

**PENGUJIAN AKURASI APLIKASI *BIOLEAF* DALAM MENENTUKAN  
LUAS SERANGAN HAMA PEMAKAN DAUN**



**Bonjok Istiaji**

**Moch. Ramdani Subandi**

**DEPARTEMEN PROTEKSI TANAMAN, FAKULTAS PERTANIAN**

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**2026**

## LEMBAR PENGESAHAN

**Judul Pemikiran** : Pengujian Akurasi Aplikasi *Bioleaf* Dalam Menentukan Luas Serangan Hama Pemakan Daun

**Nama Penulis** : Bonjok Istiaji  
Moch. Ramdani Subandi

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.  
NIP. 196902121992031003

Bogor, 23 Juni 2026  
Penulis,



Bonjok Istiaji, S.P., M.Si.  
NIP. 197407271999031003

# **PENGUJIAN AKURASI APLIKASI *BIOLEAF* DALAM MENENTUKAN LUAS SERANGAN HAMA PEMAKAN DAUN**

Bonjok Istiaji & Moch. Ramdani Subandi

## **ABSTRACT**

Pest attacks on plant leaves significantly reduce agricultural productivity, as leaves are vital for photosynthesis and serve as early indicators of physiological damage. Therefore, measuring leaf damage is essential for assessing plant health and the effectiveness of pest control. Conventional methods such as millimeter paper, gravimetry, and planimetry are often impractical and prone to error, especially with large sample sizes, while Leaf Area Meter (LAM) are limited by high costs. BioLeaf, a smartphone-based application, offers a practical, efficient, and user-friendly digital solution for measuring leaf damage. This study aimed to evaluate the accuracy of BioLeaf in determining pest damage on leaves, conducted in Kampung Carang Pulang, Cikarawang Village, Dramaga District, Bogor Regency, and at the Plant Clinic Laboratory, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, IPB University. Fourteen leaf samples with varying types and levels of damage were analyzed using five treatments and three devices (a camera, smartphone 1, and smartphone 2). Measurements from BioLeaf were compared to manual methods and ImageJ software to assess accuracy. The results showed that BioLeaf has high accuracy and can serve as a practical and efficient alternative for monitoring leaf damage in the field, providing benefits for both farmers and researchers.

Keywords: accuracy, area measurement, bioLeaf, digital application, leaf damage, plant pests

## **PENDAHULUAN**

Praktik pertanian yang dilakukan pada suatu hamparan lahan melibatkan komponen penyusun penting yang ada di dalamnya, sehingga membentuk suatu ekosistem. Komponen penyusun ekosistem tersebut saling berasosiasi untuk mempertahankan kehidupannya, salah satunya asosiasi antara serangga dan tanaman. Serangga pada tanaman memiliki peranan yang beragam, seperti herbivora atau hama, parasitoid, predator dan pengurai (Danial dan Efendi 2020). Kendati demikian, salah satu peran yang krusial yang seringkali menimbulkan masalah pada suatu ekosistem ialah peran serangga sebagai herbivora atau hama. Hal ini dikarenakan hama berpengaruh sangat besar terhadap keberhasilan dalam produktivitas tanaman pada pertanian (Egerer *et al.* 2020). Serangan hama juga dapat menyebabkan terjadinya gangguan fisiologis tanaman, meliputi bagian biji, bunga, buah, cabang, batang, akar dan terutama daun (Rahayu 1998). Kerusakan pada daun dinilai vital untuk dikuantifikasi daripada bagian tanaman lainnya karena daun merupakan organ vital untuk fotosintesis dan indikator utama kesehatan tanaman. Studi oleh Putri *et al.* (2021) pada *Shorea balangeran* menunjukkan bahwa 65,72% kerusakan daun (terutama berlubang) secara langsung mengurangi kapasitas fotosintesis, yang berdampak pada produksi biomassa dan ketahanan tanaman. Daun juga menjadi bagian pertama yang menunjukkan gejala serangan

hama, seperti yang terlihat pada studi Anshori *et al.* (2024) mengenai tanaman Anglai (*Intsia palembanica*) yang menyebabkan 100% kerusakan daun disebabkan oleh ulat, kumbang, dan penyakit, mengganggu fungsi fisiologis seperti respirasi dan biosintesis senyawa pertahanan tanaman. Alhasil, dampak negatif ini berujung pada menurunnya hasil panen pertanian.

Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian untuk mengetahui kerusakan daun yang disebabkan oleh hama. Informasi kerusakan daun sebagai studi dasar dalam menilai tingkat kerusakan tanaman untuk merumuskan taktik pengendalian yang terpadu. Informasi kerusakan daun tanaman juga membantu identifikasi senyawa ataupun gen pertahanan tanaman untuk menghasilkan varietas tanaman yang tahan hama pada hama tersebut. Selain itu, studi terkait kerusakan daun juga membantu peneliti dan petani untuk mengukur efektivitas insektisida atau pengendalian hama lainnya.

Di sisi lain, metode yang digunakan untuk penelitian kerusakan daun sejauh ini masih banyak dilakukan sifatnya konvensional. Pengukuran tingkat kerusakan daun secara konvensional biasanya dilakukan dengan melakukan perhitungan manual. Beberapa pengukuran luas daun secara manual telah banyak dilakukan, yaitu metode kertas milimeter, metode gravimetri, metode planimeter, dan metode panjang kali lebar. Pada metode kertas milimeter, gravimetri, dan planimeter memiliki kelemahan yaitu jika diterapkan pada sampel dengan jumlah daun yang banyak sangat tidak praktis dan rawan terjadi *human error*. Sedangkan pada metode panjang kali lebar, perhitungan luas daun merupakan hasil perkalian dari panjang, lebar dan nilai konstanta. Persamaan tersebut tidak dapat digunakan untuk semua tanaman karena nilai konstanta berbeda antar spesies dan diperlukan pengamatan pendahuluan untuk menentukan nilai konstanta (Sitompul dan Guritno 1995). Saat ini untuk mengukur luas daun dengan elektronik dapat menggunakan *Leaf Area Meter* (LAM). LAM merupakan alat elektronik untuk mengukur luas daun tanaman dengan akurasi tinggi, tetapi harga alat yang sangat mahal menyebabkan tidak banyak pihak yang memilikinya.

Seiring perkembangannya beberapa metode perhitungan diatas, diketahui memiliki kekurangan masing-masing, sehingga muncul berbagai inovasi perhitungan kerusakan berbasis pengolahan citra digital yang dapat digunakan untuk mengukur luas daun seperti WinFOLIA, IrfanView, dan ImageJ. Dengan *software* tersebut, pengukuran luas daun dapat dilakukan lebih mudah karena tahap perhitungan luas daun dilakukan oleh *software* (Sommerville 2010). Penggunaan *software* tersebut memerlukan perangkat *desktop scanner* untuk akuisis citra dan memerlukan komputer untuk memprosesnya sehingga kurang praktis apabila harus dilakukan dilapangan (Larman 2004). Saat ini *smartphone* berkembang sangat pesat terutama segi fitur yang dimilikinya. *Smartphone* sudah dilengkapi dengan kamera untuk mengakuisisi citra dan juga memiliki kemampuan melakukan pengolahan citra, hal ini membuat *smartphone* dianggap lebih praktis dibanding harus membawa *scanner* dan komputer (Souza *et al.* 2015). Berdasarkan kondisi tersebut, terciptalah aplikasi BioLeaf sebagai metode alternatif dalam kegiatan pengukuran luas daun. Aplikasi BioLeaf dapat berjalan pada *smartphone* sehingga pengukuran menjadi lebih praktis dan dapat dilakukan dimana saja karena *smartphone* telah dilengkapi dengan kamera dan mudah dibawa. Namun dengan pengembang aplikasi yang melakukan klaim bahwa aplikasinya dianggap akurat dan efisien, perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut untuk membuktikan aplikasi

tersebut sesuai dengan klaimnya. Oleh karena itu, penelitian ini krusial untuk melakukan pengujian tingkat akurasi pada salah satu aplikasi bernama Bioleaf. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat akurasi aplikasi BioLeaf untuk menghitung luas serangan pada daun.

## METODE

### Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kampung Carang Pulang, Desa Cikarawang, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat dan Laboratorium Klinik Tanaman, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor sejak bulan Agustus 2024 hingga September 2024.

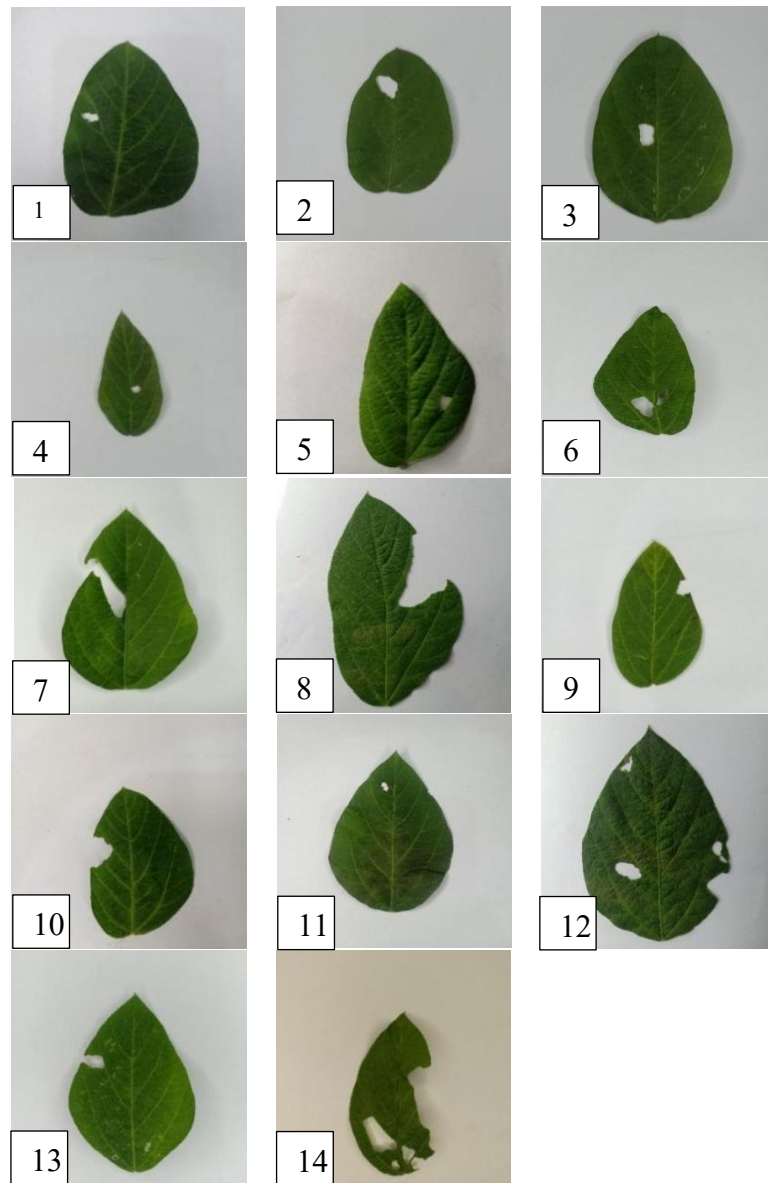
### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *smartphone*, kamera *mirrorless*, kertas milimeter blok, penggaris, kertas HVS, kaca, alat tulis dan komputer. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 14 helai daun kedelai, plastik dan label.

### Pengambilan data

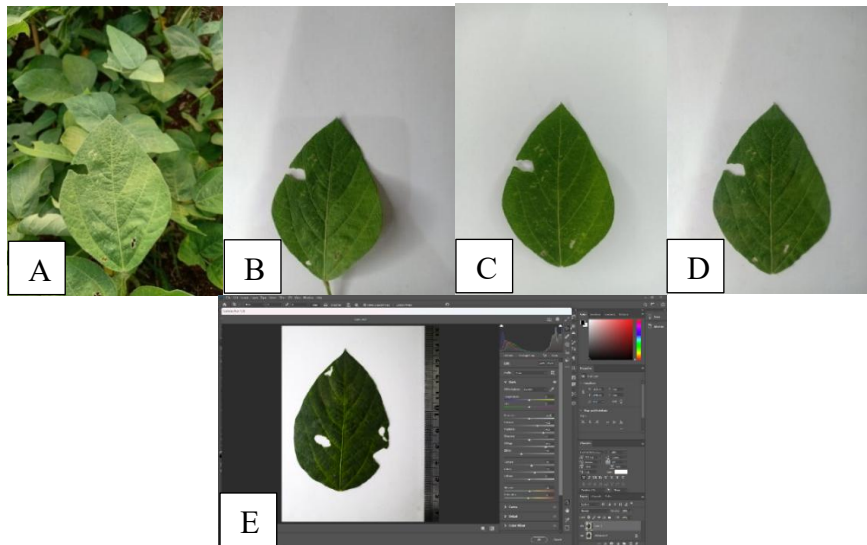
Penelitian dilakukan terhadap tanaman kedelai yang memiliki kriteria gejala kerusakan daun yang disebabkan oleh serangan hama kemudian diidentifikasi oleh aplikasi BioLeaf guna melihat persentase kerusakan daun. Daun diambil sebanyak 14 sampel dengan variasi ukuran dan jenis kerusakan yang berbeda, dengan menggunakan metode *Purposive sampling*. Daun yang menjadi sampel pada penelitian ini ditampilkan pada gambar 1

Selain itu, Penelitian ini menggunakan 3 jenis device yang berbeda yaitu kamera *mirrorless* dengan resolusi 24 MP (megapiksel), *smartphone* 1 beresolusi 48 MP, dan *smartphone* 2 resolusi 25 MP. Perbedaan jenis device bertujuan agar mengetahui apakah ada perbedaan yang memengaruhi hasil perhitungan aplikasi BioLeaf. Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan uji dengan menggunakan BioLeaf dan 2 perlakuan sebagai pembanding yaitu manual dan *software* ImageJ. Pada setiap device dan sampel daun dilakukan 5 kali pengulangan foto untuk dilakukan perhitungan data.



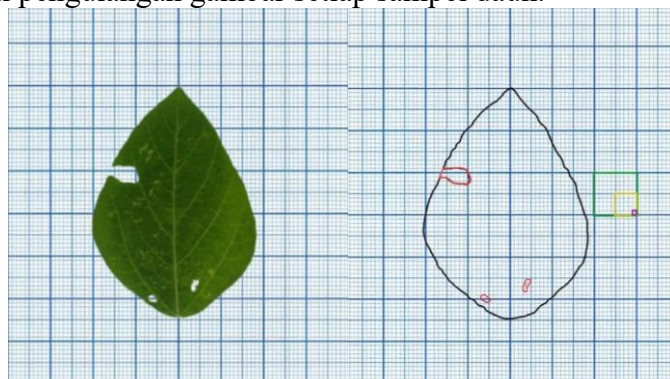
Gambar 1 Empat belas sampel daun untuk pengujian akurasi

Pengambilan data menggunakan aplikasi BioLeaf dilakukan dengan menggunakan 5 perlakuan dan setiap perlakuan sampel daun dilakukan 5 kali pengulangan foto dan perhitungan dengan total sampel 350 data untuk menguji aplikasi bioleaf pada kondisi yang berbeda. Pengujian yang terdiri dari 5 perlakuan tersebut antara lain; Perlakuan 1 (P1) yaitu dengan pengambilan foto sampel secara langsung, perlakuan 2 (P2) dengan menggabungkan P1 ditambah dengan HVS sebagai *background* foto, perlakuan 3 (P3) dengan sampel dipetik dan difoto dibidang datar dengan penambahan HVS sebagai *background* foto, perlakuan 4 (P4) dengan menggabungkan P3 lalu ditambahkan kaca bening diatas daun, dan perlakuan 5 (P5) dilakukan dengan mengambil hasil foto dari P4 yang kemudian dilakukan pengeditan menggunakan *software* Photoshop guna memperjelas gambar. Setelah foto diambil, foto dimasukkan kedalam aplikasi Bioleaf dan selanjutnya dilakukan segmentasi lalu aplikasi dapat membagi secara langsung defoliasinya.



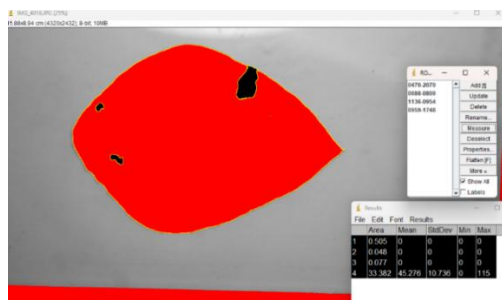
Gambar 2 Hasil gambar tiap perlakuan; perlakuan 1 (A), perlakuan 2 (B), perlakuan 3 (C), perlakuan (D) dan perlakuan 5 (E)

Pengambilan data pembandingan 1 yaitu manual dengan cara menggambar daun diatas kertas milimeter blok dan membuat garis khayal pada daerah daun yang rusak lalu dihitung melalui rumus persentase defoliiasi daun. Luas daun dihitung berdasarkan jumlah kotak dalam pola daun yang digambar pada bidang persegi panjang millimeter blok (Andrian *et al.* 2022). Pada perhitungan manual ini dilakukan 5 kali pengulangan gambar setiap sampel daun.



Gambar 3 Ilustrasi perhitungan manual menggunakan milimeter block

Disisi lain pembandingan 2 yaitu aplikasi ImageJ menggunakan kamera *mirrorless* dengan cara menggabungkan P4 dan ditambah penggaris disampingnya sebagai referensi skala lalu mengubah hasil foto menjadi 8 bit, dilakukan thresholding untuk memisahkan antara objek dengan background, dan memilih area daun sehat dan area daun rusak untuk dilakukan perhitungan menggunakan rumus persentase defoliiasi daun. Hal ini sesuai dengan Pride *et al.* (2020) Perhitungan imageJ diawali dengan *set scale* untuk mengatur skala  $\pi \pm el$  pada gambar. Lalu gambar diconvert pada 8 Bit dan dilakukan treshold untuk membagi gambar menjadi dua atau lebih kelas piksel, seperti latar depan dan latar belakang dan bagian akhir dilakukan pemilahan area daun yang sehat dan yang terserang. Pada perhitungan ImageJ ini dilakukan 5 kali pengambilan foto dan pengulangan perhitungan pada setiap sampel daun.



Gambar 4 Contoh perhitungan menggunakan ImageJ

Selain pengujian akurasi pada aplikasi BioLeaf yang dibandingkan dengan metode manual dan ImageJ, dilakukan pula pengujian dari aspek efisiensi waktu dengan menghitung durasi yang dibutuhkan dari setiap 5 perlakuan aplikasi bioleaf, manual dan imageJ. Pengukuran waktu ini bertujuan untuk menentukan metode yang paling efisien berdasarkan rata-rata waktu pemrosesan. Pengujian efisiensi dilakukan menggunakan 3 sampel daun yang dipilih dari total 14 sampel, dengan ukuran yang relatif sama namun tingkat kerusakan yang berbeda. Setiap perlakuan terhadap sampel diuji sebanyak 3 kali pengulangan perhitungan waktu untuk memastikan konsistensi dan keandalan hasil.

### Perhitungan data

Perhitungan data dilakukan menggunakan beberapa metode perhitungan, yaitu perhitungan secara manual dengan cara daun di gambar menggunakan kertas milimeter block, perhitungan menggunakan aplikasi ImageJ, dan perhitungan menggunakan aplikasi bioleaf. Pada penelitian ini perhitungan menggunakan ImageJ dan manual akan menjadi pembanding bagi perhitungan aplikasi bioleaf.

Pada penelitian ini persentase kerusakan daun dihitung pada metode manual dan ImageJ dengan rumus perhitungan yang digunakan mengacu pada Sitompul dan Guritno (1995).

Persentase defoliasi daun dihitung menggunakan:

$$\frac{\text{luas daun yang terserang}}{\text{luas daun}} \times 100\%$$

### Analisis Data

Data yang ditabulasi menggunakan software Microsoft Excel. Data selanjutnya diolah menggunakan uji Anova

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Perlakuan

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan 14 sampel daun, masing-masing diamati melalui lima kali pengulangan untuk memastikan konsistensi data. Setiap sampel difoto menggunakan tiga jenis perangkat yang berbeda, dengan

tujuan mengevaluasi potensi variasi perbedaan spesifikasi perangkat. Pengambilan gambar dilakukan melalui lima perlakuan berbeda. Pada perlakuan pertama (P1), daun difoto langsung di lapangan tanpa latar tambahan. Perlakuan kedua (P2) dilakukan di lapangan dengan penambahan latar belakang kertas HVS. Perlakuan ketiga (P3) melibatkan pemetikan daun dan pemotretan di atas kertas HVS. Perlakuan keempat (P4) menggunakan metode yang sama seperti P3 namun dengan tambahan kaca perata di atas permukaan daun. Sementara itu, perlakuan kelima (P5) menerapkan prosedur P4 yang dilanjutkan dengan pengolahan gambar menggunakan perangkat lunak Photoshop untuk mengoptimalkan kualitas visual.

Sebagai tolok ukur pembandingan, penelitian ini menggunakan dua metode referensi, yakni pengukuran manual dan analisis citra berbasis perangkat lunak *ImageJ*. Penggunaan metode pembandingan tersebut dimaksudkan untuk menguji kesesuaian dan akurasi hasil pengukuran dari aplikasi BioLeaf terhadap metode yang telah diakui reliabilitasnya. Dengan membandingkan hasil dari kelima perlakuan terhadap kedua metode pembandingan, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai perbedaan atau kesamaan hasil, serta tingkat ketelitian dari setiap perlakuan yang diuji.

Proses pengujian dilaksanakan secara sistematis, di mana setiap perlakuan didokumentasikan ulang sebanyak lima kali pengambilan gambar untuk meminimalkan bias pengukuran. Data hasil pengukuran disajikan dalam tiga tabel, yaitu Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3, yang masing-masing merepresentasikan hasil dari tiga jenis perangkat berbeda. Pendekatan ini memungkinkan evaluasi yang lebih mendalam terhadap pengaruh faktor perangkat dan metode pengambilan gambar terhadap hasil pengukuran. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap pemilihan metode yang paling efisien dan akurat dalam pengukuran parameter daun menggunakan teknologi analisis citra.

pengamatan yang dilakukan terhadap 14 daun sampel dengan 5 pengulangan lalu di foto ulang menggunakan 3 jenis device yang berbeda, dan di perlakuan uji sebanyak 5 kali ditambah 2 pembandingan dengan lima metode berbeda, yaitu perlakuan 1 (P1) daun difoto langsung di lapangan, perlakuan 2 (P2) daun difoto di lapangan dengan latar belakang kertas HVS, perlakuan 3 (P3) daun dipetik dan difoto dengan latar belakang HVS, perlakuan 4 (P4) daun dipetik dan difoto dengan latar belakang HVS serta diberi tambahan kaca sebagai perata, dan perlakuan 5 (P5) daun dipetik dan difoto dengan latar belakang HVS, kaca sebagai perata, dan diedit menggunakan Photoshop. Sedangkan pembandingan menggunakan metode manual dan juga *software* Image J untuk melihat apakah dari kelima perlakuan tersebut berbeda atau tidak. Hasil perbandingan 5 perlakuan aplikasi BioLeaf dengan pembandingan manual dan *software* Image J berdasarkan 3 jenis device yang berbeda dapat dilihat di tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 1. Perbandingan hasil data BioLeaf (kamera mirroless), perhitungan manual dan ImageJ

Perlakuan	Daun						
	1	2	3	4	5	6	7
P1	0	0	0	0	0	0	0
P2	0.52 ± 0.01b	2.25 ± 0.01b	1.23 ± 0.01b	0.63 ± 0.01b	0.16 ± 0.01b	3.51 ± 0.02b	4.33 ± 0.03b
P3	0.53 ± 0.01b	2.44 ± 0.01c	1.25 ± 0.01b	0.65 ± 0.01b	0.17 ± 0.01b	3.72 ± 0.02c	4.44 ± 0.01c
P4	0.56 ± 0.01c	2.44 ± 0.03c	1.46 ± 0.01c	0.65 ± 0.01b	1.15 ± 0.01c	4.36 ± 0.01d	4.46 ± 0.01cd
P5	0.56 ± 0.01c	2.44 ± 0.01c	1.46 ± 0.02c	0.65 ± 0.01b	1.15 ± 0.01c	4.38 ± 0.02d	4.46 ± 0.02cd
Manual	0.56 ± 0.01c	2.44 ± 0.02c	1.45 ± 0.02c	0.65 ± 0.01b	1.15 ± 0.03c	4.36 ± 0.02d	4.48 ± 0.02d
ImageJ	0.57 ± 0.01c	2.45 ± 0.02c	1.45 ± 0.01c	0.65 ± 0.01b	1.15 ± 0.02c	4.36 ± 0.02d	4.46 ± 0.01cd

Tabel 1. Lanjutan

Perlakuan	Daun						
	8	9	10	11	12	13	14
P1	A	A	a	A	a	A	a
P2	9.4 ± 0.01b	1.55 ± 0.04b	3.76 ± 0.01b	0.38 ± 0.01b	4.05 ± 0.02b	1.64 ± 0.02b	22.18 ± 0.03b
P3	9.45 ± 0.02c	1.58 ± 0.04bc	3.83 ± 0.01c	0.41 ± 0.01c	4.14 ± 0.02c	1.67 ± 0.02c	22.35 ± 0.05c
P4	9.47 ± 0.01cd	1.62 ± 0.02cd	3.83 ± 0.01c	0.42 ± 0.01c	4.15 ± 0.02c	1.83 ± 0.02d	22.44 ± 0.03d
P5	9.48 ± 0.02d	1.63 ± 0.02d	3.84 ± 0.01c	0.42 ± 0.01c	4.15 ± 0.02c	1.85 ± 0.03d	22.45 ± 0.02d
Manual	9.46 ± 0.02cd	1.62 ± 0.02cd	3.84 ± 0.01c	0.41 ± 0.02c	4.16 ± 0.02c	1.82 ± 0.02d	22.44 ± 0.02d
ImageJ	9.47 ± 0.01cd	1.62 ± 0.01cd	3.83 ± 0.01c	0.41 ± 0.01c	4.15 ± 0.01c	1.83 ± 0.02d	22.46 ± 0.02d

Tabel 2. Perbandingan smartphone 1, perhitungan manual dan ImageJ

Perlakuan	Daun						
	1	2	3	4	5	6	7
P1	A	A	a	A	a	A	a
P2	0.52 ± 0.02b	2.24 ± 0.01b	1.22 ± 0.01b	0.63 ± 0.01b	0.15 ± 0.02b	3.51 ± 0.02b	4.35 ± 0.01b
P3	0.53 ± 0.01b	2.43 ± 0.01c	1.24 ± 0.01b	0.65 ± 0.01bc	0.17 ± 0.02b	3.71 ± 0.03c	4.45 ± 0.01c
P4	0.57 ± 0.02c	2.45 ± 0.01c	1.44 ± 0.01c	0.65 ± 0.01c	1.15 ± 0.02c	4.36 ± 0.01d	4.48 ± 0.01d
P5	0.56 ± 0.01c	2.46 ± 0.02c	1.47 ± 0.01c	0.65 ± 0.01c	1.15 ± 0.02c	4.38 ± 0.02d	4.47 ± 0.01cd
Manual	0.56 ± 0.01c	2.44 ± 0.02c	1.45 ± 0.02c	0.65 ± 0.01c	1.15 ± 0.03c	4.36 ± 0.02d	4.48 ± 0.02d
ImageJ	0.57 ± 0.01c	2.44 ± 0.02c	1.45 ± 0.01c	0.65 ± 0.01c	1.15 ± 0.02c	4.36 ± 0.02d	4.47 ± 0.01cd

Tabel 2. Lanjutan

Perlakuan	Daun						
	8	9	10	11	12	13	14
P1	A	A	a	A	a	A	a
P2	9.4 ± 0.01b	1.55 ± 0.04b	3.76 ± 0.01b	0.38 ± 0.01b	4.05 ± 0.02b	1.64 ± 0.02b	22.18 ± 0.03b
P3	9.45 ± 0.02c	1.58 ± 0.04bc	3.83 ± 0.01c	0.41 ± 0.01c	4.14 ± 0.02c	1.67 ± 0.02c	22.35 ± 0.05c
P4	9.47 ± 0.01cd	1.62 ± 0.02cd	3.83 ± 0.01c	0.42 ± 0.01c	4.15 ± 0.02c	1.83 ± 0.02d	22.44 ± 0.03d
P5	9.48 ± 0.02d	1.63 ± 0.02d	3.84 ± 0.01c	0.42 ± 0.01c	4.15 ± 0.02c	1.85 ± 0.03d	22.45 ± 0.02d
Manual	9.46 ± 0.02cd	1.62 ± 0.02cd	3.84 ± 0.01c	0.41 ± 0.02c	4.16 ± 0.02c	1.82 ± 0.02d	22.44 ± 0.02d
ImageJ	9.47 ± 0.01cd	1.62 ± 0.01cd	3.83 ± 0.01c	0.41 ± 0.01c	4.15 ± 0.01c	1.83 ± 0.02d	22.46 ± 0.02d

Tabel 3. Perbandingan smartphone 2, perhitungan manual dan ImageJ

Perlakuan	Daun						
	1	2	3	4	5	6	7
P1	A	A	a	A	a	A	a
P2	0.53 ± 0.01b	2.23 ± 0.01b	1.21 ± 0.01b	0.61 ± 0.01b	0.15 ± 0.02b	3.5 ± 0.02b	4.34 ± 0.01b
P3	0.54 ± 0.01c	2.45 ± 0.01c	1.24 ± 0.01c	0.63 ± 0.01b	0.17 ± 0.01b	3.66 ± 0.04c	4.46 ± 0.01c
P4	0.56 ± 0.01c	2.46 ± 0.01c	1.46 ± 0.01d	0.65 ± 0.01c	1.15 ± 0.02c	4.37 ± 0.02d	4.47 ± 0.01c
P5	0.57 ± 0.01c	2.47 ± 0.01c	1.47 ± 0.01d	0.65 ± 0.01c	1.16 ± 0.01c	4.38 ± 0.02d	4.47 ± 0.01c
Manual	0.56 ± 0.01c	2.44 ± 0.02c	1.45 ± 0.02d	0.65 ± 0.01c	1.15 ± 0.03c	4.36 ± 0.02d	4.48 ± 0.02c
ImageJ	0.57 ± 0.01c	2.44 ± 0.02c	1.45 ± 0.01d	0.65 ± 0.01c	1.15 ± 0.02c	4.36 ± 0.02d	4.47 ± 0.01c

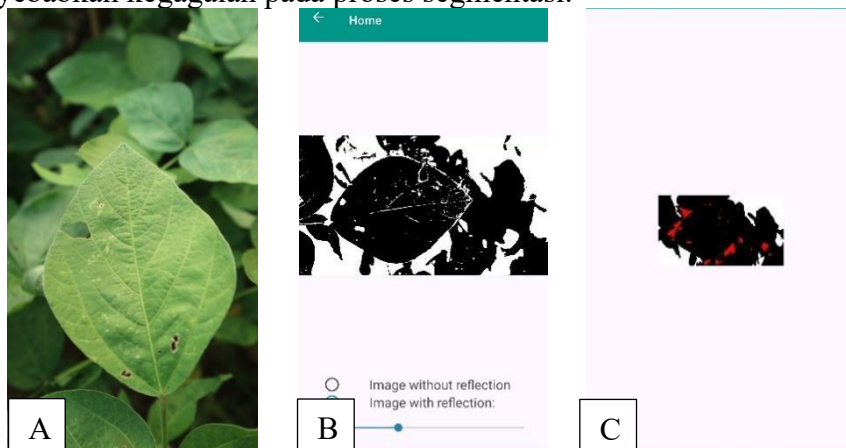
Tabel 3. Lanjutan

Perlakuan	Daun						
	8	9	10	11	12	13	14
P1	A	A	a	A	a	A	a
P2	9.36 ± 0.02b	1.56 ± 0.02b	3.76 ± 0.01b	0.38 ± 0.01b	4.06 ± 0.01b	1.66 ± 0.02b	22.21 ± 0.02b
P3	9.44 ± 0.01c	1.6 ± 0.02c	3.83 ± 0.01c	0.39 ± 0.01b	4.13 ± 0.01c	1.67 ± 0.02b	22.32 ± 0.04c
P4	9.46 ± 0.02cd	1.62 ± 0.02d	3.83 ± 0.02c	0.41 ± 0.01c	4.15 ± 0.01c	1.83 ± 0.02c	22.45 ± 0.04d
P5	9.47 ± 0.01d	1.64 ± 0.02d	3.84 ± 0.01c	0.42 ± 0.01c	4.15 ± 0.01c	1.85 ± 0.02c	22.45 ± 0.05d
Manual	9.46 ± 0.02cd	1.62 ± 0.02cd	3.84 ± 0.01c	0.41 ± 0.02c	4.16 ± 0.02c	1.82 ± 0.02c	22.44 ± 0.02d
ImageJ	9.47 ± 0.01d	1.62 ± 0.01cd	3.83 ± 0.01c	0.41 ± 0.01c	4.15 ± 0.01c	1.83 ± 0.02c	22.46 ± 0.02d

## Tingkat Keefektifan

### Perlakuan 1

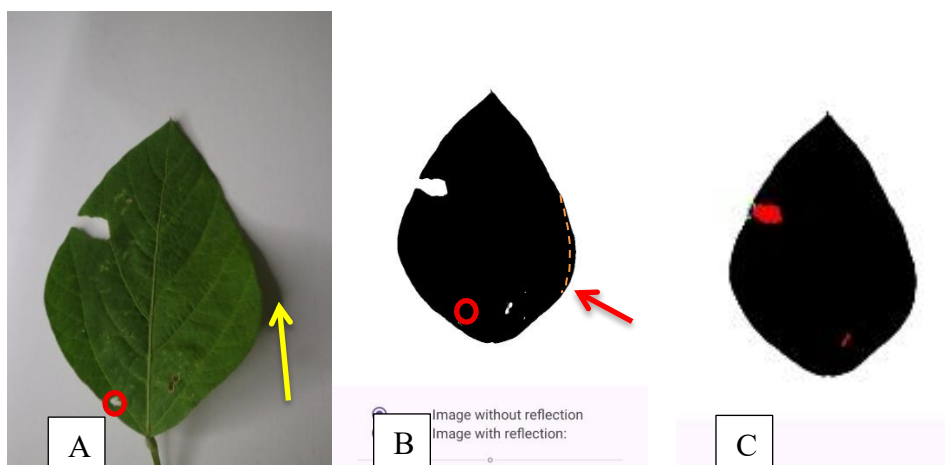
Perlakuan 1 (P1) pada tiap device (kamera *mirrless*, *smarthphone* 1, *smarthphone* 2) tidak dapat diolah karena aplikasi Bioleaf tidak dapat melakukan segmentasi warna pada daun uji. Aplikasi ini tidak mampu membedakan antara area daun yang sehat dan rusak, dikarenakan pengambilan foto dilakukan secara langsung di lapangan. Kondisi ini menyebabkan area di luar daun yang diamati ikut terdeteksi dan mempengaruhi hasil segmentasi (gambar 4.1). Kegagalan proses segmentasi disebabkan oleh metode Otsu. Otsu merupakan metode untuk menentukan titik ambang batas optimal untuk melakukan thresholding yang mengklasifikasikan piksel citra tingkat keabuan ke dalam dua kelompok utama, yaitu kelas objek (*foreground*) dan kelas latar belakang (*background*). Pemisahan ini dilakukan sedemikian rupa sehingga perbedaan rata-rata intensitas antar kelas menjadi maksimal, sementara variasi intensitas di dalam masing-masing kelas berada pada tingkat minimal (Otsu 1979). Hal ini sesuai dengan hasil P1, di mana pengambilan foto tanpa penggunaan latar belakang menyebabkan kegagalan pada proses segmentasi.



Gambar 5 Pengambilan gambar daun secara langsung di lapangan (A), Proses segmentasi (B) dan Hasil perhitungan (C)

### Perlakuan 2

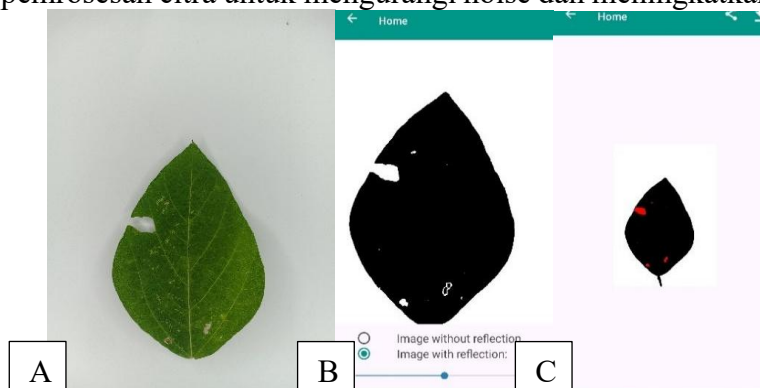
Perlakuan 2 (P2) pada tiap device (kamera *mirrless*, *smarthphone* 1, *smarthphone* 2) dapat dihitung melalui aplikasi, tetapi hasil pengamatan menunjukkan perbedaan nyata dengan uji pembandingan, sehingga P2 tidak dapat digunakan. Hal ini terjadi karena adanya kemiripan kontras warna daun antara bayangan dengan latar belakang, sehingga algoritma segmentasi menginterpretasikan bayangan sebagai bagian dari objek daun (Ndamung *et.al* 2023). Perlu diperhatikan bahwa kondisi daun di lapangan, seperti keberadaan bayangan dan kerataan permukaan daun, dapat memengaruhi akurasi pengukuran luas daun dan persentase kerusakan.



Gambar 6 Foto daun terdapat bayangan (A), hasil segmentasi warna, bayangan menjadi bagian objek daun (B) dan hasil perhitungan (C)

### Perlakuan 3

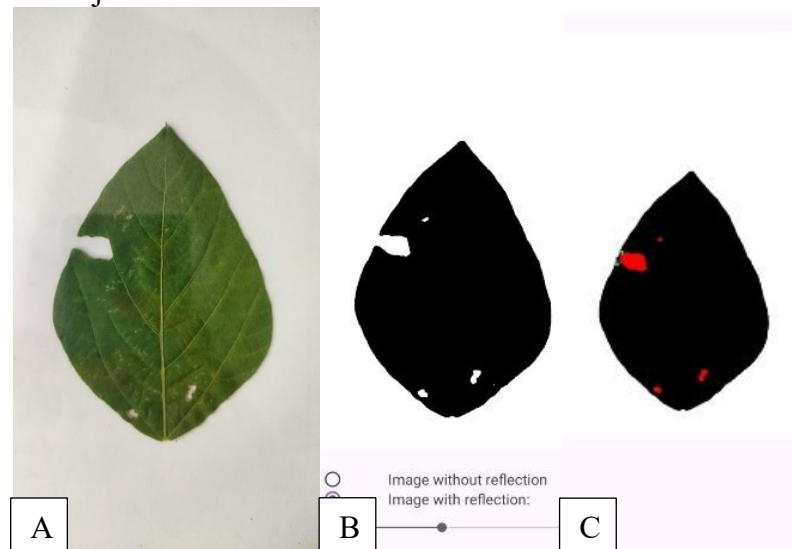
Perlakuan 3 (P3) pada tiap device (kamera *mirrless*, *smarthphone* 1, *smarthphone* 2) menunjukkan hasil yang lebih mendekati dengan faktor pembandingan (ImageJ dan perhitungan manual) namun masih tidak dapat digunakan. Hal tersebut di karenakan dari 14 daun sampel, terdapat 4 daun yang memiliki notasi berbeda dengan pembandingan. Hal ini disebabkan oleh optimalisasi kondisi pengambilan citra, di mana daun yang telah dipetik diletakkan di atas latar belakang kertas HVS putih untuk meminimalisir bayangan. Meskipun demikian, beberapa citra daun masih menunjukkan bayangan yang jelas. Kondisi ini diakibatkan oleh tekstur daun yang bergelombang, sehingga menghasilkan bayangan meskipun telah diletakkan di atas permukaan datar. Keberadaan bayangan pada citra daun dapat mempengaruhi akurasi segmentasi dan perhitungan luas daun, karena algoritma segmentasi dapat menginterpretasikan bayangan sebagai bagian dari objek daun (Ndamung *et.al* 2023). Oleh karena itu, perlu dilakukan penanganan lebih lanjut untuk meminimalisir pengaruh bayangan pada hasil analisis, seperti penggunaan teknik pra-pemrosesan citra untuk mengurangi noise dan meningkatkan kontras.



Gambar 7 Foto daun terdapat bayangan (A), hasil segmentasi warna, bayangan menjadi bagian objek daun (B) dan hasil perhitungan (C)

#### Perlakuan 4

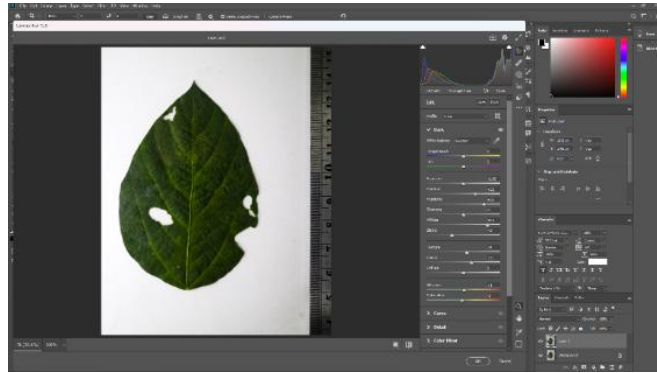
Perlakuan 4 (P4) pada tiap device (kamera *mirrorless*, *smarthphone* 1, *smarthphone* 2) P4 menghasilkan data yang menunjukkan tingkat kesamaan dengan faktor pembanding. Kesamaan ini dicapai melalui penggunaan kaca sebagai alas perata, yang secara efektif menghilangkan bayangan dan memastikan permukaan daun tetap rata selama proses pengambilan citra. Kondisi ini krusial karena daun yang bergelombang cenderung menghasilkan bayangan yang dapat mengganggu akurasi pengukuran luas daun. Dengan permukaan yang rata, bayangan dapat diminimalkan, sehingga algoritma segmentasi dapat secara akurat memisahkan area daun yang sehat dan rusak tanpa terpengaruh oleh bayangan. Menurut (Rifano 2014) penggunaan kaca di atas daun bertujuan untuk memastikan permukaan daun rata sebelum dilakukan analisis lebih lanjut.



Gambar 8 Foto daun terdapat bayangan (A), hasil segmentasi warna, bayangan menjadi bagian bentuk daun (B) dan hasil perhitungan (C)

#### Perlakuan 5

Perlakuan 5 (P5) pada tiap device (kamera *mirrorless*, *smarthphone* 1, *smarthphone* 2) menghasilkan data dengan notasi yang sama dengan pembanding sehingga P5 juga bisa digunakan, tetapi luas dari P5 cenderung lebih besar di bandingkan P4. Hal ini dikarenakan P5 melalui tahapan yang lebih kompleks, di mana citra daun hasil P4 dilakukan proses pengeditan untuk meningkatkan kualitas visual dan memperjelas detail. Tujuan dari pengeditan citra ini adalah untuk mengoptimalkan proses segmentasi dan meningkatkan akurasi identifikasi area kerusakan daun. Meskipun terdapat tahapan tambahan, data yang dihasilkan menunjukkan kesamaan relatif dengan P4. Hal ini mengindikasikan bahwa pengeditan citra tidak mempengaruhi signifikan hasil perhitungan kerusakan daun.



Gambar 9 Pengeditan menggunakan aplikasi Adobe Photoshop

### Faktor *Device*

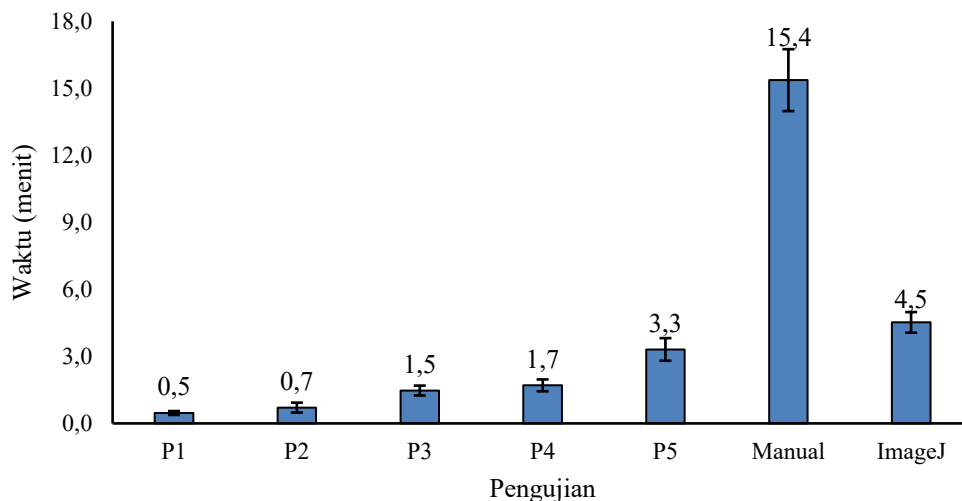
Berdasarkan pengambilan foto daun, penelitian ini menggunakan tiga jenis *device*, yaitu kamera *mirrorless*, *smartphone* 1 dan *smartphone* 2. Masing-masing perangkat digunakan untuk memotret sampel daun, yang kemudian dianalisis dan dibandingkan hasilnya dengan perhitungan manual serta menggunakan ImageJ. Hasil pengolahan data dari ketiga perangkat disajikan dalam tiga tabel terpisah, yang memuat informasi mengenai hasil pengukuran pada setiap perlakuan. Penyusunan data ini bertujuan untuk mengevaluasi konsistensi dan akurasi dari masing-masing perangkat dalam konteks pengolahan foto daun yang rusak.

Analisis hasil pengukuran dengan kamera *mirrorless* (Tabel 1), *Smartphone* 1 (Tabel 2), dan *Smartphone* 2 (Tabel 3) menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata. Dimana masing-masing *device* mampu memotret dan memberikan hasil yang sama dengan pembandingnya. Adapun perbedaan dari ketiga jenis *device* adalah hasil gambar yang dihasilkan menunjukkan perbedaan luas defoliasi, hal ini dikarenakan perbedaan megapiksel dari setiap *device*.

### Tingkat Keefesienan

Tingkat efisiensi perlakuan dan *device* terhadap lama waktu aplikasi

Proses pengambilan gambar hingga perhitungan nilai defoliasi membutuhkan waktu yang berbeda-beda. Penelitian ini melakukan perhitungan waktu yang diperlukan untuk setiap metode dengan sampel 3 daun dengan ukuran yang relatif sama, namun memiliki tingkat kerusakan yang berbeda dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada masing-masing daun. Sehingga diperoleh data rata-rata waktu pada setiap metode dan direpresentasikan pada gambar 4.6.



Gambar 10 Grafik perbandingan waktu pada setiap pengujian

Pada Gambar diatas menunjukkan data yang beragam pada setiap metode. Metode dengan waktu yang tercepat adalah pada P1 menggunakan aplikasi bioleaf hal ini terjadi dikarenakan pengujian ini memiliki proses yang paling sederhana dibandingkan dengan pengujian yang lainnya meskipun demikian P1 pada aplikasi bioleaf tidak mendukung untuk melakukan segmentasi warna sehingga data tidak dapat di olah. Metode dengan waktu yang paling lama adalah perhitungan manual dikarenakan metode ini memiliki proses yang paling rumit dan memakan waktu lama. Dari gambar (4.6) P2 dan P3 memiliki efektivitas tercepat, tetapi data dari P2 dan P3 tidak dapat digunakan dikarenakan hasil perlakuan menunjukkan adanya perbedaan dengan faktor pembanding. Sedangkan P4 dan P5 memiliki tingkat keefektifan yang sangat sesuai dengan pembanding. Jika melihat dari efesiensinya, dapat disimpulkan bahwa metode yang paling efisien dari segi waktu adalah menggunakan P4. Sedangkan *device* yang paling efisien dalam penggunaannya adalah dengan menggunakan *smarthphone* dikarenakan hasil dari foto tidak perlu di pindahkan lagi untuk proses penghitungan nilai defoliasi di aplikasi BioLeaf.

## SIMPULAN DAN SARAN

Perbedaan *device* tidak memengaruhi hasil dari perhitungan aplikasi Bioleaf, tetapi penggabungan device di satu ulangan dapat memengaruhi hasil dari aplikasi BioLeaf. P4 dan P5 memiliki kesamaan perhitungan yang akurat dengan pembanding yaitu perhitungan manual dan ImageJ. Namun P4 yaitu perlakuan dengan memotret daun di permukaan datar dan diberikan latar belakang HVS serta kaca sebagai perata memiliki tingkat efisiensi waktu yang lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya termasuk pembanding jika mempertimbangkan hasil perhitungan yang akurat. Selain itu, penggunaan *smarthphone* juga lebih efisien untuk mendapatkan hasil yang akurat dibandingkan menggunakan kamera.

Perlu dilakukan studi mengenai metode perhitungan aplikasi Bioleaf untuk menghitung luas kerusakan daun pada tanaman lain dan pengujian lebih lanjut apakah aplikasi Bioleaf dapat digunakan pada perhitungan kerusakan daun akibat

penyakit tanaman. Serta studi lebih lanjut dengan metode perhitungan langsung dilapangan guna mengetahui apakah aplikasi dapat membantu petani secara nyata dalam menerapkan pengendalian hama terpadu.

## 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), 115-123.)
- Anshori, M. I., Naemah, D., & Rachmawati, N. (2024). ANALISIS KERUSAKAN DAUN TANAMAN ANGLAI (*Intsia palembanica*) DI TAMAN HUTAN HUJAN TROPIS INDONESIA (TH2TI) BANJARBARU PROVINSI KALIMANTAN SELATAN. *Jurnal Sylva Scientiae*, 7(3), 349-354
- Danial A dan Efendi S. 2020. Keanekaragaman Serangga Predator pada Perkebunan Kelapa Sawit di Lahan Buka Baru dan Buka Lama. *Jurnal Riset Perkebunan*, 1(1):37-44.
- Egerer M, Cecala JM, Cohen H. 2020. Wild bee conservation within urban gardens and nurseries: effect of local and landscape management. *Journal Sustainability*. 12(1): 293.
- Haryadi, H. 2013. Pengukuran Luas Daun Dengan Metode Simpson. *Anterior Jurnal*. 12(2): 1-5.
- Larman G. 2004. Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and the Unified Process. *Open Journal of Medical Imaging*. 5(7). DOI:10.4236/jsea/2004.57060.
- Ndamung, E. P., Pekuwali, A. A., & Abineno, R. T. (2023). Optimasi Segmentasi Citra Daun Padi Dengan Metode Thresholding Dalam Identifikasi Penyakit. *Jurnal Inovatif*, 2(3), 197-209..
- Otsu Nobuyuki 1979. A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Trans. Sys. Man. Cyber*. 9 (1):62–66.
- Pride, L., Vallad, G., & Agehara, S. (2020). How to measure leaf disease damage using image analysis in ImageJ: HS1382, 9/2020. *Edis*, 2020(5).
- Putri, A. F., Rachmawati, N., & Naemah, D. (2021). Identifikasi kerusakan daun pada tanaman balangeran (*Shorea balangeran*) di kawasan hutan dengan tujuan khusus (KHDTK) Tumbang Nusa. *Jurnal Sylva Scientiae*, 4(1), 28-35.
- Rahayu S. 1998. *Penyakit Tanaman hutan di Indonesia*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rifano, R. (2014). Aplikasi ImageJ untuk menghitung perubahan luas inti eritrosit bebek akibat larutan hipotonis.
- Sitompul SM, Guritno B. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: UGM Press.
- Sommerville I. 2010. Supportive approach to supervising students reading for a Phd in system and software engineering. *Journal Creative Education*. Boston: 9(3) 6A.
- Souza JR, Mendes CCT, Guizilini V, Vivaldini KCT, Colturato A, Ramos F, Wolf DF. 2015. Automatic Detection of *Ceratocystis wilt* in *Eucalyptus* crops

from Aerial Images Cited By (since 2015): 9. *Proc – IEEE Int Conf Robot Autom.* 2015-June: 3443-3448. Doi:10.1109/ICRA.2015.71396675.