

Rancang Bangun Aplikasi Mobile Berbasis Kivy untuk Estimasi Biomassa Tanaman *Microgreen*

Design and Development of a Kivy Based Mobile Application for Microgreen Plant Biomass Estimation

Nelson Titoes Atetamia Pinem, I Putu Gede Budisanjaya*, Sumiyati, Ni Nyoman Sulastri

*Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana,
Badung, Bali, Indonesia*

*Email: budisanjaya@unud.ac.id

Abstrak

Biomassa merupakan indikator penting pertumbuhan tanaman, untuk memprediksi nilai biomassa dapat menggunakan indeks luas daun. Indeks Luas Daun (ILD) adalah variabel yang menunjukkan kondisi daun tanaman yang sangat mempengaruhi proses biofisik tanaman, terutama dalam proses fotosintesis dan penyerapan radiasi matahari. *Microgreen* merupakan sayuran hijau berukuran kecil yang mengandung sumber vitamin dan mineral yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang aplikasi *mobile* yang dapat mengestimasi nilai biomassa tanaman *microgreen* berbasis Kivy dan mendapatkan akurasi estimasi nilai biomassa yang telah dilakukan. Jenis *microgreen* yang digunakan pada penelitian ini adalah *microgreen* lobak, *microgreen* brokoli, dan *microgreen* pakcoy. Budidaya *microgreen* dilakukan sebanyak empat kali dengan teknik budidaya *indoor* menggunakan penyorotan LED pink. Budidaya I – III digunakan sebagai data latih dan Budidaya IV digunakan sebagai data uji. Aplikasi *mobile* estimasi biomassa tanaman *microgreen* dibuat dengan bahasa pemrograman Python, berbasis *framework* Kivy dan *library* OpenCV. ILD tanaman *microgreen* diperoleh dari proses pengolahan citra yang dirancang pada aplikasi. Perhitungan estimasi nilai biomassa tanaman *microgreen* pada aplikasi diperoleh dari persamaan regresi linier ILD dengan biomassa. Aplikasi *mobile* yang telah dirancang dalam mengestimasi biomassa *microgreen* diuji keakuratannya menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE). Persamaan regresi linier yang diperoleh yaitu $y = 153.12x - 54.113$ dengan koefisien determinasi sebesar 0,880 untuk biomassa basah dan $y = 11.552x - 3.4614$ dengan koefisien determinasi sebesar 0,585 untuk biomassa kering. Pengujian keakuratan aplikasi estimasi biomassa tanaman *microgreen* dengan menggunakan metode RMSE mendapatkan hasil yang baik. Diperoleh nilai RMSE yang cukup kecil yaitu 3,238 untuk estimasi biomassa basah dan 0,393 untuk estimasi biomassa kering.

Kata kunci: estimasi biomassa, indeks luas daun, *microgreen*, kivy, pengolahan citra

Abstract

Biomass is an important indicator of plant growth, and to predict biomass value, leaf area index can be used. Leaf Area Index (LAI) is a variable that indicates the condition of plant leaves which greatly influences the biophysical processes of plants, especially in photosynthesis and absorption of sunlight radiation. Microgreens are small-sized green vegetables containing high sources of vitamins and minerals. This study aims to design a mobile application that can estimate the biomass value of microgreen plants based on Kivy and obtain the accuracy of biomass estimation that has been conducted. The types of microgreens used in this study are radish microgreens, broccoli microgreens, and bok choy microgreens. Microgreen cultivation was conducted four times using indoor cultivation techniques with pink LED lighting. The first to third cultivations were used as training data and the fourth cultivation was used as test data. The mobile application for estimating microgreen biomass was created using the Python programming language, based on the Kivy framework and OpenCV library. LAI of microgreen plants was obtained from the image processing process designed in the application. The estimation of microgreen plant biomass value in the application is obtained from the linear regression equation of LAI with biomass. The accuracy of the mobile application in estimating microgreen biomass was tested using the Root Mean Square Error (RMSE) method. The linear regression equations obtained are $y = 153.12x - 54.113$ with a coefficient of determination of 0.880 for wet biomass, and $y = 11.552x - 3.4614$ with a coefficient of determination of 0.585 for dry biomass. Testing the accuracy of the microgreen biomass estimation application using the RMSE method yielded good results. The obtained RMSE values are sufficiently small, 3.238 for wet biomass estimation and 0.393 for dry biomass estimation.

Keyword: biomass estimation, leaf area index, microgreens, kivy, image processing

PENDAHULUAN

Microgreen merupakan sayuran hijau berukuran kecil atau mini yang dipanen pada saat kotiledon pertama pada tanaman tersebut tumbuh. Kotiledon tumbuh pada tanaman selama 7-14 hari sejak benih disemai dan dapat dipanen 7-21 hari setelah perkecambahan, yaitu pada saat kotiledon terbuka dan daun pertama mulai tumbuh sempurna (Salim, 2021). *Microgreens* banyak mengandung vitamin dan mineral karena daun tanaman barunya masih kaya akan minyak nabati dan protein. Dengan banyaknya nutrisi yang dikandung serta mudah untuk dibudidayakan, *microgreen* dapat dijadikan salah satu solusi untuk mengurangi gizi buruk dan obesitas di Indonesia yang populasi penduduknya selalu meningkat (Andrian et al., 2022). Berkembangnya populasi penduduk seiring dengan meningkatnya kebutuhan tempat tinggal, berdampak signifikan pada ketersediaan lahan pertanian (Hilmy et al., 2021). *Microgreens* menjadi salah satu pilihan budidaya sayuran dalam ruangan dalam konsep *urban farming* karena selain dapat dipanen dan dimakan ketika masih muda, juga dapat dilakukan secara sederhana, mudah, murah, dan tidak memerlukan banyak ruang (Gofar et al., 2022).

Pertumbuhan tanaman dapat diukur dari penambahan tinggi tanaman, jumlah daun, biomassa basah dan kering tanaman (Kuswandi & Sugiyarto, 2016). Biomassa tanaman merupakan massa semua bagian tanaman yang berasal dari proses fotosintesis, unsur hara dan air yang diserap oleh tanaman (Darmanti et al., 2009). Pengukuran biomassa merupakan indikator penting pertumbuhan dan hasil akhir tanaman. Pengukuran biomassa dengan konvensional memerlukan waktu yang lama karena tanaman perlu dipanen untuk mendapatkan biomassa tanaman (Chen et al., 2018; Zhang et al., 2021). Biomassa dapat diestimasi dengan Indeks Luas Daun (ILD) yang merupakan salah satu komponen penting dalam menduga pembentukan biomassa. ILD adalah variabel yang menunjukkan kondisi daun tanaman yang sangat mempengaruhi proses biofisik tanaman, terutama dalam proses fotosintesis dan penyerapan radiasi (Gusmayanti & Sholahuddin, 2015; Nurholis et al., 2023; Susanti & Safrina, 2018; Weraduwege et al., 2015). ILD dapat diukur dengan beberapa metode, seperti milimeter kertas, *gravimetry*, metode plong, metode planimeter, dan sebagainya. Metode-metode tersebut memerlukan waktu, sehingga perlu dicari

metode yang dapat mengukur dengan mudah, cepat dan akurat.

Proses pengukuran indeks luas daun menggunakan pengolahan citra digital berbasis *mobile* dapat membantu proses pengukuran menjadi lebih praktis (Empang, 2023). Dengan pengolahan citra identifikasi daun dapat dilakukan secara otomatis pada data citra digital untuk mengukur luas daun. Pengolahan citra digital merupakan proses menambahkan informasi serta menganalisis kualitas gambar sehingga dapat diinterpretasi oleh manusia maupun komputer dengan mudah (Umam et al., 2023). Pengolahan citra dan perhitungan estimasi biomassa tanaman *microgreen* dapat dibangun dalam aplikasi *mobile* agar lebih praktis dalam penggunaannya. Aplikasi *mobile* ini dapat dibangun dengan *framework* Kivy berbasis bahasa pemrograman *Python*. Kivy adalah salah satu *framework* yang efektif dalam membangun aplikasi, karena mampu berjalan pada berbagai *platform* yang umum digunakan seperti *Windows*, *Linux*, *Raspberry Pi*, *Android*, *MacOS*, dan *iOS* (Bhoyarkar et al., 2019).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang aplikasi *mobile* yang dapat mengestimasi nilai biomassa tanaman *microgreen* berbasis Kivy dan mendapatkan akurasi estimasi nilai biomassa yang diperoleh dari aplikasi *mobile* yang telah dirancang.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sistem dan Manajemen Keteknikan Pertanian dan Laboratorium Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Maret 2024.

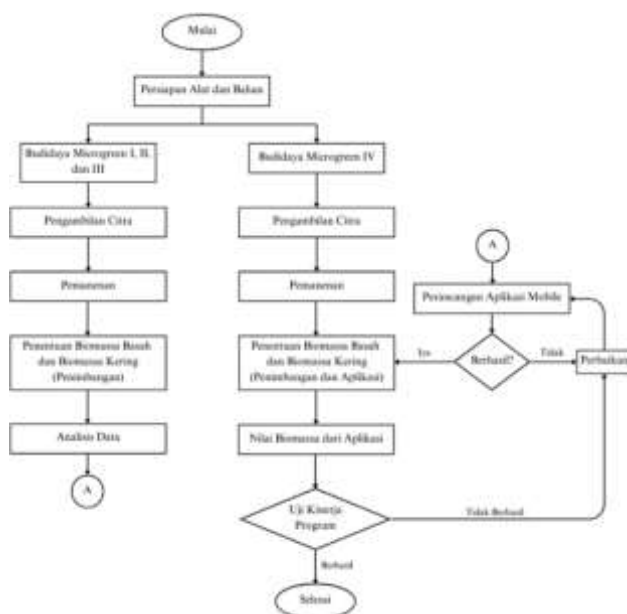
Bahan dan Alat

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih *microgreen* (Lobak, Brokoli, dan Pakcoy), pasir malang sebagai media tanam, lampu *LED Pink 9W*, *photo box* pengambilan citra 100 cm x 30 cm x 45 cm, *growth chamber* berukuran 70 cm x 27 cm x 90 cm dan plastik. Adapun alat yang digunakan pada penelitian adalah Laptop Acer Aspire 5, Intel(R)Core(TM) i3-1115G4 RAM 12 GB,

Handphone Infinix HOT 10S Android 11 RAM 6 GB 48M Triple Camera, Visual Studio Code, Python, Framework Kivy, Library OpenCV, semprotan air, gunting, timer, oven, desikator, dan timbangan digital akurasi 0,01 gram.

Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan melakukan budidaya tanaman *microgreen* seperti pada Gambar 1. Budidaya tanaman *microgreen* dilakukan dengan teknik budidaya *indoor*, menggunakan penyiangan dengan LED berwarna pink. Benih *microgreen* yang digunakan pada penelitian ini adalah benih *microgreen* lobak, brokoli, dan pakcoy. Media tanam yang digunakan yaitu berupa pasir malang yang sudah disterilisasi. Budidaya tanaman *microgreen* dilakukan sebanyak empat kali dikarenakan kendala jumlah *growth chamber*, Budidaya I – III digunakan sebagai data latih dan Budidaya IV digunakan sebagai data uji.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pengolahan citra yang diawali dengan proses akuisisi citra menggunakan kamera *Handphone* Infinix HOT 10S (48M Triple Camera) dengan pengaturan ISO 800, *local length* 4,74mm, *exposure time* 1/50. Citra diakuisisi dari sisi atas *photo box*. Setelah proses akuisisi, citra diolah menggunakan aplikasi *mobile* yang telah dirancang. Proses pengolahan citra pada aplikasi meliputi peningkatan citra, *HSV (Hue, Saturation, and Value) channel segmentation*, *grayscale*, penentuan *threshold*, binerisasi citra, dan morfologi citra.

Perancangan aplikasi *mobile* menggunakan metode *waterfall* yang cukup populer dan banyak digunakan sebagai metode pengembangan aplikasi. Adapun beberapa tahap dalam perancangan aplikasi *mobile* pada penelitian ini sebagai berikut: (1) *design*; (2) *implementation (coding)*; (3) *testing*; (4) *improvement*. Aplikasi *mobile* estimasi biomassa tanaman *microgreen* dirancang dengan bahasa pemrograman *Python*, berbasis *framework* Kivy dan *library* OpenCV. Proses *coding* dilakukan di *Software* Visual Studio Code.

Uji Kinerja Program

Aplikasi *mobile* yang telah dirancang dalam mengestimasi biomassa *microgreen* diuji keakuratannya menggunakan metode *Root Mean Square Error (RMSE)*. *RMSE* adalah metode pengukuran untuk menilai seberapa besar perbedaan antara nilai yang diestimasi oleh sebuah model dengan nilai yang sebenarnya diobservasi (Muzani et al., 2021).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2}{n}} \quad [1]$$

Keterangan:

Y_t = Nilai data aktual

F_t = Nilai hasil estimasi

n = Jumlah data

Menurut Makridakis (1995), keakuratan metode estimasi ditandai dengan adanya nilai *RMSE* yang kecil. Jika nilai *RMSE* semakin kecil maka estimasi model atau variabel tersebut semakin valid. Selain nilai yang kecil, untuk memverifikasi nilai *RMSE* yang diperoleh baik atau tidak, nilai *RMSE* dibandingkan dengan nilai standar deviasi *dataset*. Nilai *RMSE* yang baik memiliki nilai yang lebih kecil dari nilai standar deviasi *dataset* (Khumaidi et al., 2020).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad [2]$$

Keterangan:

σ = Standar deviasi

X_i = Nilai data ke- i

$\bar{X}$ = Rata – rata populasi

n = Jumlah data dalam populasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Budidaya

Hasil dari budidaya tanaman *microgreen* diperoleh nilai biomassa basah dan biomassa kering *microgreen* dengan proses penimbangan serta citra (gambar) dari tanaman *microgreen* yang akan diolah menggunakan aplikasi yang dirancang.

Perancangan Aplikasi Mobile dengan Framework Kivy

Perancangan aplikasi *mobile* menghasilkan tiga file kode pemrograman, antara lain:

- Python Code

File *python* merupakan file dasar dari aplikasi yang berisikan seluruh modul dan kelas dari berbagai pustaka yang digunakan dalam pemrograman aplikasi. Pada file *python* terdapat beberapa program seperti jendela aplikasi, *dropdown menu*, *file chooser*, jendela *popup error*, pemrograman yang dapat memuat file *kivy* yang menggambarkan tata letak *User Interface (UI)* yang digunakan pada aplikasi, serta proses pengolahan citra dan perhitungan *ILD*, biomassa basah dan biomassa kering *microgreen*. Berikut merupakan beberapa modul yang digunakan.

```
from kivymd.app import MDApp
from kivy.uix.boxlayout import BoxLayout
from kivymd.uix.menu import MDDropdownMenu
from kivy.uix.image import Image
from kivy.uix.button import Button
import cv2
```

- Splash Screen

Splash screen merupakan tampilan awal saat membuka aplikasi *mobile* sebelum tampilan utama aplikasi muncul. *Splash screen* dibuat dalam bentuk file *kivy* menggunakan *framework kivy*. *Splash screen* berisi logo serta nama aplikasi yang membantu memperkuat identitas aplikasi yang dibangun.

```
name: "MIKRO_SPLASH"
MDFloatLayout:
    md_bg_color: 0, 170/255, 0, 1
    Image:
        source: "logo.png"
        size_hint: 0.9, 0.9
        pos_hint: {'center_x':
0.5, 'center_y': 0.6}
    MDLabel:
        text: "Aplikasi Estimasi
Biomassa Microgreen"
        pos_hint: {'center_x': 0.5,
'center_y': 0.3}
        halign: 'center'
        theme_text_color: 'Custom'
```

```
text_color: 1,1,1,1
font_size: "35sp"
font_name:
"GoldleafBoldPersonalUseBold-eZ4d0.ttf"
```

- Main Screen

File *kivy* yang berisikan definisi tata letak dan tampilan antarmuka pengguna (*UI*) untuk aplikasi *mobile* yang dibangun. Main screen berisi beberapa teks, button, serta program penampil gambar.

MDRaisedButton:

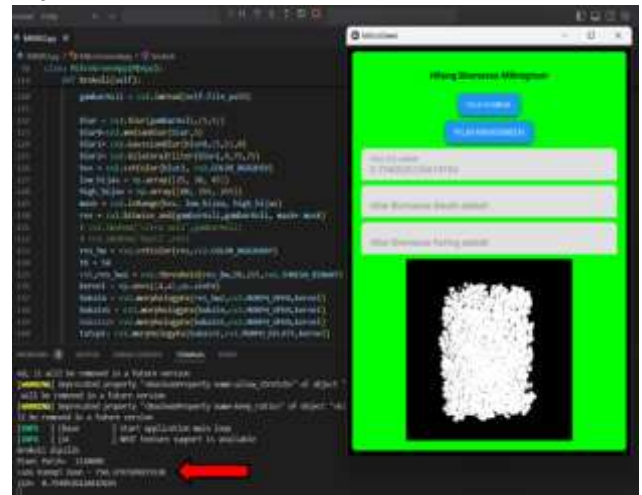
```
text: "PILIH GAMBAR"
font_size: 30
pos_hint: {'center_x': 0.5}
on_press: app.show_file_chooser()
spacing:10.
```

MDRaisedButton:

```
id: dropdown_mikrogreen
text: "PILIH MIKROGREEN"
pos_hint: {'center_x': 0.5,
'center_y': 0.6}
size_hint: None, None
size: 150, 50
font_size: 30
on_release:app.pilihMikrogreen()
```

Pengukuran Nilai Indeks Luas Daun (ILD) dengan Pengolahan Citra

Nilai *ILD* yang dihasilkan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2, merupakan hasil bagi luas kanopi daun *microgreen* dengan luas area yang tertutupi daun. Pada penelitian ini, luas area diganti dengan objek referensi berukuran 35 cm x 27 cm = 945 cm².



Gambar 2. Hasil run coding perhitungan *ILD* dengan pengolahan citra

Nilai *ILD microgreen* setiap jenis tanaman pada Budidaya I - III yang diperoleh dari program yang telah dirancang menggunakan *Library OpenCV* pada

Software Visual Studio Code dapat dilihat pada Tabel 1.

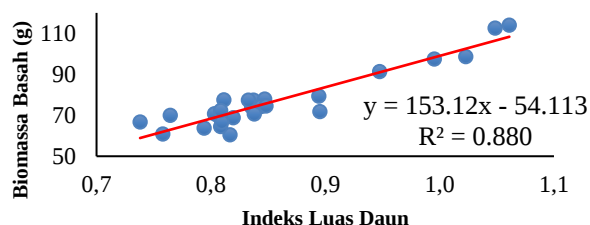
Tabel 1. Nilai ILD *microgreen* Budidaya I - III

Jenis <i>Microgreen</i>	Budidaya I	Budidaya II	Budidaya III
Lobak 1	0.806	0.820	1.023
Lobak 2	0.808	0.895	1.061
Lobak 3	0.948	0.995	1.048
Brokoli 1	0.794	0.809	0.894
Brokoli 2	0.817	0.809	0.833
Brokoli 3	0.758	0.836	0.838
Pakcoy 1	0.811	0.847	0.738
Pakcoy 2	0.803	0.809	0.764
Pakcoy 3	0.837	0.844	0.848

Perbedaan hasil nilai ILD disebabkan oleh kemampuan benih untuk berkecambah berbeda-beda, dipengaruhi oleh faktor internal benih itu sendiri (Zidny Fatikhasari et al., 2022). Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan yaitu genetik tumbuhan. Genetik tumbuhan merupakan substansi hereditas dan penentu sifat individu yang terdapat didalam kromosom. Sifat genetik ini berdampak pada ukuran dan bentuk tubuh tumbuhan (Mabakotawasi et al., 2022).

Regresi Linier ILD dengan Biomassa Basah *Microgreen*

Hasil uji regresi linier menunjukkan bahwa variabel ILD (X) berpengaruh nyata terhadap variabel biomassa basah (Y) ($P < 0,05$). Grafik regresi linier dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik regresi linier ILD dengan biomassa basah *microgreen*

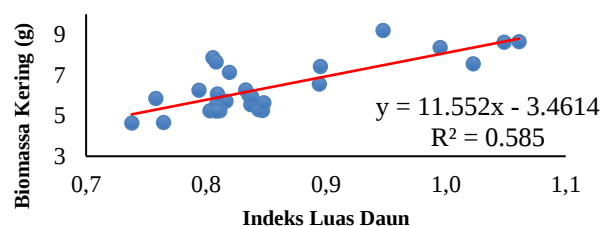
Berdasarkan grafik regresi linier di atas, nilai koefisien regresi ILD sebesar 153,12 artinya setiap penambahan 1% nilai ILD, maka nilai biomassa basah bertambah sebesar 153,12. Koefisien regresi tersebut bernilai positif, sehingga dapat disimpulkan

bahwa pengaruh ILD terhadap biomassa basah adalah positif.

Dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi (R Square) sebesar 0,880 maka pengaruh ILD terhadap biomassa basah *microgreen* adalah sebesar 88%. Koefisien determinasi digunakan untuk menginterpretasikan besarnya pengaruh antara ILD dengan biomassa basah, koefisien determinasi sebesar 0,880 tergolong berpengaruh kuat (Sarjana et al., 2020). Biomassa basah merupakan hasil fotosintesis yang terakumulasi dalam bentuk protein, karbohidrat, dan lipid. Semakin besar biomassa suatu tanaman, maka semakin tinggi pula kandungan unsur hara tanah yang dapat diserap tanaman tersebut. Indeks luas daun dapat digunakan sebagai acuan untuk menggambarkan proses fotosintesis dan asimilasi tanaman, sehingga dapat digunakan untuk memperkirakan biomassa tanaman (Nurholis et al., 2023). ILD sangat penting untuk mengetahui intensitas radiasi yang diintersepsi oleh daun sehingga ILD dapat digunakan untuk pendugaan nilai biomassa tanaman (Susanti & Safrina, 2018).

Regresi Linier ILD dengan Biomassa Kering *Microgreen*

Hasil uji regresi linier menunjukkan bahwa variabel ILD (X) berpengaruh nyata terhadap variabel biomassa kering (Y) ($P < 0,05$). Grafik regresi linier dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik regresi linier ILD dengan biomassa kering *microgreen*

Berdasarkan grafik regresi linier di atas, nilai koefisien regresi ILD sebesar 11,552 artinya setiap penambahan 1% nilai ILD, maka nilai biomassa basah bertambah sebesar 11,552. Koefisien regresi tersebut bernilai positif, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengaruh ILD terhadap biomassa kering adalah positif.

Dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi (R Square) sebesar 0,585 maka pengaruh ILD

terhadap biomassa kering *microgreen* adalah sebesar 58%. Koefisien determinasi digunakan untuk menginterpretasikan besarnya pengaruh antara ILD dengan biomassa kering, koefisien determinasi sebesar 0,585 tergolong berpengaruh sedang (Sarjana et al., 2020). Biomassa kering mengacu pada berat bahan tanaman setelah semua kandungan air dihilangkan. Namun, hubungan antara indeks luas daun dan biomassa kering tanaman tidak linier dan bervariasi, bergantung pada partisi karbon. Alokasi karbon ke berbagai bagian tanaman, seperti luas daun baru, massa daun, reproduksi, dan respirasi, yang dapat mempengaruhi hubungan antara indeks luas daun dan biomassa kering (Weraduwege et al., 2015). Biomassa basah lebih baik digunakan untuk mewakili biomassa tanaman dalam hubungannya dengan ILD tanaman. Hal ini juga menunjukkan bahwa kandungan air tanaman tidak linier dengan biomassa kering (Huang et al., 2019).

Implementasi Estimasi Biomassa dengan Aplikasi Mobile

Selanjutnya aplikasi yang telah diprogram pada *Software Visual Studio Code* menggunakan bahasa *python* berbasis *Kivy* serta *library OpenCV* dijalankan pada *Handphone* Infinix HOT 10S (RAM 6 GB Android 11).



Gambar 5. a) Splash screen, b) Main screen, c) Button pemilihan citra, d) Tampilan citra pada aplikasi, e) Button pemilihan jenis *microgreen*, dan f) Tampilan hasil estimasi biomassa oleh aplikasi.

Tampilan awal merupakan *splash screen* yang berisikan logo dan nama aplikasi, setelah beberapa

detik tampilan berubah menjadi *main screen*. Menekan tombol “PILIH GAMBAR” pada layar untuk memilih citra *microgreen* yang ingin diperoleh nilai biomassa nya, maka citra akan muncul pada layar utama. Untuk memulai proses pengolahan citra dan perhitungan menekan tombol “PILIH MICROGREEN” maka akan muncul menu pilihan jenis *microgreen* yang ingin digunakan. Setelah memilih jenis *microgreen* dengan menekan salah satu jenis *microgreen* maka proses akan dimulai dan hasil estimasi akan terlihat pada layar aplikasi. Hasil estimasi biomassa *microgreen* setiap jenis tanaman pada Budidaya IV yang diperoleh dari aplikasi yang telah dibangun dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil estimasi biomassa *microgreen*

Jenis <i>Microgreen</i>	Biomassa Basah (g)	Biomassa Kering (g)
Lobak 1	100.51	8.20
Lobak 2	92.23	7.58
Lobak 3	118.21	9.54
Brokoli 1	74.74	6.26
Brokoli 2	77.40	6.46
Brokoli 3	59.40	5.10
Pakcoy 1	72.04	6.06
Pakcoy 2	68.33	5.78
Pakcoy 3	72.79	6.11

Uji RMSE (Root Mean Square Error) Estimasi Biomassa *Microgreen*

Berdasarkan uji *RMSE*, diperoleh nilai *RMSE* estimasi biomassa basah yaitu 3,238 dan nilai *RMSE* estimasi biomassa kering yaitu 0,393. Nilai *RMSE* tersebut merupakan nilai rata – rata kuadrat dari jumlah error pada model estimasi. Fungsi *RMSE* digunakan untuk memperoleh tingkat kesalahan hasil prediksi. Semakin kecil nilai *RMSE* (mendekati 0), maka semakin akurat nilai prediksi tersebut (Suprayogi et al., 2014). Jika nilai *RMSE* semakin kecil berarti nilai prediksinya semakin akurat yang berarti hasilnya semakin baik (Hamdanah & Fitriana, 2021). Keakuratan aplikasi estimasi biomassa *microgreen* dapat dikatakan baik, hal ini ditunjukkan oleh nilai *RMSE* yang diperoleh cukup kecil yaitu 3,238 untuk biomassa basah dan 0,393 untuk biomassa kering. Selain nilai *RMSE* yang kecil, nilai *RMSE* yang lebih kecil dari nilai standar deviasi *dataset* dapat dikatakan baik (Khumaidi et al., 2020). Nilai *RMSE* yang diperoleh lebih kecil dari nilai

standar deviasi *dataset* yaitu $3,238 < 17,71$ untuk biomassa basah dan $0,393 < 1,61$ untuk biomassa kering.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan serta pengujian pada penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan aplikasi estimasi biomassa tanaman *microgreen* berhasil dibangun dengan menggunakan berbagai fitur yang ada pada *framework Kivy* menggunakan bahasa pemrograman *Python* serta *library OpenCV*. Aplikasi dapat mengolah citra untuk menghitung nilai ILD dan mengestimasi nilai biomassa *microgreen*. Persamaan regresi linier ILD dengan biomassa yang diperoleh yaitu $y = 153.12x - 54.113$ dengan koefisien determinasi sebesar 0,880 untuk biomassa basah dan $y = 11.552x - 3.4614$ dengan koefisien determinasi sebesar 0,585 untuk biomassa kering. Keakuratan aplikasi estimasi biomassa tanaman *microgreen* yang dihitung dengan menggunakan metode *RMSE* mendapatkan hasil yang baik. Diperoleh nilai *RMSE* yang cukup kecil yaitu 3,238 untuk estimasi biomassa basah dan 0,393 untuk estimasi biomassa kering.

Saran

Pengembangan data yang digunakan dalam membangun aplikasi estimasi biomassa *microgreen* diperbanyak jumlah maupun jenis tanaman *microgreen* untuk memperoleh hasil estimasi yang lebih baik serta pengembangan program aplikasi mobile dengan menambahkan fitur kamera agar dapat melakukan proses akuisisi citra langsung pada aplikasi estimasi biomassa *microgreen*.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, R., Agustiansyah, A., Junaidi, A., & Lestari, D. I. (2022). Aplikasi Pengukuran Luas Daun Tanaman Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Android. *Jurnal Agrotropika*, 21(2), 115. <https://doi.org/10.23960/ja.v21i2.6096>
- Bhoyarkar, A., Solanki, A., & Balbudhe, A. (2019). Application Development using Kivy Framework. *Ijarccce*, 8(2), 53–58. <https://doi.org/10.17148/ijarccce.2019.8209>
- Chen, D., Shi, R., Pape, J. M., Neumann, K., Arend, D., Graner, A., Chen, M., & Klukas, C. (2018). Predicting plant biomass accumulation from image-derived parameters. *GigaScience*, 7(2), 1–13. <https://doi.org/10.1093/gigascience/giy001>
- Darmanti, S., Nurchayati, Y., Hastuti, D., & Syaifuddin, M. (2009). Produksi Biomassa Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin*) yang Ditanam pada Intensitas Cahaya yang Berbeda. *Anatomi Fisiologi*, XVII(1), 22–29. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/janafis/article/view/2532>
- Empang, F. C. (2023). *Lobak Menggunakan Pengolahan Citra*. 12, 99–108.
- Gofar, N., Nur, T. P., Permatasari, S. D. I., & Sriwahyuni, N. (2022). *Teknik Budidaya Microgreens*.
- Gusmayanti, E., & Sholahuddin. (2015). Luas Daun Spesifik dan Indeks Luas Daun Tanaman Sagu Di Desa Sungai Ambangah Kalimantan Barat (*Specific Leaf Area And Leaf Area Index Of Sago Palm In Sungai Ambangah Village West Kalimantan*). 184–192. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/semirata2015/article/view/13963/12504>
- Hamdanah, F. H., & Fitrianah, D. (2021). Analisis Performansi Algoritma Linear Regression dengan Generalized Linear Model untuk Prediksi Penjualan pada Usaha Mikra, Kecil, dan Menengah. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 10(1), 23. <https://doi.org/10.23887/janapati.v10i1.31035>
- Hilmy, R. H., Susana, R., & Hadiatna, F. (2021). Rancang Bangun Smart Grow Box Hidroponik Untuk Pertumbuhan Tanaman Microgreen Berbasis Internet of Things. *Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro*, 10(2), 41. <https://doi.org/10.30591/polektro.v10i2.2579>
- Huang, W., Ratkowsky, D. A., Hui, C., Wang, P., Su, J., & Shi, P. (2019). Leaf fresh weight versus dry weight: Which is better for describing the scaling relationship between leaf biomass and leaf area for broad-leaved plants? *Forests*, 10(3), 1–19. <https://doi.org/10.3390/f10030256>
- Khumaidi, A., Raafi'udin, R., & Solihin, I. P. (2020). Pengujian Algoritma Long Short-Term Memory untuk Prediksi Kualitas Udara dan Suhu Kota Bandung. *Jurnal Telematika*, 15(1), 13–18.
- Kuswandi, P. C., & Sugiyarto, L. (2016). Application of Mycorrhiza on Planting Media of Two Tomato Varieties To Increase vegetable Productivity in Drought Condition. *Jurnal Sains Dasar*, 4(1), 17–22. <https://doi.org/10.21831/jsd.v4i1.8432>
- Mabakotawasi, S., Sutardi, & Istiqomah. (2022). Uji Efektifitas Penggunaan MA-11 terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat. *Biolearning Journal*, 9(2), 2–4.
- Muzani, M. A., Sukri, M. I. A., Fauziah, S. N., Pradnya, W. M., & Suyonto, A. (2021). Algoritma Adaptive Neuro Fuzzy Inference

System Untuk Perkiraan Intensitas Curah Hujan. *SISFOTEK: Sistem Informasi Dan Teknologi*, 5(1), 102–106.

Tekanan Osmotik Berbeda. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1), 7–17. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.1.7>

Nurholis, Choirul Umam, Mohammad Syafii, Erika Nor Damayanti, Syaifullah, Dery Anugerah Dermawan, & Ach Supyanto. (2023). Penerapan Metode Digital Untuk Mengukur Indeks Luas Daun Tanaman Sawi Caisim (*Brassica Juncae L.*). *Jurnal Pengelolaan Perkebunan (JPP)*, 4(1), 8–15. <https://doi.org/10.54387/jpp.v4i1.30>

Salim, M. A. (2021). *Budidaya Microgreens : Sayuran Kecil Kaya Nutrisi dan Menyehatkan*. [http://digilib.uinsgd.ac.id/43613/%0Ahttp://digilib.uinsgd.ac.id/43613/1/BUKU](http://digilib.uinsgd.ac.id/43613/%0Ahttp://digilib.uinsgd.ac.id/43613/1/BUKU%20MICROGREENS.pdf)

Sarjana, K., Hayati, L., & Wahidaturrahmi, W. (2020). Mathematical modelling and verbal abilities: How they determine students' ability to solve mathematical word problems? *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, 13(2), 117–129. <https://doi.org/10.20414/betajtm.v13i2.390>

Suprayogi, I., Trimaijon, & Mahyudin. (2014). Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (JST) (Studi Kasus: Sub DAS Siak Hulu). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 1(1), 1–18. <http://ce.unri.ac.id>

Susanti, D., & Safrina, D. (2018). *Identifikasi Luas Daun Spesifik dan Indeks Luas Daun Pegagan di Karangpandan, Karanganyar Jawa Tengah*. 11(1), 11–17. <https://doi.org/10.22435/toi.v11i1.8242>. CITATIONS

Umam, C., Putri, S. A., Milyani, J., Aurelita, S. K., Suryawati, S., & Purwaningsih, Y. (2023). Perhitungan Luas Daun Berbasis Pemrosesan Citra Digital. *Teknotan*, 17(2), 115. <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n2.5>

Weraduwege, S. M., Chen, J., Anozie, F. C., Morales, A., Weise, S. E., & Sharkey, T. D. (2015). The relationship between leaf area growth and biomass accumulation in *Arabidopsis thaliana*. *Frontiers in Plant Science*, 6(APR), 1–21. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00167>

Zhang, Y., Xia, C., Zhang, X., Cheng, X., Feng, G., Wang, Y., & Gao, Q. (2021). Estimating the maize biomass by crop height and narrowband vegetation indices derived from UAV-based hyperspectral images. *Ecological Indicators*, 129, 107985. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107985>

Zidny Fatikhasari, Lailaty, I. Q., Sartika, D., & Ubaidi, M. A. (2022). Viabilitas dan Vigor Benih Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L.*), Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*) R. Wilczek, dan Jagung (*Zea mays L.*) pada Temperatur dan