan pemodelan ANN	14
10	Rata-rata suhu dan kelembaban relatif udara harian saat pengambilan data	17
11	Rata-rata intensitas radiasi matahari saat pengambilan data	17
12	Hasil citra daun tanaman selada romaine setiap perlakuan pada umur 18 HST dan RGBnya	19
13	Rata-rata nilai VARI tiap perlakuan berdasarkan umur tanaman (HST)	20
14	Rata-rata nilai kandungan klorofil tiap perlakuan berdasarkan umur tanaman (HST)	20
15	Korelasi nilai VARI dengan kandungan klorofil (SPAD) tanaman selada romaine	21
16	Grafik nilai RMSE dengan perbedaan nilai <i>maxium iteration</i>	24
17	Grafik prediksi kandungan klorofil dengan hasil pengukuran	26
18	Struktur ANN 9-2-1	26

DAFTAR LAMPIRAN

19	Lampiran 1 Sebaran suhu, kelembaban relatif udara, intensitas radiasi matahari	33
20	Lampiran 2 Nilai ppm dan pH setiap perlakuan saat pengambilan data	34
21	Lampiran 3 Nilai rata-rata RGB citra daun tanaman selada romaine	34
22	Lampiran 4 Nilai VARI dan SPAD sampel tanaman	35
23	Lampiran 5 <i>Dataset testing</i> ANN	40
24	Lampiran 6 Nilai R2 dan RMSE pada percobaan berbagai <i>hidden layer size</i>	46

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