

ANALISIS KEPARAHAN PENYAKIT DAUN JAMBU AIR (*Syzygium aqueum* (Burm. f.) ALSTON, 1929) MENGGUNAKAN SOFTWARE IMAGEJ DAN APLIKASI PLANTIX, SERTA KULTUR SEL BAKTERI PADA MEDIA NUTRIENT AGAR (NA)

Adven Cristin Maya Mantol, Balqis Asri Salsabila, Eka Priyaningsih, Olga Lalita Prasetyo, Cici Lis Qurrotun Ayuni, Muhammadiyah, Linda Oktavianingsih, Imam Rosadi*

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Jl. Barong Tongkok, Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia – 75242

**e-mail korespondensi:*

adven.cristin.maya@gmail.com.
balqisasrisalsabila27@gmail.com.
priyaningsiheka123@gmail.com.
olgalp.1501@gmail.com.
cicibiology@gmail.com
muhammadiyah0724@gmail.com
lindaoktavianingsih@fmipa.unmul.ac.id
*imamrosadi@unmul.ac.id

Abstrak. Penyakit tanaman merupakan suatu kondisi perubahan proses fisiologis dan aktivitas di dalam tubuh tanaman. Kondisi tersebut biasanya disebabkan oleh infeksi organisme yang menyerang daun, batang atau akar oleh jamur, bakteri, virus dan serangga. Salah satu tanaman yang sering terinfeksi organisme lain sehingga menyebabkan penyakit adalah tanaman jambu air. Gejala penyakit yang dialami pada tanaman jambu air ditunjukkan dengan adanya perubahan tekstur atau warna pada organ tanaman salah satunya daun. Gejala tersebut dapat diukur secara kualitatif maupun kuantitatif. Salah satu metode kuantitatif yang dapat digunakan untuk mengukur keparahan suatu penyakit pada daun jambu air berdasarkan luas area adalah penggunaan aplikasi berbasis artificial intelligent (AI) seperti penggunaan software ImageJ dan Plantix. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat keparahan penyakit dari daun jambu air. Sampel daun jambu air diambil dari tanaman jambu air pada 3 titik (lokasi A, B, C) disekitar Universitas Mulawarman. Tahapan dari penelitian ini adalah persiapan pengambilan sampel, pengambilan dokumentasi, pengukuran luas keparahan penyakit menggunakan ImageJ dan prediksi agen penyebab penyakit menggunakan Plantix. Berdasarkan hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa hasil Software Plantix, didapatkan 7 daun tanaman buah jambu air yang teridentifikasi terkena penyakit bercak hitam bakteri mangga (*Xanthomonas citri* pv. *mangiferaindicae*) dan 8 daun tanaman buah jambu air yang teridentifikasi terkena penyakit jamur jelaga (*Pezizomycotina*) dengan tingkat keparahan penyakit diukur menggunakan Software ImageJ pada daun jambu air sampel titik A sebesar 6,39%, sampel titik B sebesar 20,6%, dan sampel titik C sebesar 18,6%, serta dari hasil kultur bakteri diperoleh, yaitu 37 koloni bakteri dan 5 koloni jamur dengan luas area 35.724

Kata kunci: artificial intelligent, imagej, jambu air, penyakit tanaman, plantix.

Abstract. Plant disease is a condition of changes in physiological processes and activities in the plant body. The condition is usually caused by infection of organisms that attack leaves, stems or roots by fungi, bacteria, viruses and insects. One plant that is often infected with other organisms that cause disease is the water

*guava plant. Symptoms of disease experienced in guava plants are indicated by changes in texture or color in plant organs, one of which is leaves. These symptoms can be measured qualitatively or quantitatively. One quantitative method that can be used to measure the severity of a disease in guava leaves based on area is the use of artificial intelligent (AI)-based applications such as the use of ImageJ and Plantix software. The purpose of this study was to determine the severity of the disease of water guava leaves. Water guava leaf samples were taken from water guava plants at 3 points (locations A, B, C) around Mulawarman University. The stages of this study are preparation of sampling, taking documentation, measuring the extent of disease severity using ImageJ and prediction of the causative agent of the disease using Plantix. Based on the results of this study, it was found that the results of Plantix Software, obtained 7 leaves of water guava fruit plants identified as affected by mango bacterial black spot disease (*Xanthomonas citri* pv. *mangiferae*) and 8 leaves of water guava fruit plants identified as affected by soot fungal disease (*Pezizomycotina*) with the severity of the disease measured using ImageJ Software in guava leaves, point A samples were 6.39%, point B samples were 20.6%, and point C samples were 18.6%, and bacterial culture results were obtained, namely 37 bacterial colonies and 5 fungal colonies with an area of 35,724.*

Key Words: *artificial intelligent, imagej, guava, plant diseases, plantix.*

PENDAHULUAN

Tanaman buah merupakan tanaman yang paling banyak ditanam oleh masyarakat maupun petani karena manfaatnya yang besar (Purba *et al.*, 2020). Namun, terkadang pada tanaman buah-buahan terus mengalami penurunan hasil produksi setiap tahunnya dikarenakan hama dan penyakit yang menyerang dan diiringi oleh kurangnya pengetahuan terhadap gejala awal yang ada serta cara menanggulangnya. Hama yang menyerang suatu tanaman adalah semua hewan herbivora yang dapat merugikan tanaman, sedangkan penyebab penyakit tanaman ada yang disebabkan oleh jamur dan juga bakteri (Sudiarto *et al.*, 2020).

Salah satu contoh yang terjadi adalah di provinsi Kalimantan Timur. Menurut Badan Pusat Statistik bahwa produksi jambu air pada tahun 2021, mengalami penurunan dari 1791

ton menjadi 1360 ton. Salah satu penyebabnya ialah adanya penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur, bakteri hingga virus. Jika tidak ditangani segera akan mengakibatkan pertumbuhan yang kurang maksimal dan hasil produksi buah jambu akan menurun. Sebenarnya penyakit tanaman dapat teratasi dengan cepat apabila petani mampu mengidentifikasi gejala dari gangguan-gangguan yang di alami tanaman jambu air tersebut (Sutarman, 2017). Menurut penelitian dari Rosadi, *et al* (2022) didapatkan bahwa tingkat keparahan penyakit dengan menggunakan software *ImageJ* pada daun labu air (4,56%), daun singkong (8,49%), daun terung ungu (49,45%), dan daun terung pipit (14,88%) serta daun pare (1,93%) yang umumnya tanaman pangan disebabkan oleh virus dan jamur

Jambu air merupakan jenis tanaman buah yang hampir semua jenis vegetasinya

berasal dari wilayah Asia Tenggara (Mudiana, 2016). Dari banyaknya jenis *Syzygium*, beberapa jenis yang telah dibudidayakan di Indonesia, adalah jenis *Syzygium aqueum* (jambu air), *Syzygium samarangense* (jambu

Semarang), dan *Syzygium malaccense* (jambu bol) (Aprilia, 2021). Tanaman ini memiliki manfaat, seperti mengontrol diabetes, memperlancar buang air besar, dan menurunkan tekanan darah (Putri, 2021).



Gambar 1 *Syzygium aqueum* (Jambu Air)

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Myrtales
Famili : Myrtaceae
Genus : *Syzygium*
Spesies : *Syzygium aqueum*
(Burm. f.) Alston, 1929

Seiring dengan kemajuan teknologi, beberapa metode untuk menganalisis suatu gejala penyakit tanaman telah dikembangkan. Dampak dari kemajuan teknologi ini, petani dapat mengidentifikasi gejala penyakit yang ada pada suatu tanaman lebih dini. Pendeteksian ini dapat dilakukan melalui aplikasi *Plantix* untuk mengetahui gejala penyakit pada daun tanaman. Menurut (Qurrahmah, 2022), *Plantix* merupakan aplikasi yang menyediakan data kepada pengguna untuk menganalisis jenis penyakit pada tumbuhan buah. Penggunaan aplikasi ini

dengan cara difoto gejala penyakit pada daun yang kemudian nantinya akan ditampilkan penyebab penyakit, cara menanggulangi, dan cara pencegahan, sehingga memperkecil risiko kerugian ataupun gagal panen. Adapun untuk parameter tingkat keparahan penyakit pada daun dianalisis dengan *software ImageJ* (Zaelani *et al.*, 2020).

Daun yang telah dianalisis *software ImageJ*, selanjutnya dapat dilakukan analisa lebih lanjut melalui kultur sel bakteri dengan metode *slide culture*. *Slide culture* adalah teknik identifikasi suatu koloni dengan cara ditumbuhkan pada sepotong agar yang kemudian diletakkan di cawan petri. Nantinya pada permukaan agar tersebut muncul bercak yang diketahui sebagai jamur ataupun bakteri (Erina & Balqis, 2018).

Berdasarkan penjelasan di atas, tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui tingkat keparahan penyakit dan hasil kultur sel bakteri jambu air

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini berlangsung selama bulan September hingga Oktober 2022. Pengambilan sampel daun jambu air dilakukan pada 3 lokasi, yaitu di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, serta Jln. Perjuangan 7 Samarinda, Kalimantan Timur.

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu erlenmeyer, cawan petri, jarum ose, bunsen, spatula, *aluminium foil*, *Laminar Air Flow (LAF)*, *autoclave*, neraca analitik, inkubator, gunting, bubuk *Nutrient Agar (NA)*, aquades, alkohol 70%, kapas. Prosedur kerja dalam penelitian ini dibagi dalam 4 tahap, yaitu pengambilan sampel, identifikasi tingkat keparahan penyakit dan gejala penyakit, pembuatan media NA, dan kultur sel bakteri.

Pengambilan sampel daun jambu air dilakukan pada 3 lokasi dengan 5 kali pengulangan. Identifikasi tingkat keparahan penyakit dianalisis dengan menggunakan software ImageJ untuk mengetahui seluruh area luas daun dan luas area penyakit pada daun, sehingga diketahui persentase tingkat keparahan penyakit, sedangkan identifikasi gejala penyakit menggunakan software Plantix dengan cara daun yang terdapat gejala penyakit seperti bercak yang terdapat difoto, kemudian akan dideteksi dan dikenali oleh Plantix sebagai gejala penyakit tanaman berdasarkan database penyakit tanaman.

Pembuatan media NA menggunakan 5 gram bubuk NA dan 170 mL aquades, kemudian dihomogenkan dan disterilkan dalam autoclave pada suhu 12°C selama 15 menit. Kultur sel bakteri dilakukan di dalam LAF. Media NA cair dituang ke dalam cawan petri dan dibiarkan memadat. Bagian yang terdapat bercak berwarna cokelat pada sampel daun dipotong dengan menggunakan gunting yang telah disterilkan dan direndam dengan aquades. Sampel daun diusap menggunakan

jarum ose, kemudian dilakukan metode *streak plate* pada media NA. Inkubasi secara terbalik pada suhu 37°C selama 24 jam dan 96 jam (Hamriani *et al.*, 2010).

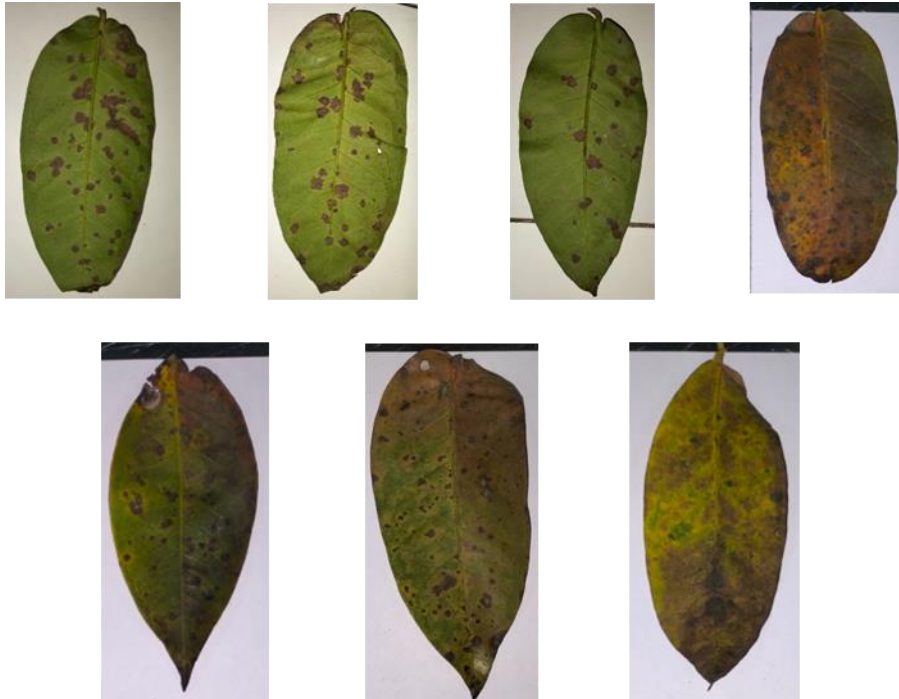
HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 3 sampel daun jambu air sebagai perwakilan yang digunakan dalam studi yang diduga memiliki gejala suatu penyakit. Tiga sampel daun tersebut diambil di 3 lokasi yang berbeda-beda dengan 5 kali ulangan pada 3 lokasi (**Gambar 2 dan Gambar 3**). Gejala penyakit yang umum diamati pada daun tanaman tersebut adalah adanya bercak kuning, bintik-bintik hijau hingga berwarna merah kekuning-kuningan berbulu, bercak berair berwarna hitam, hingga terjadi perontokan daun. Gejala penyakit pada daun tanaman buah dianalisis menggunakan *software Plantix* (**Tabel 1**).

Setelah sampel daun dianalisis menggunakan *software Plantix*, selanjutnya diukur tingkat keparahan penyakit menggunakan *software ImageJ*. *Software ImageJ* merupakan *software* pengolahan citra digital yang digunakan secara luas dalam berbagai bidang. *Software ImageJ* memungkinkan pengguna untuk pengukuran area, seperti mengukur seluruh luas area daun, dan luas area bercak pada daun (Qiram, 2022). Bercak yang terdapat pada daun akan dikenali sebagai area berpenyakit berdasarkan perbedaan warna (*color treshold*) dan tingkat saturasi kecerahan pada *software*, sehingga diperoleh hasil persentase keparahan penyakit pada daun (Rosadi *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil *Software Plantix*, didapatkan 7 daun tanaman buah jambu air yang teridentifikasi terkena penyakit bercak hitam bakteri mangga (*Xanthomonas citri* pv. *mangiferaeindicae*) dan menunjukkan gejala penyakit yang terlihat pada daun seperti terdapat bercak-bercak berwarna hitam, mengering dan berubah menjadi coklat muda

atau abu-abu, dan terjadi kerontokan daun sebelum waktunya.



Gambar 2. Sampel Daun yang Teridentifikasi Terkena Penyakit Bercak Hitam Bakteri Mangga (*Xanthomonas Citri Pv. Mangiferaeindicae*).

Menurut (Ikki, Pruvost *et al.*, 2014) daun yang terkena penyakit *Xanthomonas citri pv. mangiferaeindicae* memiliki karakteristik, terdapat bintik-bintik berair hitam, bintik-bintik kering yang berubah menjadi coklat muda hingga keabu-abuan, daun mengalami kerontokan sebelum waktunya, dan sampai terdapat bintik-bintik hitam kecil yang dapat mengeluarkan getah. Gejala yang disebabkan oleh bakteri ini adalah bintik-bintik pada daun dan buah, diawali luka hitam dan berair kecil yang

muncul pada permukaan daun, penyakit ini dapat mempengaruhi batang dan cabang apabila mencapai tingkat keparahan yang tinggi. Menurut (Tanzil, 2022) bercak-bercak pada daun dikelilingi oleh perbatasan berwarna kuning dan dilapisi oleh urat daun. Gejala yang tampak dikenal sebagai bintik hitam bakteri. Berdasarkan hasil *Software Plantix* didapatkan 8 daun tanaman buah jambu air yang teridentifikasi terkena penyakit jamur jelaga (*Pezizomycotina*).

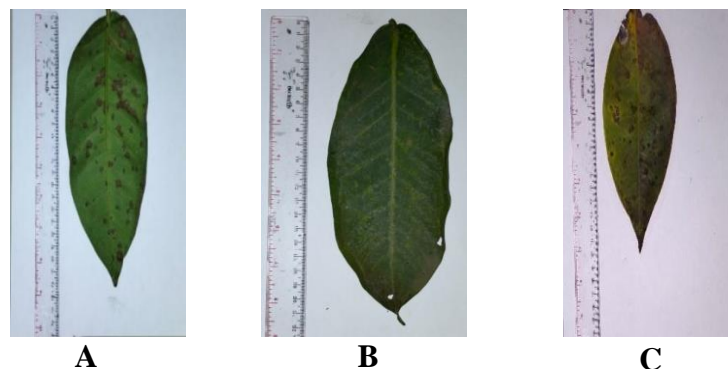




Gambar 3. Sampel Daun yang Teridentifikasi Terkena Penyakit Jamur Jelaga (*Pezizomycotina*).

Pada daun tanaman yang terkena penyakit jamur jelaga (*Pezizomycotina*) ini memiliki karakteristik yaitu, jamur abu-abu hingga hitam terutama pada permukaan buah dan terkadang terdapat di daun, ranting, dan batang. Umumnya jamur jelaga terdapat pada tanaman yang sebelumnya telah dimakan serangga karena jamur jelaga memakan madu.

Menurut (Fiani, 2017) gejala penyakit jamur jelaga berupa lapisan tipis berwarna hitam pada permukaan daun, namun jaringan daun dibawahnya tetap hijau. Lapisan hitam tersebut merupakan miselia fungi yang meluas dikarenakan angin.



Gambar 4. Daun-Daun yang Memiliki Gejala pada Studi Kasus ini Meliputi, (a) Daun Jambu Air Sampel A, (b) Daun Jambu Air Sampel B, (c) Daun Jambu Air Sampel C

Tabel 1. Gejala Penyakit Pada Daun Jambu Air

| No. | Daun Jambu Air | Gejala Penyakit |
|-----|--|---|
| 1. | Sampel A (FMIPA, Universitas Mulawarman) | Pada sampel A merupakan daun dengan gejala penyakit akibat bakteri <i>Xantomonas citri</i> pv. <i>Mangiferaeindicae</i> yang terdeteksi aplikasi <i>Plantix</i> . Terdapat bercak-bercak berwarna hitam dan terjadi kerontokan daun sebelum waktunya. |
| 2. | Sampel B (FAHUTAN, Universitas Mulawarman) | Pada sampel B merupakan daun dengan gejala jamur jelaga yang terdeteksi aplikasi <i>Plantix</i> . Ditandai dengan terlihat berwarna abu-abu hingga kehitaman pada permukaan daun. |

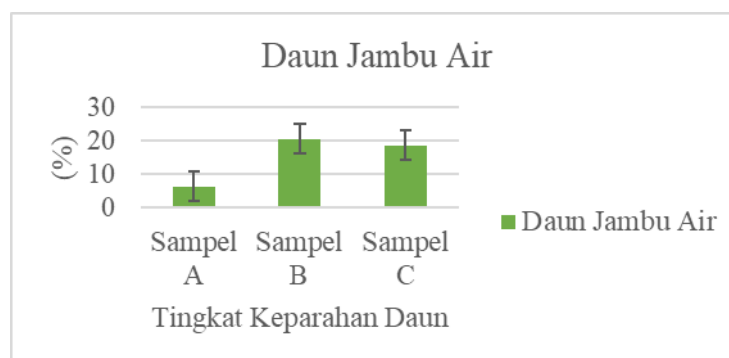
3. Sampel C (Jalan. Perjuangan 7, Samarinda Ulu) Pada sampel C merupakan daun dengan gejala penyakit akibat bakteri yang sama terhadap sampel 1 yang juga terdeteksi aplikasi *Plantix*. Namun, pada sampel 3 tingkat keparahan penyakitnya lebih tinggi dibandingkan dengan daun **sampel 1**. Hal ini terlihat dari terdapat bercak-bercak berwarna hitam dan terjadi kerontokan bahkan kerapuhan daun sebelum waktunya.

Tabel 2. Luas Area Keseluruhan (LA), Luas Area Penyakit (LAP), dan Luas Area Tidak Penyakit Pada (LATP) pada daun.

| No | Sampel Daun Jambu Air | LA (cm ²) (Rerata ± SD) | LAP (cm ²) (Rerata ± SD) | LATP (cm ²) (Rerata ±SD) | Presentase Tingkat Keparahan |
|----|-------------------------|--|---|---|------------------------------|
| 1. | Daun Jambu Air Sampel A | 146.07 ± 10.36 | 9.37 ± 6.80 | 93.60 ± 4.43 | 6,39% |
| 2. | Daun Jambu Air Sampel B | 130.10 ± 15.92 | 25.24 ± 16.75 | 79.31 ± 15.87 | 20,98% |
| 3. | Daun Jambu Air Sampel C | 142.21 ± 25.33 | 27.84 ± 24.71 | 81.39 ± 22.79 | 18,60% |

Berdasarkan hasil *Software ImageJ* (**Tabel 2**) didapatkan hasil daun sampel A memiliki luas area keseluruhan tertinggi daripada sampel B dan C, daun sampel C memiliki luas area penyakit daun tertinggi daripada sampel A dan B, dan daun sampel B memiliki luas area daun tidak berpenyakit tertinggi daripada sampel A dan C. Luas area keseluruhan daun dari yang terendah sampai tertinggi adalah daun sampel B 130,10 cm², daun sampel C 142,21cm², daun sampel A

146,07 cm². Luas area penyakit daun dari yang terendah ke tertinggi adalah daun sampel A 9,37 cm², daun sampel B 25,24 cm², daun sampel C 27.84 cm². Luas area daun tidak berpenyakit dari yang terendah ke tertinggi adalah daun sampel B 79.31 cm², daun sampel C 81.39 cm², daun sampel A 95.60 cm². Diketahui persentase tingkat keparahan gejala penyakit daun dari yang terendah sampai tertinggi adalah daun sampel A 6,39%, Daun Sampel C 18,60%, dan daun sampel B 20,



Gambar 5. Tingkat Keparahan Daun pada Tanaman Buah Jambu Air

Berdasarkan grafik studi kasus tingkat keparahan daun (**Gambar 5**). Diketahui daun sampel B memiliki tingkat keparahan daun tertinggi daripada sampel A dan C. Diperoleh persentase tingkat keparahan gejala penyakit daun dari yang terendah sampai tertinggi secara berurutan adalah daun sampel A 6,39%, Daun Sampel C 18,60%, dan daun sampel B 20,98%.

Berdasarkan hasil kultur bakteri didapatkan, yaitu 37 koloni bakteri dan 5 koloni jamur dengan luas area 35.724. Karakteristik bakteri yang didapat, yaitu *shape* (bentuk): *circular* (melingkar), *margin* (tepi): *entire* (rata), *elevation* (elevasi): *convex* (cembung), *size* (ukuran): *moderate* (sedang), *pigmen* (warna): *non pigmented* (tidak berwarna), *texture* (tekstur): *smooth* (halus), *apperance* (tampilan): *glistening* (berkilau).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari daun jambu air berpenyakit, didapatkan bahwa tingkat keparahan penyakit dengan menggunakan *software ImageJ* pada daun jambu air sampel A sebesar 6,39%, daun jambu air sampel B sebesar 20,6% , daun jambu air sampel C sebesar 18,6%, serta dari hasil kultur bakteri diperoleh, yaitu 37 koloni bakteri dan 5 koloni jamur dengan luas area 35.724. Karakteristik bakteri yang didapat, yaitu *shape* (bentuk): *circular* (melingkar), *margin* (tepi): *entire* (rata), *elevation* (elevasi): *convex* (cembung), *size* (ukuran): *moderate* (sedang), *pigmen* (warna): *non pigmented* (tidak berwarna), *texture* (tekstur): *smooth* (halus), *apperance* (tampilan): *glistening* (berkilau).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Widha Prahastika, S.Si yang telah meminjamkan ruangan Laboratorium

Anatomi Hewan dan Mikroteknik beserta alat-alat yang digunakan, Linda Oktavianingsih, S.Si, M.Si dan Imam Rosadi, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing kami, serta tidak lupa asisten praktikum yang telah membimbing dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldi, H. (2013). *Jurus Sempurna Sukses Bertanam Jambu Air*. Jakarta: ARC Media.
- Aprilia, J, Z., Wisanti., Putri, E. K. (2021). Kajian Taksonomi Numerik Tiga Jenis *Syzygium* Berdasarkan Karakter Morfologi. *Lentera Bio*, 10 (1): 40-50.
- Burm F. Alston. (1929). *Lancaster County Archives*. 150 North Queen Street Suit.
- Erina, E., & Balqis, U. (2018). Isolasi *Aspergillus* sp. pada Paru-Paru Itik (*Anas domesticus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 2 (3): 419-425.
- Fiani, A., & Hadiyan, Y. (2017). Respon Populasi Asal Cendana (*Santalum album* L.) Terhadap Serangan Embun Jelaga. *Proceeding Biology Education Conference Journal*, 14 (1): 106-108.
- Hamriani., Umar, J., Khaerat, M., Muliadi., Mansyur, N., & Galuh., N. (2010). Pembuatan Media dan Inokulasi Bakteri. Laboratorium Biologi Farmasi. Poltekkes Depkes Makassar.
- Mudiana, D. (2016). *Syzygium Diversity In Gunung Baung, East Java, Indonesia*. *Biodiversitas*, 17 (2): 733-740.
- Pruvost, O. C. (2014). *First Report of Xanthomonas citri pv. mangiferaeindicae Causing Mango Bacterial Canker on Mangifera indica in Ivory Coast*. *APS Journals*, 98 (12): 1740.
- Purba, M., Marsela, A., Mustika, R., Subakti, R., Khairani, S., & Suwardi, A.B. (2020). Potensi Potensi Pengembangan Agroforestri Berbasis Tumbuhan Buah



- Lokal. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 17 (1): 27-34.
- Putri, Ade Nur Fadilah Zamli. (2021). *Strategi Budidaya Tanaman Jambu Air*. Jakarta: Elementa Agro Lestari.
- Qiram, I. (2022). Analisis Fotometri Objek Api Menggunakan *Software ImageJ*. *Indonesian Journal of Mechanical Engineering Vocational*, 2 (1): 24-49.
- Qurrahmah, A. N. F., Mutfidasari, U., Aisyah P. I., Butar-Butar, I. P. P., Rosadi, I & Oktavianingsih, L. (2022). *Severity Analysis of Fruit Plant Diseases Based On Leaf Symptoms Using ImageJ Software*. *BIOMA: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11 (2): 215-223.
- Rosadi, I., Ayuni, C.L.Q., Nurcahyani, I., Muhammadiyah, Butar-Butar, I.P.P & Oktavianingsih, L. (2022). Analisis Tingkat Keparahan Penyakit pada Daun Tanaman Pangan dengan Menggunakan *Software ImageJ* dan *Plantix*. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10 (1): 100-108.
- Sudiarto, A. K., Aelani, K & Juniar, F. D. (2020). Identifikasi Penyakit pada Daun Jambu Kristal Berbasis Android dengan Metode Enterprise Unified Process. *Journal of Information Technology*, 2 (1): 1-8.
- Sutarman. (2017). *Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Tanaman*. Sidoarjo: Umsida Press.
- Tanzil, A. I., Sucipto, I., Muhlison, W. (2022). Inventarisasi Hama dan Penyakit Pada Tanaman Mangga (*Mangifera indica*). *Jurnal Pertanian Tropik*, 9 (2): 098-105.
- Zaelani, A., Kurniajati, W. S., Herlina, H., Martanti, D., & Ahmad, F. (2020). Analisis Gambar Digital untuk Serangan Penyakit Layu *Fusarium* di Pisang Menggunakan *ImageJ*. *Berita Biologi*, 19 (3): 335-341