

**SKRIPSI**

**UJI ANTAGONIS MIKROORGANISME BAKTERI ENDOFIT  
YANG DIISOLASI DARI AKAR TANAMAN DUKU  
(*Lansium Domesticum*) TERHADAP *CERATOCYSTIS***

***ANTAGONISTIC TEST OF ENDOPHYTIC BACTERIA  
MICROORGANISMS ISOLATED FROM DUKU  
(*Lansium Domesticum*) ROOT AGAINST CERATOCYSTIS***



**MUHAMMAD MUIS**

**05081381924050**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

## SUMMARY

**MUHAMMAD MUIS.** Antagonistic Test of Endophytic Bacterial Microorganisms Isolated from Duku (*Lansium Domesticum*) Roots Against *Ceratocystis* (Supervised by **Ahmad Muslim**).

Endophytic microbes are microorganisms found in plants. Endophytic strains are found in various plant parts including roots, leaves, stems, flowers and seeds. *Ceratocystis* is a pathogen that attacks various types of plants, such as *Acacia mangium*, *Acacia crassicarpa*, and *lansium domesticum*. Control of this disease by using endophytic microbial exploration to stimulate growth and development of plants that are not normal and are under pressure from herbicides, insecticides, fungicides, and salinity. This research was conducted from June 2022 to December 2022. A survey was conducted in four districts in South Sumatra, namely Ogan Ilir Regency, Ogan Komering Ilir Regency, Musi Banyuasin Regency, and Ogan Komering Ulu Regency. Sampling was carried out using the method (*purposive random sampling*). Isolation was carried out in the Phytopathology Laboratory, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. The study used a completely randomized design (RAL) with 3 replications. The results of this study show that each isolate has different morphological characteristics in each district, namely Ogan Ilir is round with raised edges, Ogan Komering Ilir is irregular, Musi Banyuasin Regency is round, Ogan Komering Ulu is round with spreading edges. The results of the inhibition test showed that isolates in Ogan Komering Ilir district had the lowest inhibition level with a value of 0.70 a and isolates in Musi Banyuasin district had the highest inhibition level with a value of 1.46 f.

Keywords : Duku Plant, Endophytic Bacteria, *Ceratocystis*, Antagonist

## RINGKASAN

**MUHAMMAD MUIS.** Uji Antagonis Mikroorganisme Bakteri Endofit yang Diisolasi Dari Akar Tanaman Duku (*Lansium Domesticum*) Terhadap *Ceratocystis* (Dibimbing oleh **Ahmad Muslim**).

Mikroba endofit merupakan mikroorganisme yang ditemukan di dalam tanaman. Strain endofit ditemukan pada berbagai bagian tanaman termasuk akar, daun, batang, bunga dan biji. *Ceratocystis* merupakan patogen yang menyerang berbagai jenis tanaman, seperti *Acacia mangium*, *Acacia crassicarpa*, dan *lansium domesticum*. Pengendalian penyakit ini dengan menggunakan eksplorasi mikrobial endofit untuk memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang tidak normal dan mengalami tekanan dari herbisida, insektisida, fungisida, dan salinitas. Penelitian ini dilakukan pada Juni 2022 sampai Desember 2022. Dilakukan survey di empat kabupaten di Sumatera Selatan yaitu Kabupaten Ogan Ilir, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Kabupaten Musi Banyuasin, dan Kabupaten Ogan Komering Ulu. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode (*purposive random sampling*). Isolasi dilakukan di laboratorium Fitopatologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan dari setiap isolat memiliki karakteristik morfologi yang berbeda beda pada setiap kabupatennya yaitu Ogan Ilir berbentuk bundar dengan tepian timbul, Ogan Komering Ilir berbentuk tidak beraturan, Kabupaten Musi Banyuasin berbentuk bundar, Ogan Komering Ulu Berbentuk Bundar dengan tepian menyebar. Hasil dari uji daya hambat menunjukkan bahwa isolat pada kabupaten Ogan Komering Ilir memiliki tingkat daya hambat paling rendah dengan nilai 0,70 a dan isolat pada kabupaten Musi Banyuasin memiliki tingkat daya hambat yang paling tinggi dengan nilai 1,46 f.

Kata kunci : Tanaman Duku, Bakteri endofit, *Ceratocystis*, Antagonis

## **SKRIPSI**

# **UJI ANTAGONIS MIKROORGANISME BAKTERI ENDOFIT YANG DIISOLASI DARI AKAR TANAMAN DUKU (*Lansium Domesticum*) TERHADAP *CERATOCYSTIS***

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Muhammad Muis**  
**05081381924050**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

UJI ANTAGONIS MIKROORGANISME BAKTERI ENDOFIT  
YANG DIISOLASI DARI AKAR TANAMAN DUKU  
(*Lansium Domesticum*) TERHADAP *CERATOCYSTIS*

SKRIPSI

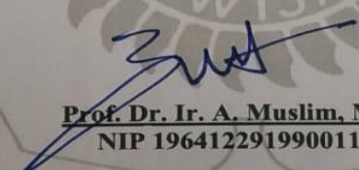
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

**Muhammad Muis**  
**05081381924050**

Indralaya, Desember 2022

Pembimbing

  
**Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.**  
**NIP 196412291990011001**



Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian

**Prof. Dr. Ir. Ahmad Muslim, M.Agr.**  
**NIP 196412291990011001**

Skripsi dengan judul "Uji Antagonis Mikroorganisme Bakteri Endofit Yang Diisolasi Dari Akar Tanaman Duku (*Lansium Domesticum*) Terhadap *Ceratocystis*" oleh Muhammad Muis telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal..... dan telah diperbaiki sesuai dengan saran dari masukan komisi penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.  
NIP. 196412291990011001

Ketua

(.....)

2. Dr. Rahmat Pratama, S.Si  
NIDN. 0026119205

Sekretaris

(.....)

3. Dr. Ir. Chandra Irsan, M.Si.  
NIP. 196502191989031004

Anggota

(.....)

Indralaya, 26 Desember 2022

Ketua Jurusan  
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.  
NIP 196510201992032001

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Muis

Nim : 05081381924050

Judul : Uji Antagonis Mikroorganisme Bakteri Endofit Yang Diisolasi Dari Akar  
Tanaman Duku (*Lansium Domesticum*) Terhadap *Ceratocystis*

Menyatakan bahwa seluruh data dan informasi yang dimuat dalam laporan penelitian ini merupakan hasil pengamatan saya sendiri di bawah supervise pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan ini, maka saya akan bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak mana pun.



Indralaya, Desember 2022



Muhammad Muis

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis lahir di Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan pada tanggal 16 Juni 2000, merupakan anak keempat dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Muhammad Erwani dan Ibu Yanti Mala.

Pendidikan yang ditempuh oleh penulis yaitu Sekolah Dasar di SDN 11 Indralaya yang diselesaikan pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama di SPMN 1 Indralaya yang diselesaikan pada tahun 2015, Sekolah menengah atas di MAN Sakatiga yang diselesaikan pada tahun 2018. Saat ini penulis sedang melanjutkan pendidikan sarjana (S-1) di Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur USM pada tahun 2019.

Penulis aktif dalam organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Pertanian dan menjadi staff ahli di bidang Sosial dan Penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Proteksi (HIMAPRO) sebagai anggota dinas Akpres periode 2020-2021.



## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan yang berjudul Uji Antagonis Mikroorganisme Bakteri Endofit Yang Diisolasi Dari Akar Tanaman Duku (*Lansium Domesticum*) Terhadap *Ceratocystis*

Terima kasih sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada bapak Prof. Dr. Ir. A. Muslim M.Agr. Sebagai dosen pembimbing dan Dr. Rahmat Pratama, S.Si.. atas kesabaran, perhatian, saran dan arahan mulai dari rencana awal sampai dengan selesai, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT dan kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dan doa, yang telah selalu memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Keluarga besar jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan yaitu dosen-dosen dan Staf yang telah membantu dan mempermudah segala urusan. Terima kasih juga kepada teman-teman fazila, winda, ranti, nurul, wildan, meini, dan seluruh angkatan Proteksi Tanaman 2019 yang telah membantu dan tidak bisa disebutkan semuanya.

Penulis menyadari bahwa dalam melakukan penelitian hingga penyusunan Laporan Skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu masukan yang baik sangat penulis harapkan. Mudah-mudahan Laporan Skripsi ini dapat memberikan manfaat orang banyak.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
RIWAYAT HIDUP.....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Hipotesis Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Tanaman Duku ( <i>Lansium Domesticum</i> ).....	4
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Duku .....	4
2.1.2 Morfologi Tanaman Duku .....	4
2.1.2.1 Batang .....	5
2.1.2.2 Bunga .....	5
2.1.2.3 Buah .....	5
2.1.3 Kisaran Inang <i>Ceratocystis</i> .....	5
2.1.3.1 <i>Ceratocystis</i> Pada Tanaman Duku .....	6
2.1.4 Bakteri Endofit.....	7
2.1.4.1 Pengendalian Hayati .....	8
2.1.4.2 Mekanisme Bakteri Endofit Dari Akar Dalam Menekan Penyakit Tanaman .....	8
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Tempat dan Waktu .....	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.3 Cara Kerja .....	10
3.3.1 Teknik Pengambilan Sampel .....	10

3.3.2 Cara Membuat Media NA.....	11
3.3.3 Teknik Sterilisasi Permukaan dan Isolasi Bakteri Endofit Akar Tanaman Duku .....	11
3.3.4 Uji Antagonis Bakteri Endofit Dari Akar Tanaman Duku Dalam Menekan Penyakit <i>Ceratocystis</i> .....	11
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>14</b>
4.1 Lokasi Survei Pengambilan Sampel .....	14
4.1.2 Hasil Isolasi.....	14
4.1.3 Karakteristik Isolat.....	15
4.1.4 Uji Antagonis dan Uji Daya Hambat .....	20
4.2 Pembahasan.....	26
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>29</b>
5.1 Kesimpulan .....	29
5.2 Saran .....	29
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>30</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>34</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1 Lokasi survei pengambilan sampel tanaman duku .....	14
Tabel 4.2 Jumlah isolat yang didapat dari hasil isolasi pada tanaman duku...	15
Tabel 4.3 Karakteristik isolat bakteri endofit dari akar tanaman duku di kabupaten Ogan Ilir .....	15
Tabel 4.4 Karakteristik isolat bakteri endofit dari akar tanaman duku di kabupaten Ogan Komering Ilir.....	16
Tabel 4.5 Karakteristik isolat bakteri endofit dari akar tanaman duku di kabupaten Musi Banyuasin .....	17
Tabel 4.6 Karakteristik isolat bakteri endofit dari akar tanaman duku di kabupaten Ogan Komering Ulu.....	19
Tabel 4.7 Uji antagonis dan uji daya hambat isolat bakteri endofit dari berbagai kabupaten.....	21

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Morfologi tanaman duku.....	4
Gambar 2.2 Tanaman duku terserang <i>Ceratocystis</i> .....	6
Gambar 2.3 Bakteri endofit pada akar tanaman.....	7
Gambar 3.1 Metode pengukuran zona hambat bakteri antagonis terhadap koloni fungi.....	12
Gambar 3.2 Kriteria zona bening bakteri pada medium agar .....	13
Gambar 4.1 Bakteri di media datar di kabupaten Ogan Ilir .....	15
Gambar 4.2 Bakteri di media datar di kabupaten Ogan Komering Ilir .....	16
Gambar 4.3 Bakteri di media datar di kabupaten Musi Banyuasin.....	18
Gambar 4.4 Bakteri di media datar di kabupaten Ogan Komering Ulu.....	20
Gambar 4.5 Interaksi antara patogen dan bakteri endofit pada media kultur dari kabupaten Ogan Ilir .....	23
Gambar 4.6 Interaksi antara patogen dan bakteri endofit pada media kultur dari kabupaten Ogan Komering Ilir .....	23
Gambar 4.7 Interaksi antara patogen dan bakteri endofit pada media kultur dari kabupaten Musi Banyuasin.....	24
Gambar 4.8 Interaksi antara patogen dan bakteri endofit pada media kultur dari kabupaten Ogan Komering Ulu .....	25

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Data perhitungan rata rata.....	35
Lampiran 2. Data perhitungan SPSS.....	37
Lampiran 3. Pengamatan di lapangan .....	39
Lampiran 4. Proses isolasi di laboratorium.....	40
Lampiran 5. Hasil isolasi dari akar tanaman duku .....	40
Lampiran 6. Pembuatan perbanyakan media untuk isolat dan uji antagonis ...	40

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Duku (*Lansium domesticum*) merupakan tanaman daerah tropis hortikultura yang tergolong dalam famili Meliaceae (Hayati *et al.*, 2019). Tanaman duku banyak tersebar di wilayah Asia Tenggara khususnya Indonesia di Sumatera bagian selatan, Filipina, dan Semenanjung Malaysia (Syamsuardi *et al.*, 2018). Tinggi pohon dapat mencapai 20 m, dengan diameter batang 35-40 cm. Buahnya berbentuk tandan, dengan bentuk bulat. Buah duku muda memiliki kulit hijau yang menjadi kuning saat matang. Daging buahnya tebal, berwarna putih, bening dengan tekstur yang kenyal (Lubis *et al.*, 2022). Buah duku sangat populer di negara-negara Asia Tenggara karena rasanya yang manis dan asam. Buah yang dihasilkan kebanyakan setahun sekali. Buah duku banyak dijual melimpah pada saat musim panen dari pinggir jalan hingga supermarket (Pontoh *et al.*, 2015). Selain kandungan nutrisi buahnya yang tinggi, masyarakat percaya bahwa duku memiliki khasiat sebagai obat seperti penyakit malaria, disentri, dan diare. Duku secara pengalaman diyakini masyarakat memiliki banyak manfaat antara lain pertanian, kimia, dan kesehatan (Lubis *et al.*, 2022).

Bakteri endofit banyak ditemukan pada tumbuhan dan dikenal sebagai bakteri yang dapat dideteksi pada saat tertentu di dalam jaringan tanaman inang yang sehat (Malfanova *et al.*, 2013). Bakteri endofit merupakan salah satu penentu utama kesehatan dan produktivitas tanaman. Tumbuhan terdiri dari total populasi mikroba yang berasosiasi dengan dan berinteraksi dengan tumbuhan. Mikroba endofit merupakan mikroorganisme yang ditemukan di dalam tanaman. Strain endofit ditemukan pada berbagai bagian tanaman termasuk akar, daun, batang, bunga dan biji. Akar tanaman merupakan organ pada tanaman yang paling banyak ditemui bakteri endofit mulai dari segi jumlah sampai keanekaragamannya (Pinski *et al.*, 2019). Penggunaan bakteri sebagai pemacu pertumbuhan tanaman digunakan untuk pupuk hayati pada bidang pertanian. Teknologi ini sangat menjanjikan sebagai solusi yang efektif serta ramah lingkungan untuk menjamin ketahanan pangan (Liu *et al.*, 2017).

*Ceratocystis* merupakan patogen yang menyerang berbagai jenis tanaman, seperti *Acacia mangium*, *Acacia crassicarpa*, dan *lansium domesticum* (Tarigan *et al.*, 2011; Muslim *et al.*, 2022). Tanaman *Eucalyptus* spp. merupakan inang asli penyakit ini dengan ciri ciri gejala awal seperti garis-garis hitam pada jaringan vaskular tanaman, serta perubahan warna pada kayu bagian *sapwood* (Roux *et al.*, 2020). Pengendalian penyakit ini dengan menggunakan mikrobia endofit belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, penelitian tentang eksplorasi mikrobia endofit perlu kami lakukan. Eksplorasi mikrobia endofit sangat mendukung pertanian yang berkelanjutan dan tidak menyebabkan pencemaran lingkungan ataupun efek racun yang berbahaya seperti pestisida kimia (Hong & Park, 2016). Bakteri endofit secara global digunakan untuk bio-inokulan untuk memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang tidak normal dan mengalami tekanan dari herbisida, insektisida, fungisida, dan salinitas (Li *et al.*, 2016).

Penelitian ini merupakan tahapan awal dalam rangka melakukan eksplorasi bakteri endofit dan keragamannya dari tanaman duku pada berbagai lokasi di Sumatera Selatan. Penelitian eskplorasi bakteri endofit tidak pernah dilakukan dan sangat minim informasinya sehingga perlu dilakukan penelitian ini untuk melihat kemampuan bakteri endofit dalam menekan pertumbuhan patogen *Ceratocystis*.

## **1.2 Rumusan masalah**

1. Apakah mikroorganisme antagonis bakteri endofit dari akar tanaman duku mempunyai keragaman yang berbeda-beda?
2. Apakah isolat bakteri endofit dari akar tanaman duku mempunyai potensi dalam menekan penyakit layu tanaman duku yang disebabkan oleh patogen *Ceratocystis*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Melakukan eksplorasi keragaman bakteri endofit dari akar tanaman duku.
2. Melakukan uji antagonis isolat bakteri endofit dari akar tanaman duku dalam menekan *Ceratocystis* penyebab layu pada tanaman duku.



#### **1.4 Hipotesis Penelitian**

1. Diduga ditemukan mikroba antagonis bakteri endofit yang beragam dari akar tanaman duku.
2. Diduga mikroba bakteri endofit yang diisolasi dari akar tanaman duku mampu menekan pertumbuhan *Ceratocystis* secara in vitro dengan kemampuan antagonisme yang beragam.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman jenis mikroba endofit yang ada pada akar tanaman duku dan potensinya dalam menekan patogen *Ceratocystis* penyebab penyakit layu pada tanaman duku.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdallah, H. M., Mohamed, G. A., & Ibrahim, S. R. M. 2022. *Lansium domesticum*-A Fruit with Multi-Benefits: Traditional Uses, Phytochemicals, Nutritional Value, and Bioactivities. *Nutrients*, 14(7), 1–42.
- Abedinzadeh, M., Etesami, H., & Alikhani, H. A. 2019. Characterization of rhizosphere and endophytic bacteria from roots of maize ( *Zea mays* L .) plant irrigated with wastewater with biotechnological potential in agriculture. *Biotechnology Reports*, 20(2018), e00305.
- Afzal, I., Khan, Z., Sikandar, S., & Shahzad, S. 2019. *Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms , diversity , host range and genetic determinants*. 221(April 2018), 36–49.
- Afzal, I., Shinwari, Z. K., Sikandar, S., & Shahzad, S. 2019. Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms, diversity, host range and genetic determinants. *Microbiological Research*, 221(February), 36–49.
- Barratt, B. I. P., Moran, V. C., Bigler, F., & van Lenteren, J. C. 2018. The status of biological control and recommendations for improving uptake for the future. *BioControl*, 63(1), 155–167.
- Chi, N. M., Trang, T. T., Nhung, N. P., Quang, D. N., Son, V. M., Tuan, T. A., Mai, L. T., Hung, T. X., Nam, N. V., Thu, P. Q., & Dell, B. 2020. *Ceratocystis* wilt in *Chukrasia tabularis* in Vietnam: identification, pathogenicity and host tolerance. *Australasian Plant Pathology*, 3(Nguyen 2008).
- Davis, W.W. & Stout, T.R. 2009. Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic Assay. *Applied and Environmental Microbiology*. 22(4): 666-670.
- Haque, M. A., Yun, H. D., & Cho, K. M. 2016. Diversity of indigenous endophytic bacteria associated with the roots of Chinese cabbage (*Brassica campestris* L.) cultivars and their antagonism towards pathogens. *Journal of Microbiology*, 54(5), 353–363.
- Harrington, T. C., Thorpe, D. J., & Alfenas, A. C. 2011. Harrington, Thorpe, and Alfenas, 2011. *Population Biology*, 101(5), 555–566.
- Hayati, I., Wiyono, S., Widodo, & Sobir. 2019. Variability of agronomic characters related to resistance to stem canker (*Phytophthora palmivora*) on duku (*lansium domesticum*) along batanghari river, Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(4), 1127–1132.
- Hong, C. E., & Park, J. M. 2016. Endophytic bacteria as biocontrol agents against plant pathogens: current state-of-the-art. *Plant Biotechnology Reports*, 10(6), 353–357.

- Harrington T, Thorpe C, & Alfenas AC. 2011. Genetic variation and variation in aggressiveness to native and exotic hosts among Brazilian populations of *Ceratocystis fimbriata*. *Phytopathology* 101, 555-566.
- Harrington TC. 2007. The genus *Ceratocystis*. where does the oak wilt fungus fit? In: Billings RF, Appel DN, editors. *Proceedings of the 2nd National Oak Wilt Symposium*; 2007 June 4–7; Austin, Texas.
- Hardoim, PR, Van Overbeek, L.S., & Van Elsas, J.D. 2008. Sifat endofit bakteri dan perannya dalam pertumbuhan tanaman. *Tren Mikrobiologi*, 16, 463–471.
- Langner, M., Berlitz, D. L., Leticia, S., Wiest, F., Schünemann, R., Knaak, N., & Fiuza, L. M. 2018. *Benefits Associated with the Interaction of Endophytic Bacteria and Plants*. 61, 1–11.
- Latha, P., Karthikeyan, M., & Rajeswari, E. 2019. Plant Health Under Biotic Stress. In *Plant Health Under Biotic Stress*.
- Li, X., Geng, X., Xie, R., Fu, L., Jiang, J., Gao, L., & Sun, J. 2016. The endophytic bacteria isolated from elephant grass (*Pennisetum purpureum Schumach*) promote plant growth and enhance salt tolerance of Hybrid *Pennisetum*. *Biotechnology for Biofuels*, 9(1), 1–12.
- Liu, H., Carvalhais, L. C., Crawford, M., Singh, E., Dennis, P. G., Pieterse, C. M. J., & Schenk, P. M. 2017. Inner plant values: Diversity, colonization and benefits from endophytic bacteria. *Frontiers in Microbiology*, 8(DEC), 1–17.
- Lubis, M. F., Hasibuan, P. A., Syahputra, H., & Astyka, R. 2022. A Review on Phytochemicals and Pharmacological Activities as Ethnomedicinal Uses of Duku (*Lansium domesticum* Corr.). *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(F), 57–65.
- Malfanova, N., Lugtenberg, B. J. J., & Berg, G. 2013. Bacterial Endophytes: Who and Where, and What are they doing there *Molecular Microbial Ecology of the Rhizosphere*, 1, 391–403.
- Mayanti 2009. Disertasi: kandungan kimia dan bioaktivitas Tanaman Duku. Bandung: Unpad press.
- Mayanti T, Tjokonegoro R, Supratman U, Mukhtar MR, Awang K, Hadi AHA 2011. Antifeedant triterpenoids from the seeds and bark of *Lansium domesticum* cv kokossan (meliaceae). *Journal Molecules* 2011, 16 : 2785-2795.
- Muslim, A., Pratama, R., Suwandi, S., & Hamidson, H. 2022. *Keparahan Penyakit , Variasi Genetik , dan Patogenesis Layu Ceratocystis pada Lansium domesticum di Sumatera Selatan , Indonesia*. 38, 131–145.

- Nabilah, A. N., Norlia, B., Farid, A. M., & Zaki, A. M. 2020. *Transcriptome analysis reveals the growth-defense trade-off in acacia mangium upon Ceratocystis infection*. 84.
- Nasution, A., Glen, M., Beadle, C., & Mohammed, C. 2019. *Ceratocystis* wilt and canker—a disease that compromises the growing of commercial *Acacia*-based plantations in the tropics. *Australian Forestry*, 82(sup1), 80–93.
- Perović, D. J., Gámez-Virués, S., Landis, D. A., Wäckers, F., Gurr, G. M., Wratten, S. D., You, M. S., & Desneux, N. 2018. Managing biological control services through multi-trophic trait interactions: review and guidelines for implementation at local and landscape scales. *Biological Reviews*, 93(1), 306–321.
- Pratama, R. *et al.* 2021. 'First report of bullet wood (*Mimusops elengi*) sudden decline disease caused by *Ceratocystis manginecans* in Indonesia', *BIODIVERSITAS*, 22(5), pp. 2636–2645.
- Paulo, S., Júnior, C., Pereira, F., Daniel, A., Hugo, V., & Buttr, T. 2020. *Endophytic bacteria of garlic roots promote growth of micropropagated meristems*. 241(April), 1–10.
- Pinski, A., Betekhtin, A., Hupert-Kocurek, K., Mur, L. A. J., & Hasterok, R. 2019. Defining the genetic basis of plant–endophytic bacteria interactions. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(8).
- Pontoh, J., Kamu, V. S., & Sitorus, L. P. 2015. Analysis of organic acid in langsung (*Lansium domesticum* var *pubescens*) and Duku (*Lansium domesticum* var. *domesticum*) fruits by reversed phase HPLC technique. *International Journal of ChemTech Research*, 8(7), 238–242.
- Ramesh, R., Joshi, A. A., & Ghanekar, M. P. 2009. Pseudomonads: Major antagonistic endophytic bacteria to suppress bacterial wilt pathogen, *Ralstonia solanacearum* in the eggplant (*Solanum melongena* L.). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(1), 47–55.
- Resti, Z., Liswarni, Y., & Martinius, M. (2020). Endophytic Bacterial Consortia as Biological Control of Bacterial Leaf Blight and Plant Growth Promoter of Rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 4(2), 134–145.
- Roux, J., Wingfield, M. J., Fourie, A., Noeth, K., & Barnes, I. 2020. *Ceratocystis* wilt on Eucalyptus: first record from South Africa. *Southern Forests*, 82(1), 24–31.
- Suryanto D, Patonah S, Munir E, 2010. Control of fusarium wilt of chili with chitinolytic bacteria. *Hayati Journal of Biosciences*. 17(1): 5-8

- Suwandi, S., Irsan, C., Hamidson, H., Umayah, A., & Asriyani, K. D. 2021. Identification and characterization of *Ceratocystis fimbriata* causing lethal wilt on the lansium tree in Indonesia. *Plant Pathology Journal*, 37(2), 124–136.
- Syamsuardi, S., Chairul, C., & Murni, P. 2018. Analysis of Genetic Impurity of An Original Cultivar Duku (*Lansium parasiticum* (Osbeck.) K.C. Sahni & Bennet.), from Jambi, Indonesia Using ITS and MatK Gene. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3(2), 441–446.
- Tarigan, M., Wingfield, M. J., van Wyk, M., Tjahjono, B., & Roux, J. 2011. Pruning quality affects infection of *Acacia mangium* and *A. crassicarpa* by *Ceratocystis acaciivora* and *Lasiodiplodia theobromae*. *Southern Forests*, 73(3–4), 187–191.
- Taulé, C., Vaz-Jauri, P., & Battistoni, F. 2021. Insights into the early stages of plant–endophytic bacteria interaction. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 37(1), 1–9.
- Zuhria, S. A., Djauhari, S., & Muhibuddin, A. 2016. Exploration and Antagonistic Test of Endophytic Fungi from Soybean (*Glycine max* L. Merr) With Different Resistance to *Sclerotium rolfsii*. *The Journal of Experimental Life Sciences*, 6(2), 101–105.