



Pengembangan Aplikasi Berbasis Web untuk Perbaikan Citra Tanaman atas Variasi Pencahayaan pada Sistem Prediksi Pigmen Fotosintesis secara Non Destruktif

Michael Yusano¹, Kestrlia Rega Prilianti², Hendry Setiawan³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Universitas Ma Chung, Villa Puncak Tidar N-01, Malang.

e-mail: michaelyusano101@gmail.com¹, kestrilia.rega@machung.ac.id²,
hendry.setiawan@machung.ac.id³

ABSTRAK

Kata Kunci:

Perbaikan citra
Aplikasi web
Fuzzy Piction
Gaussian Process Regression
FP3Net

Kesehatan tanaman dapat diukur melalui kandungan pigmen yang terkandung dalam daun tanaman. Fuzzy Piction merupakan aplikasi mobile yang dikembangkan oleh Kelompok Riset Precision Agriculture Universitas Ma Chung untuk melakukan pengukuran kandungan pigmen pada daun tanaman secara non destruktif dengan menggunakan model CNN FP3Net. Namun dalam penggunaannya di lapangan, kondisi pencahayaan lingkungan mempengaruhi warna citra daun yang ditangkap oleh kamera smartphone sehingga akurasi prediksi menjadi tidak akurat. Maka dari itu, diperlukan sebuah metode perbaikan citra. Metode perbaikan citra berbasis algoritma machine learning gaussian process regression menghasilkan hasil kalibrasi yang memuaskan. Model perbaikan citra dapat memperbaiki hasil prediksi kandungan pigmen model CNN FP3Net pada lima kstegori tingkat pencahayaan berbeda yang telah ditentukan dengan rata-rata penurunan nilai selisih standar deviasi sebesar $-0.0011 \mu\text{g/g}$ untuk pigmen antosianin, sebesar $-0.0006 \mu\text{g/g}$ untuk pigmen karotenoid, dan sebesar $-0.0017 \mu\text{g/g}$ untuk pigmen klorofil pada citra daun ungu (*Graptophyllum pictum*). Selain itu, pengembangan aplikasi Fuzzy Piction berbasis web membuat aplikasi dapat dengan mudah diakses melalui smartphone maupun desktop.

ABSTRACT

Keyword:

Color correction
Web application
Fuzzy Piction
Gaussian Process Regression
FP3Net

*Plant's health can be measured using leaf pigment content. Fuzzy Piction is a mobile application developed by Kelompok Riset Precision Agriculture Universitas Ma Chung that used for predicting leaf pigment content using a non destructive method based on CNN model FP3Net. However in field condition application, lighting condition in surrounding area impact the color of leaf picture that captured by smartphone camera so the prediction accuracy become inaccurate. Therefore, color correction method is needed. Color correction method based on machine algorithm gaussian process regression producing satisfying result. Color correction method can improve accuracy of the pigment content prediction result of CNN model FP3Net in five different lighting condition category by average decrease of difference value in standard deviation $-0.0011 \mu\text{g/g}$ for anthocyanin, $-0.0006 \mu\text{g/g}$ for carotenoid, and $-0.0017 \mu\text{g/g}$ for chlorophyll in ungu leaf (*Graptophyllum pictum*) picture. Furthermore, Fuzzy Piction development based on web make the application easily access using both smartphone and desktop.*



PENDAHULUAN

Kesehatan tanaman merupakan faktor penentu dalam keberhasilan budidaya. Tanaman yang sehat akan menghasilkan hasil optimal. Pengamatan kesehatan tanaman dapat dilakukan salah satunya dengan analisis kandungan pigmen daun tanaman. Aplikasi Fuzzy Piction merupakan aplikasi berbasis mobile yang berhasil dibuat oleh Kelompok Riset Precision Agriculture Universitas Ma Chung untuk melakukan prediksi kandungan pigmen daun tanaman secara non destruktif. Namun pada pengaplikasian di lapangan, kondisi pencahayaan lingkungan yang bervariasi membuat akurasi prediksi kandungan pigmen daun tanaman menjadi tidak akurat. Maka dari itu perlu penambahan fitur perbaikan citra sehingga dapat mengatasi kondisi pencahayaan lingkungan yang beragam.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Abdalla, et al. (2019) [1] mengenai pembuatan model perbaikan citra berbasis deep learning ditemukan bahwa dalam proses pembuatan model perbaikan citra dibutuhkan alat bantu ukur standar yaitu colorchecker chart. Colorchecker chart digunakan pertama kali ketika pembuatan model sehingga model yang dibuat memiliki akurasi yang baik dan sesuai. Penelitian lain yang dilakukan oleh Amani, et al. (2019) [2] mengenai penggunaan algoritma machine learning, Gaussian Process Regression, ditemukan bahwa penggunaan algoritma Gaussian Process Regression pada proses perbaikan citra digital menghasilkan akurasi yang setara dengan metode state-of-the-art perbaikan citra. Algoritma Gaussian Process Regression digunakan pada aplikasi Fuzzy Piction berbasis web yang dibuat untuk mengatasi perbaikan citra tanaman akibat variasi pencahayaan pada penelitian ini.

Berdasarkan pemaparan di atas, pada penelitian ini akan dikembangkan aplikasi Fuzzy Piction berbasis web dengan menggunakan bantuan colorchecker chart dalam pembuatan model dan model yang dibuat berbasis algoritma Gaussian Process Regression.

METODE

Pengembangan aplikasi Fuzzy Piction berbasis web dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python versi Python 3.10 secara penuh. Aplikasi dikembangkan dengan menggunakan library streamlit versi 1.8.1 yang merupakan library Python yang biasa digunakan dalam pembuatan web-app. Aplikasi web yang telah jadi kemudian diunggah ke dalam jaringan menggunakan layanan Google Cloud Platform (GCP) App Engine.

Model perbaikan citra yang digunakan berbasis algoritma machine learning Gaussian Process Regression dengan menggunakan bantuan library scikit-learn versi 1.0.2. Pada penelitian ini dataset daun yang digunakan dalam pembuatan model adalah daun ungu (*Graptophyllum pictum*). Proses pembuatan model dimulai dengan proses pengumpulan data citra daun ungu sebanyak 10 sampel daun. Setiap sampel daun akan diambil pada lima tingkat kategori pencahayaan yang berbeda yang telah ditetapkan dapat dilihat pada tabel 1 sehingga data citra daun yang terkumpul sebanyak 50 citra daun.

Tabel 1. Kategori Tingkat Pencahayaan

Tingkat Pencahayaan	Lux		
	Minimal	Rata – Rata	Maksimal
Sangat Gelap	0	7	10
Gelap	30	45	70
Normal	500	550	700
Terang	40000	65000	70000
Sangat Terang	90000	100000	100000

Pengambilan dataset citra daun dalam pembuatan model perbaikan citra dilakukan dengan memasukkan colorchecker chart sebagai alat bantu ukur standar dan latar belakang menggunakan kertas berwarna putih dapat dilihat pada gambar 1.



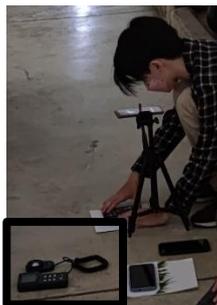
Gambar 1. Posisi Pengambilan Citra Daun

Pengambilan citra menggunakan kamera smartphone Xiaomi Mi 10T Pro yang diletakkan pada tripod dengan jarak 34 cm dari objek daun yang dipotret dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Jarak Pengambilan Citra Daun

Luxmeter digital dengan seri Digital Luxmeter AR823 diletakkan sekitar lokasi pengambilan citra untuk memastikan pencahayaan lingkungan sekitar pengambilan citra dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pengukuran Tingkat Pencahayaan dengan Luxmeter di Area Pengambilan Citra

Setelah dataset citra daun ungu diambil sebanyak 50 citra dilakukan proses cropping citra daun dengan perbandingan ukuran 1:1 untuk memudahkan proses pelatihan model perbaikan citra. Citra daun yang didapatkan sebelum proses cropping dapat dilihat pada gambar 4. Citra daun yang telah dilakukan proses cropping dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4. Citra Daun Sebelum Proses Cropping

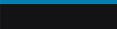
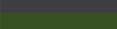
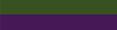
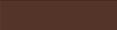


Gambar 5. Citra Daun Setelah Proses Cropping



Setelah dataset siap digunakan, dilanjutkan dengan pembuatan model yang menggunakan nilai RGB colorchecker chart pada citra daun sebagai data x train dan nilai RGB colorchecker chart sesungguhnya sebagai y train. Data x train dan y train memiliki 24 nilai RGB sesuai dengan banyak color patch dalam colorchecker chart. Color patch adalah setiap kotak dalam colorchecker chart yang mewakili satu warna. Contoh nilai x train dan y train dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Contoh Nilai RGB Colorchecker Chart X Train dan Y Train

No	X train				Y Train			
	R	G	B	visual	R	G	B	visual
1	64	182	168		95	189	172	
2	217	142	14		227	161	39	
3	2	128	176		0	133	165	
4	19	19	21		50	50	50	
5	125	112	169		131	127	175	
6	139	182	17		156	187	58	
7	191	54	146		191	79	146	
8	60	62	66		83	84	85	
9	55	81	33		91	108	64	
10	70	24	85		93	58	104	
11	216	180	4		236	199	15	
12	101	104	109		121	121	121	
13	61	111	164		91	120	155	
14	191	54	80		197	80	95	
15	168	24	41		178	54	57	
16	149	154	157		161	163	163	
17	184	135	118		197	144	127	
18	35	64	157		69	90	167	
19	28	142	47		61	147	70	
20	180	185	188		201	202	201	
21	84	51	41		116	79	65	
22	210	100	21		224	124	48	
23	12	34	143		40	62	145	
24	213	215	212		241	242	235	

Setelah mendapatkan nilai x train dan y train pada semua citra sampel maka pembuatan model dilakukan. Model dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Python 3.10 dan disimpan dalam bentuk pickle (.pkl). Model yang berhasil dikembangkan kemudian dimasukkan ke dalam aplikasi Fuzzy Piction berbasis web sebagai model perbaikan citra daun.

Aplikasi Fuzzy Piction berbasis web yang sudah jadi kemudian diujicoba dengan menggunakan citra daun ungu lainnya untuk mengetahui keakuratan hasil prediksi kandungan pigmen. Model prediksi kandungan pigmen yang digunakan merupakan model CNN FP3Net yang merupakan pengembangan dari model CNN P3Net. Hasil prediksi kandungan pigmen kemudian diukur dengan menggunakan selisih standar deviasi dari citra daun terkalibrasi dengan citra daun original sebagai nilai evaluasi. Semakin kecil selisih standar deviasi yang didapat maka semakin baik hasil prediksi pigmen citra daun yang sama dalam beragam kondisi pencahayaan karena

menghasilkan prediksi kandungan pigmen yang semakin mirip. Alur penggunaan aplikasi Fuzzy Piction berbasis web dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Alur Penggunaan Aplikasi Fuzzy Piction berbasis Web

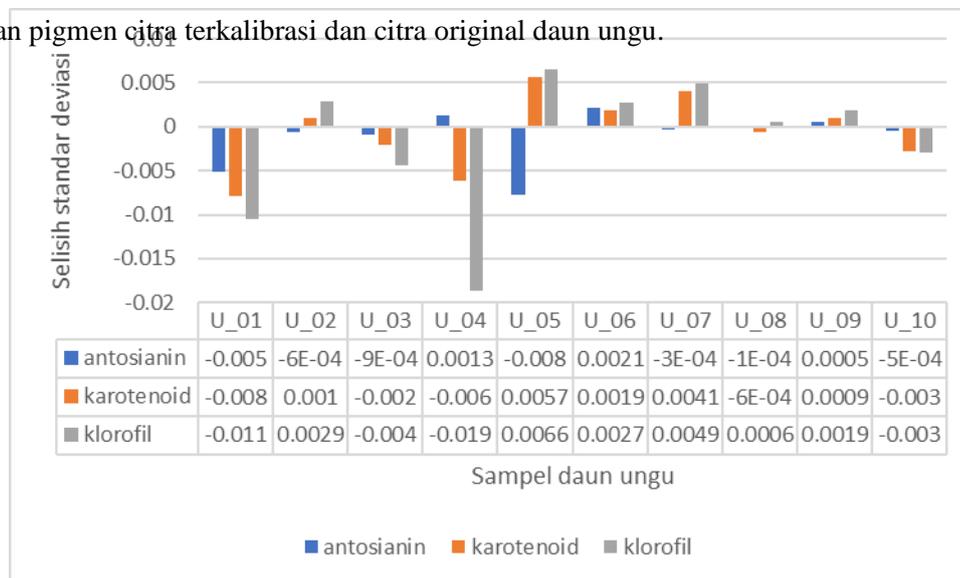
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan 10 sampel daun ungu (*Graptophyllum pictum*) yang diambil di sekitar area Universitas Ma Chung. Daun yang diambil kemudian diberikan kode U01 sampai dengan U10 untuk memastikan bahwa citra daun yang dibandingkan pada lima kategori pencahayaan adalah objek daun yang sama. Gambar 7 merupakan citra daun ungu dari kode U01 sampai dengan U10 yang diambil pada kategori pencahayaan normal.



Gambar 7. Citra Daun Ungu Kode U01 sampai dengan U10 pada Pencahayaan Normal

Gambar 8 merupakan grafik yang menunjukkan selisih standar deviasi hasil prediksi kandungan pigmen citra terkalibrasi dan citra original daun ungu.

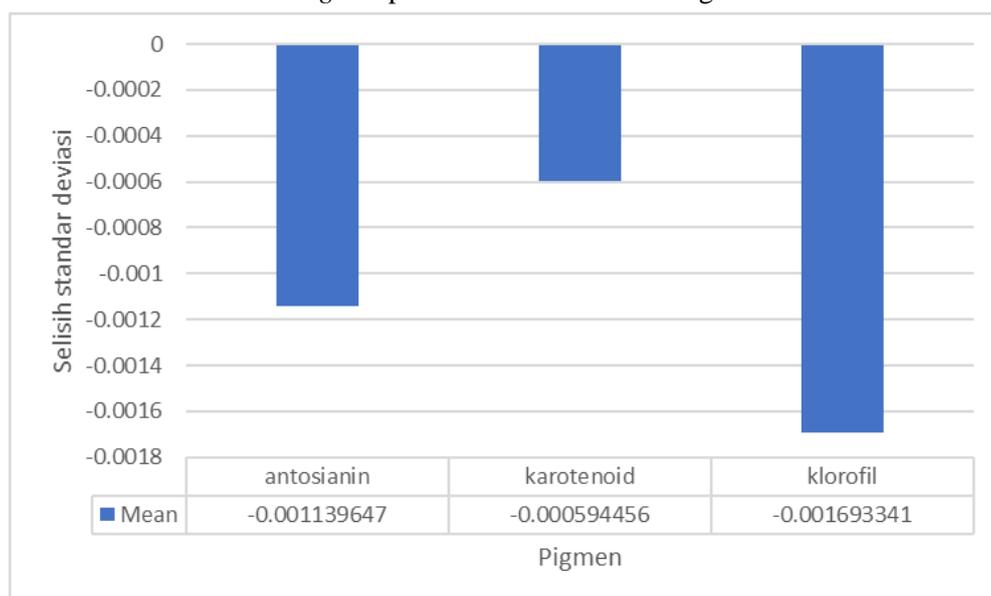


Gambar 8. Grafik Selisih Standar Deviasi Hasil Prediksi Kandungan Pigmen Citra Terkalibrasi dan Citra Original Daun Ungu

Hasil prediksi kandungan pigmen pada citra daun U01 terkalibrasi memiliki standar deviasi yang lebih kecil untuk pigmen antosianin, karotenoid, dan klorofil dibandingkan dengan citra original. Hasil prediksi kandungan pigmen pada citra daun U02 terkalibrasi memiliki standar deviasi

yang lebih besar untuk pigmen karotenoid dan klorofil sedangkan untuk pigmen antosianin memiliki standar deviasi yang lebih kecil dibandingkan dengan citra original. Hasil prediksi kandungan pigmen pada citra daun U03 terkalibrasi memiliki standar deviasi yang lebih kecil untuk pigmen antosianin, karotenoid, dan klorofil dibandingkan dengan citra original. Hasil prediksi kandungan pigmen pada citra daun U04 terkalibrasi memiliki standar deviasi yang lebih kecil untuk pigmen karotenoid dan klorofil sedangkan untuk pigmen antosianin memiliki standar deviasi yang lebih besar dibandingkan dengan citra original. Hasil prediksi kandungan pigmen pada citra daun U05 terkalibrasi memiliki standar deviasi yang lebih besar untuk pigmen karotenoid dan klorofil sedangkan untuk pigmen antosianin memiliki standar deviasi yang lebih kecil dibandingkan dengan citra original. Hasil prediksi kandungan pigmen pada citra daun U06 terkalibrasi memiliki standar deviasi yang lebih besar untuk pigmen antosianin, karotenoid, dan klorofil dibandingkan dengan citra original. Hasil prediksi kandungan pigmen pada citra daun U07 terkalibrasi memiliki standar deviasi yang lebih besar untuk pigmen karotenoid dan klorofil sedangkan untuk pigmen antosianin memiliki standar deviasi yang lebih kecil dibandingkan dengan citra original. Hasil prediksi kandungan pigmen pada citra daun U08 terkalibrasi memiliki standar deviasi yang lebih kecil untuk pigmen antosianin dan karotenoid sedangkan untuk pigmen klorofil memiliki standar deviasi yang lebih besar dibandingkan dengan citra original. Hasil prediksi kandungan pigmen pada citra daun U09 terkalibrasi memiliki standar deviasi yang lebih besar untuk pigmen antosianin, karotenoid, dan klorofil dibandingkan dengan citra original. Hasil prediksi kandungan pigmen pada citra daun U10 terkalibrasi memiliki standar deviasi yang lebih kecil untuk pigmen antosianin, karotenoid, dan klorofil dibandingkan dengan citra original.

Selanjutnya gambar 9 adalah grafik rata-rata selisih standar deviasi hasil prediksi kandungan pigmen citra terkalibrasi dan citra *original* pada seluruh citra daun ungu.



Gambar 9. Grafik rata-rata selisih standar deviasi hasil prediksi kandungan pigmen citra terkalibrasi dan citra *original* pada seluruh citra daun ungu

Pada citra daun ungu keseluruhan didapatkan bahwa rata-rata selisih standar deviasi hasil prediksi kandungan pigmen citra terkalibrasi dengan citra original memiliki standar deviasi yang lebih kecil untuk pigmen antosianin, karotenoid, dan klorofil. Pada penelitian ini, daun ungu merupakan satu-satunya varietas daun yang diteliti yang menghasilkan nilai standar deviasi citra terkalibrasi yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai standar deviasi citra original. Standar deviasi untuk pigmen antosianin berkurang sebesar 0.0011, standar deviasi pigmen karotenoid berkurang sebesar 0.0006, dan standar deviasi pigmen klorofil berkurang sebesar 0.0017.

Hal ini menunjukkan bahwa model perbaikan citra yang dibuat berhasil mengatasi kondisi pencahayaan lingkungan sekitar ketika pengambilan gambar karena semakin kecil nilai selisih standar deviasi yang dihasilkan maka semakin mirip pula hasil prediksi kandungan pigmen objek daun yang sama tetapi diambil dalam lima tingkat pencahayaan yang berbeda.

Gambar 10 merupakan gambar yang menunjukkan perbandingan secara visual citra daun sebelum dan setelah perbaikan citra.



Gambar 10. Perbandingan Citra Daun U05 pada Lima Tingkat Pencahayaan Sebelum dan Setelah Perbaikan Citra

Secara visual dapat diamati bahwa citra daun setelah perbaikan citra akan relatif lebih mirip antara lima tingkat pencahayaan yang berbeda. Citra daun dengan tingkat pencahayaan gelap dan sangat gelap dapat terlihat mengalami perubahan yang relatif lebih besar.

Aplikasi Fuzzy Piction berbasis web yang dibuat dapat diakses baik melalui smartphone maupun desktop. Fuzzy Piction memiliki tiga halaman yaitu halaman awal atau panduan, halaman kalibrasi dan prediksi citra, dan halaman tentang kami. Gambar 11 merupakan tampilan halaman awal dari aplikasi Fuzzy Piction berbasis web. Halaman awal atau halaman panduan ini berisikan informasi yang diperlukan dalam menggunakan aplikasi Fuzzy Piction berbasis web. Penjelasan aplikasi secara umum, cara penggunaan fitur yang tersedia, dan navigasi halaman.



Selamat datang!

KRPA Fuzzy Piction web-app

Penjelasan umum	+
Penjelasan navigasi halaman	+
Kalibrasi warna dan prediksi kandungan pigmen citra daun	+
Penggunaan aplikasi dengan input kamera	+
Penggunaan aplikasi dengan upload file	+

Gambar 11. Halaman Awal Aplikasi Fuzzy Piction berbasis Web

Gambar 12 merupakan tampilan halaman kalibrasi dan prediksi citra. Halaman ini merupakan bagian utama dari aplikasi Fuzzy Piction yang berfungsi untuk melakukan perbaikan citra yang diambil dan juga prediksi kandungan pigmen. Hal yang harus dilakukan sebelum menggunakan fitur ini adalah melakukan pengukuran tingkat pencahayaan di lokasi pengambilan cahaya dengan menggunakan luxmeter. Luxmeter smartphone maupun luxmeter digital dapat digunakan. Setelah mendapatkan hasil pengukuran kemudian dapat memilih tingkat pencahayaan sesuai dengan yang sudah disediakan.



Kalibrasi warna dan prediksi kandungan pigmen citra daun

Pilih tingkat pencahayaan

Sangat terang

Pencahayaan sangat terang (90.000 - 100.000 lux)

Ambil citra



Gambar 12. Halaman Kalibrasi dan Prediksi Citra Aplikasi Fuzzy Piction berbasis Web

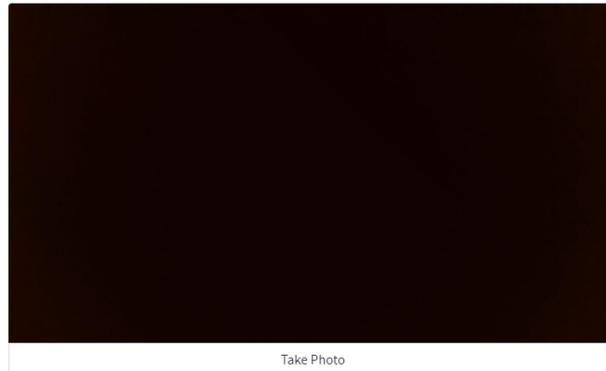
Terdapat dua cara input untuk melakukan kalibrasi dan prediksi citra yaitu dengan menggunakan kamera dan dengan menggunakan upload file. Fitur input menggunakan kamera dapat diakses baik melalui smartphone maupun desktop. Pada penggunaan input melalui kamera, pengguna aplikasi diharapkan untuk mengukur tingkat pencahayaan lingkungan sekitar pengambilan gambar



dengan menggunakan luxmeter digital atau aplikasi luxmeter pada smartphone. Setelah mengetahui tingkat pencahayaan maka dapat memilih menu tingkat pencahayaan sesuai dengan kategori yang telah ditetapkan. Setelah itu pastikan aplikasi Fuzzy Piction telah diberi izin akses kamera melalui browser. Kemudian ambil objek daun ungu dan letakkan pada latar kertas hvs putih. Pada pengambilan citra, user tidak perlu lagi menggunakan colorchecker chart karena model perbaikan citra akan menyesuaikan sesuai dengan tingkat kategori pencahayaan yang ada. Setelah itu tekan tombol take photo, tunggu beberapa saat citra akan tertangkap oleh kamera. Setelah citra didapatkan tekan tombol kalibrasi dan prediksi citra, tunggu beberapa saat maka hasil prediksi kandungan pigmen objek daun akan ditampilkan. Gambar 13 merupakan fitur kalibrasi dan prediksi citra dengan menggunakan input kamera. Gambar 14 merupakan fitur kalibrasi dan prediksi citra dengan menggunakan upload file.

Pencahayaan sangat terang (90.000 - 100.000 lux)

Ambil citra



Kalibrasi dan prediksi citra daun (kamera)

Gambar 13. Fitur Kalibrasi dan Prediksi Citra dengan Menggunakan Input Kamera

Upload citra daun



Kalibrasi dan prediksi citra daun (file upload)

Made with Streamlit

Gambar 14. Fitur Kalibrasi dan Prediksi Citra dengan Menggunakan Upload File

Gambar 15 merupakan tampilan halaman tentang kami. Halaman ini berisikan identitas pembimbing dan peneliti dari Kelompok Riset Precision Agriculture Universitas Ma Chung yang terlibat dalam pengembangan aplikasi Fuzzy Piction berbasis web.



Tentang kami

Kelompok Riset Precision Agriculture Universitas Ma Chung - Tim Pigmen

Pembimbing:

Ibu Dr. Kestrilia Rega Prilianti, M.Si.

Bapak Hendry Setiawan, ST., M.Kom.

Anggota:

Felix Adrian Tjokro A - 311810013

Marcelino Centauri D P - 311810020

Michael Yusano - 311810022

Gambar 15. Halaman Tentang Kami Aplikasi Fuzzy Piction berbasis Web

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat, model perbaikan citra berbasis algoritma machine learning gaussian process regression berhasil membuat hasil prediksi kandungan pigmen citra daun ungu semakin baik karena memiliki nilai selisih standar deviasi yang semakin kecil dengan rata-rata penurunan nilai selisih standar deviasi sebesar $-0.0011 \mu\text{g/g}$ untuk pigmen antosianin, sebesar $-0.0006 \mu\text{g/g}$ untuk pigmen karotenoid, dan sebesar $-0.0017 \mu\text{g/g}$ untuk pigmen klorofil pada citra daun ungu (*Graptophyllum pictum*). Model perbaikan citra berhasil mengatasi kondisi pencahayaan lingkungan ketika pengambilan citra daun meskipun pengukuran kondisi pencahayaan masih dilakukan secara manual dengan menggunakan bantuan aplikasi luxmeter smartphone. Selain itu, aplikasi Fuzzy Piction berbasis web yang berhasil dibuat juga dapat digunakan dengan baik, dapat diakses melalui smartphone maupun desktop kapan saja dan di mana saja.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. Abdalla, H. Cen, E. Abdel-Rahman, L. Wan and Y. He, "Color Calibration of Proximal Sensing RGB Images of Oilseed Rape Canopy via Deep Learning Combined with K-Means Algorithm," *Remote Sensing*, 2019.
- [2] M. Amani, H. Falk, O. D. Jensen, G. Vartdal, A. Aune and F. Lindseth, "Color Calibration on Human Skin Images," *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, pp. 211-223, 2019.
- [3] K. R. Prilianti, S. Anam, T. H. P. Brotosudarmo and A. Suryanto, "Real-time assessment of plant photosynthetic pigment contents with an artificial intelligence approach in a mobile application," *Journal of Agricultural Engineering*, vol. 51, no. 4, pp. 220-228, 2020.
- [4] A. Justine, "Pengembangan Fuzzy Convolutional Neural Network untuk Pengenalan Warna pada Sistem Prediksi Pigmen Tanaman," Universitas Ma Chung, Malang, 2021.
- [5] K. R. Prilianti, O. H. Kelana, H. Setiawan and W. Swastika, "Pengembangan Model Prediksi Komposisi Pigmen Fotosintesis Secara Non Destruktif Berbasis Citra Digital



Multispektral," *Laporan Akhir Hibah Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi Kemenristekdikti*, 2019.

- [6] S. Sunoj, C. Igathinathane, N. Saliendra, J. Hendrickson and D. Archer, "Color Calibration of Digital Images for Agriculture and Other Applications," *Elsevier*, 2018.
- [7] A. Justine, "Pengembangan Aplikasi Prediksi Kandungan Pigmen Daun Secara Non-Destruktif Berbasis Android," Universitas Ma Chung, Malang, 2020.
- [8] D. Kendal, C. E. Hauser, G. E. Garrard, S. Jellinek, K. M. Giljohann and J. L. Moore, "Quantifying Plant Colour and Colour Difference as Perceived by Humans Using Digital Images," *PLOS ONE*, 2013.