

**POTENSI LALAT BUAH YANG MENYERANG JAMBU KRISTAL
SEBAGAI PEMBAWA BAKTERI PATOGEN TANAMAN**

(Skripsi)

Oleh

**Haura Rana Farahdiba
1914191029**



**JURUSAN PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

POTENSI LALAT BUAH YANG MENYERANG JAMBU KRISTAL SEBAGAI PEMBAWA BAKTERI PATOGEN TANAMAN

OLEH

HAURA RANA FARAHDIBA

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui identitas lalat buah yang ditemukan di Kebun Jambu Taman Ria, Tanggamus dan PT *Great Giant Food*, Lampung Tengah, mengetahui kemungkinan adanya bakteri patogen pada larva dan imago lalat buah yang menyerang jambu kristal, mengetahui karakteristik dan identitas, serta kisaran inang bakteri patogen tersebut. Penelitian ini dilaksanakan pada Januari sampai Mei 2023 di Laboratorium Bioteknologi Pertanian dan Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Spesies lalat buah yang ditemukan yaitu *Bactrocera papayae*. Digunakan 66 isolat bakteri hasil isolasi pada fase larva dan imago lalat buah. Hasil uji patogenisitas menunjukkan bahwa empat isolat bakteri (3.2 (2), 1.2 (3), 1.1 (3), dan D.2 (2)) mampu menyebabkan busuk lunak pada buah jambu kristal. Empat isolat tersebut diuji lanjut untuk mengetahui karakteristik dan identitasnya. Hasil uji biokimia menunjukkan isolat bakteri bersifat gram negatif dan gram positif, negatif hipersensitif, negatif *soft rot*, bersifat oksidatif/fermentatif, positif *arginin dihidrolase* dan negatif *arginin dihidrolase*, *lechitinase* negatif, casein negatif dan casein positif, tidak berpendar pada media King's B, terdapat bakteri yang mampu tumbuh maupun tidak dapat tumbuh pada suhu 39 °C, tidak dapat tumbuh pada suhu 40 °C, mampu menggunakan beberapa bahan organik sebagai sumber karbonnya seperti *L-glutamate monohydrate*, *D-melibiose*, *D-rafrinose*, *Citric acid monohydrate*, *Mannitol*, *Glycerol*, *Tri sodium citrate*, dan *Ascorbic acid*. Hasil uji kisaran inang terhadap delapan spesies buah, terdapat isolat yang mampu menginfeksi seluruh buah dan beberapa buah yang dijadikan kisaran inang. Hasil analisis sekuen 16SrDNA menunjukkan bahwa isolat tersebut menunjukkan kekerabatan paling dekat dengan *Stenotrophomonas maltophilia*.

Kata kunci : *Bactrocera papayae*, jambu kristal, *Stenotrophomonas maltophilia*

**POTENSI LALAT BUAH YANG MENYERANG JAMBU KRISTAL
SEBAGAI PEMBAWA BAKTERI PATOGEN TANAMAN**

Oleh

HAURA RANA FARAHDIBA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **POTENSI LALAT BUAH YANG MENYERANG
JAMBU KRISTAL SEBAGAI PEMBAWA
BAKTERI PATOGEN TANAMAN**

Nama Mahasiswa : **Haura Rana Farahdiba**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1914191029**

Jurusan : **Proteksi Tanaman**

Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.
NIP 19810815 200812 2 001



Dr. Radix Sunharjo, S.P., M.Agr.
NIP 19810621 200501 1 003

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman



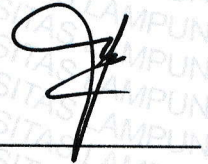
Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.
NIP 19810815 200812 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.



Sekretaris

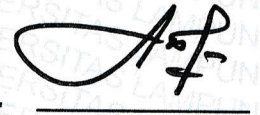
: Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.

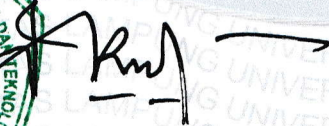


2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 4 Agustus 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Potensi Lalat Buah yang Menyerang Jambu Kristal sebagai Pembawa Bakteri Patogen Tanaman”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Agustus 2023



Haura Rana Farahdiba
NPM 1914191029

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada 1 Oktober 2002 yang merupakan anak perempuan dari pasangan Bapak Rudi Kurniawan dan Ibu Nina Mulyani. Penulis menyelesaikan Pendidikan di SDN 1 Budidaya pada tahun 2013, SMPN 1 Sidomulyo pada tahun 2016, SMAN 1 Kalianda pada tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada tahun 2020 penulis melaksanakan kegiatan Praktik Pengenalan Pertanian di Kecamatan Punggur, Lampung Tengah. Pada tahun 2022 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata di Desa Ketapang, Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan. Pada tahun yang sama juga penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum di PT Perkebunan Nusantara VII Unit Rejosari-Pematang Kiwah, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan. Selama menjalani perkuliahan penulis pernah menjadi asisten dosen pada praktikum Pesticida Pertanian, Ilmu Hama Tumbuhan, Hama Penting Tumbuhan, Bakteriologi Tumbuhan, dan Aplikasi Ilmu Teknologi Proteksi Tanaman. Penulis juga aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai anggota bidang Organisasi dan Diklat Anggota pada periode 2020/2021 dan Bendahara Umum pada periode 2022, dan penulis juga mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa Lembaga Studi Mahasiswa Pertanian (LS-MATA) sebagai anggota bidang Hubungan Masyarakat.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "**Potensi Lalat Buah yang Menyerang Jambu Kristal sebagai Pembawa Bakteri Patogen Tanaman**". Skripsi ini penulis persembahkan sebagai ucapan terima kasih kepada :

1. Ayah, bunda, nenek, adik, keluarga, sahabat, teman seperjuangan, yang telah memberikan seluruh usaha terbaiknya untuk mendukung, memotivasi, menyemangati penulis hingga tiba di titik terselesaikannya salah satu tanggung jawab penulis dalam mendapatkan gelar Sarjana Pertanian.
2. Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., Dr. Radix Suharjo, S. P., M. Agr., dan Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M. S. yang tidak lelahnya memberikan penulis banyak ilmu, bimbingan, masukan, saran, motivasi, dan semangat hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

MOTTO

“Kamu tahu? Hidup itu panjang bahkan jika jatuh sesaat dan berhenti tidak apa-apa!!! Ketika muda aku banyak gagal, tapi tidak apa-apa, lihat aku, aku keren kan, aku ceria”

- Pi Cheolin) -

“Jadilah kuat untuk sesuatu yang membuat mu Patah”

- Anonim -

“Kamu mungkin ga hebat dalam segalanya, tapi bukan berarti kamu gabisa apa-apa, kita tidak sempurna, tapi tidak apa-apa”

- Jeon Woonwo -

SANWANCANA

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "**Potensi Lalat Buah yang Menyerang Jambu Kristal sebagai Pembawa Bakteri Patogen Tanaman**". Sholawat serta salam tidak lupa selalu penulis panjatkan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang senantiasa dinantikan syafaat-Nya di Yaumul kiamat kelak. Tujuan penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Penyusunan skripsi ini penulis mendapat banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan fasilitas kepada mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung untuk melaksanakan penelitian.
2. Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan sebagai pembimbing utama yang telah memberikan banyak ilmu, motivasi, bimbingan, semangat, serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Radix Suharjo, S. P., M. Agr. selaku dosen pembimbing pembantu yang telah memberikan banyak ilmu, motivasi, bimbingan, semangat, serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M. S. selaku dosen pembahas yang telah memberikan banyak ilmu, bimbingan, saran, serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M. Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan banyak motivasi, masukan, dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Kepada kedua orang tua, nenek, kakek, adik, serta keluarga yang tersayang dan paling saya cintai Rudi Kurniawan (alm), Nina Mulyani, Cucu Juariyah, Yudi, Daffa Adila Kurniawan yang telah memberikan penulis banyak dukungan, doa, nasihat, motivasi, semangat dalam penulis menyelesaikan pendidikan.
7. Tim penelitian mba Tari, mba Yeyen, bang Nando, bang Sony, Hafizh Mutiara Rizky, Defi Ariza, Dita Meiliana, Dita Oktaviani, Hervira Intan, dan Oka, serta seluruh anggota Laboratorium Bioteknologi terima kasih atas bantuan, saran, motivasi, dan semangat selama penulis melaksanakan penelitian.
8. Kepada sahabatku Shafira Puza Zulafa dan Dinda Ayu Lestari yang selalu ada untuk mendengarkan keluh, kesah, dan memberikan semangat kepada penulis.
9. Kepada QC Family (Sekar, kukum, Ara, Deya, Tatu) untuk dukungan dan semangat yang diberikan kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan The Taher Family (Angel, Caca, Ningnong, Ae, Adella, mba Nana, Lisa, Ayu, dan Atikah) yang selalu memberikan tawa, semangat, motivasi, serta menjadi tempat panulis berkeluh kesah dalam menjalani perkuliahan.
11. Kepada Ngabruts (Azrah, Anissa, Ica, Carissa, Ketut, dan Atikah), serta Joel Sihite, terima kasih telah memberikan banyak bantuan, dukungan, motivasi dan semangat kepada penulis.
12. Keluarga besar Proteksi Tanaman terkhusus angkatan 2019, terima kasih atas kerja sama, dukungan, bantuan, motivasi, dan semangat yang telah diberikan.
13. Semua Pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Bandar Lampung Agustus 2023

Haura Rana Farahdiba

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	1
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Kerangka Pemikiran	2
1.4 Hipotesis.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Klasifikasi Jambu Kristal	4
2.2 Morfologi Jambu Kristal	4
2.3 Klasifikasi Lalat Buah	5
2.4 Morfologi Lalat Buah	6
2.5 Biologi Lalat Buah	8
2.6 Mekanisme Serangan Lalat Buah.....	8
2.7 Tanaman Inang Lalat Buah	9
2.8 Kemampuan Lalat Buah untuk Membawa Patogen Tanaman	10
III. METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian.....	12
3.3.1 Sampel Jambu Kristal yang Terserang Lalat Buah.....	12
3.3.2 Pengambilan Lalat Buah Pada Fase Larva dan Imago	12
3.3.3 Identifikasi Lalat Buah.....	13
3.3.4 Isolasi Bakteri	13
3.3.5 Uji Kemampuan Bakteri Hasil Isolasi sebagai Patogen Tanaman	14
3.3.6 Karakterisasi Bakteri Patogen Tanaman Hasil Isolasi.....	14
3.3.7 Uji kisaran Inang.....	19
3.3.8 Identifikasi Bakteri Patogen Tanaman Hasil Isolasi.....	19

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil Penelitian.....	23
4.1.1 Lalat Buah yang Ditemukan dari Buah Jambu Kristal	23
4.1.2 Isolat Bakteri Patogen yang Ditemukan pada Lalat buah.....	25
4.1.3 Uji Patogenisitas Bakteri yang ditemukan pada Buah Jambu Kristal ..	27
4.1.4 Karakteristik Penyebab Penyakit	28
4.1.5 Uji Kisaran Inang.....	34
4.2 Pembahasan	37
V. SIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Simpulan.....	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Isolat bakteri yang ditemukan pada Kebun Jambu Taman Ria, Tanggamus dan PT GGF, Lampung Tengah.	25
2. Hasil uji kemampuan bakteri penyebab busuk buah jambu kristal dalam menggunakan berbagai jenis bahan organik	34
3. Kemampuan beberapa isolat yang menyebabkan busuk lunak buah jambu kristal.....	35
4. Tingkat serangan pada uji kisaran inang	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ciri morfologi imago lalat buah.	7
2. Susunan sayap lalat buah	7
3. Bagian-bagian Larva lalat buah	8
4. Larva lalat buah yang ditemukan dari buah jambu kristal. (A) dari Kebun Jambu Taman Ria, Tanggamus, (B) dari PT GGF, Lampung Tengah.....	23
5. Morfologi lalat buah yang berasal dari Kebun Jambu Taman Ria, Tanggamus.....	24
6. Morfologi lalat buah yang berasal dari PT GGF, Lampung Tengah.....	25
7. Gejala busuk lunak pada buah jambu kristal yang telah diinokulasi dengan beberapa isolat bakteri : (A) 3.2. (2), (B) 1.2 (3), (C) 1.1 (3), (D) D.2 (2), dan (E) Air steril..	27
8. Hasil uji gram (A) Kelompok bakteri gram negatif pada isolat : 3.2 (2) dan 1.2 (3) ditunjukkan dengan terbentuknya lendir., (B) kelompok bakteri gram positif pada isolat : D.2 (2) dan 1.1 (3) ditunjukkan dengan tidak terbentuknya lendir.....	28
9. Hasil uji hipersensitif pada daun tembakau menunjukkan tidak terbentuknya gejala nekrotik pada daun : (A) 1.1 (3), (B) 1.2 (3), (C) 3.2 (2), (D) D.2 (2).	29
10. Hasil uji <i>soft rot</i> menunjukkan tidak membusuknya permukaan umbi kentang yang telah diinokulasikan isolat bakteri : D.2 (2), 1.2 (3), 1.1 (3), 3.2 (2).....	29
11. Perubahan warna media pada isolat bakteri yang menunjukkan sifat oksidatif/fermentatif : (A) 1.2 (3), (B) 3.2 (2), (C) D.2 (2), (D) 1.1 (3).	30
12. Hasil uji <i>arginin dihydrolase</i> (moller media) menunjukkan reaksi positif dengan adanya perubahan warna media dari kecoklatan menjadi ungu pada isolat : (A) 1.2 (3), (B) 3.2 (2), (C) 1.2 (3). Reaksi negatif ditunjukkan perubahan warna menjadi kuning pada isolat : (D) D.2 (2).....	30

13. Hasil uji *lechitinase* semua isolat menunjukkan reaksi negatif dengan tidak terbentuknya zona putih disekitar koloni bakteri : (A) 1.2 (3), (B) D.2 (2), (C) 1.1 (3), (D) 3.2 (2). 31
14. Hasil uji casein (A) D.2 (2) menunjukkan reaksi positif dengan terbentuknya zona bening, sedangkan (B) 3.2 (2), (C) 1.1 (3), dan (D) 1.2 (3) menunjukkan reaksi negatif dengan tidak terbentuknya zona bening disekitar koloni bakteri. 31
15. Hasil uji fluoresensi pada media King's B menunjukkan reaksi negatif dengan tidak berpendarnya isolat bakteri di bawah sinar UV pada semua isolat : (A) D.2 (2), (B) 3.2 (2), (C) 1.2 (3), (D) 1.1 (3). 32
16. Hasil uji pertumbuhan pada suhu 39 °C dan 40 °C menunjukkan (A) reaksi positif dengan tumbuhnya bakteri pada media ditandai dengan perubahan warna media menjadi putih keruh (B) reaksi negatif ditunjukkan dengan tidak tumbuhnya bakteri yang menyebabkan tidak adanya perubahan warna media. 33
17. Hasil uji kemampuan untuk menggunakan beberapa jenis bahan organik yang menunjukkan reaksi positif ditandai dengan perubahan warna menjadi kuning atau biru. 34
18. Gejala busuk lunak pada beberapa buah : (A) Jambu air bergejala, (B) Jambu air kontrol, (C) Nangka bergejala, (D) Nangka kontrol, (E) Rambutan bergejala, (F) Rambutan kontrol, (G) Belimbing bergejala, (H) Belimbing kontrol, (I) Mangga bergejala, (J) Mangga kontrol, (K) Cabai bergejala, (L) Cabai kontrol, (M) Pepaya bergejala, (N) Pepaya kontrol, (O) Pisang bergejala, (P) Pisang kontrol. 36
19. Pohon filogenik hasil sekuens 16S rDNA menunjukkan isolat dengan kode 3.2 (2) dan 1.2 (3) memiliki kekerabatan dengan *Stenotrophomonas maltophilia*. 37

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jambu kristal merupakan salah satu varietas dari jambu biji yang dikembangkan di Taiwan pada tahun 1991 kemudian dikembangkan di Indonesia pada tahun 2009 hingga saat ini (Herdiat dkk., 2019). Jambu kristal merupakan salah satu komoditas hortikultura yang mempunyai potensi untuk dikembangkan dikarenakan memiliki beberapa keunggulan yang terletak pada ukuran, rasa, dan warnanya. Jambu kristal memiliki ukuran yang sedang, daging buah berwarna putih tebal dan memiliki sedikit biji, rasanya sangat manis dengan sedikit kandungan air, sehingga teksturnya agak lembut dan jika dikunyah renyah seperti buah pir (Setiawan dkk., 2021).

Berbagai kendala dihadapi dalam usaha meningkatkan produksi jambu kristal. Salah satunya berasal dari lalat buah. Lalat buah merupakan hama penting dan utama di beberapa komoditas buah-buahan, termasuk jambu kristal. Lalat buah menyebabkan kerusakan pada buah jambu kristal yang hampir masak akibat aktivitas larva yang memakan daging buah. Jambu kristal yang terserang lalat buah akan menunjukkan gejala berupa lubang kecil pada permukaan kulit buah. Kerugian yang ditimbulkan oleh lalat buah mencapai 30-60% dan dapat meningkat hingga 80% jika tidak dilakukan pengendalian (Adnyana dkk., 2019).

Penyebab keparahan busuk buah jambu kristal biasanya disebabkan oleh aktivitas makan larva lalat buah di dalam buah jambu kristal dan masuknya patogen akibat lubang yang ditimbulkan setelah lalat buah meletakkan telur di permukaan buah jambu kristal. Tetapi apakah hanya kedua hal tersebut saja menyebabkan busuk

pada jambu kristal atau kah ada hal lain yang dapat menyebabkan keparahan busuk buah jambu kristal, seperti terbawanya bakteri patogen yang terbawa oleh larva lalat buah. Spesies bakteri patogen yang paling penting dapat menyebabkan busuk lunak yaitu *Pectobacterium* spp. (*Erwinia carotovora*) dan *Dickeya* spp. (*Erwinia chrysanthemi*) dengan kisaran inang yang luas (Ma *et al.*, 2007).

Lloyd *et al.* (1986) menyebutkan bahwa lalat buah dapat berperan sebagai pembawa bakteri patogen tanaman. Hingga saat ini belum ada informasi tentang kemampuan lalat buah yang menyerang jambu kristal di Indonesia untuk menyebarkan patogen tanaman, serta identitas patogen tanaman yang dibawa oleh lalat buah tersebut.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui identitas lalat buah yang ditemukan,
2. Mengetahui kemungkinan adanya bakteri patogen buah jambu kristal pada larva dan imago lalat buah yang menyerang jambu kristal,
3. Mengetahui karakteristik bakteri patogen yang ditemukan,
4. Mengetahui identitas bakteri patogen yang ditemukan,
5. Mengetahui kisaran inang bakteri yang ditemukan.

1.3 Kerangka Pemikiran

Lloyd *et al.* (1986) menyebutkan bahwa lalat buah mampu membawa bakteri patogen tanaman yaitu *D. tryoni* (Froggatt) dan *D. neohumeralis* Hardy yang diambil dari tanaman jambu biji (*Psidium guajava* L.), Murbei (*Morus nigra* L.) dan persik (*Prunus persica* (L.) Batsch), *D. cacuminatus* (Héring) dari tembakau liar (*Solanum mauritianum* Scop.), dan *D. musae* (Tryon) dari pisang (*Musa paradisiaca* L.). Bakteri yang dibawa oleh lalat buah ini berasal dari famili *Enterobacteriaceae*.

Enterobacteriaceae merupakan keluarga besar dari bakteri, termasuk banyak bakteri patogen yang telah dikenal luas seperti *Salmonella*, *Shigella*, dan *Escherichia coli*. Sebagian besar anggota dari famili bakteri dapat ditemukan di usus manusia dan hewan lain, sedangkan yang lainnya dapat ditemukan di air, tanah, parasit pada hewan dan tanaman. Bakteri ini memiliki banyak genus. Genus yang dapat menyerang tanaman sebagai penyebab busuk yaitu *Dickeya*, *Erwinia*, dan *Pectobacterium* (Louisiana Office of Public Health, 2018).

Ditemukannya lalat buah yang mampu membawa bakteri patogen tanaman yang berasal dari famili *Enterobacteriaceae* menjadikan dasar pemikiran bahwa walaupun hingga saat ini belum ada laporan tentang kemampuan lalat buah yang menyerang jambu kristal mampu membawa patogen, namun begitu berdasarkan laporan yang ada, lalat buah yang menyerang jambu kristal juga mempunyai potensi yang besar untuk membawa patogen tanaman. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai hal tersebut menggunakan beberapa metode yang telah diterapkan oleh para peneliti diantaranya uji biokimia, identifikasi molekuler, dan mengetahui kisaran inang yang memiliki potensi dalam menyebabkan gejala busuk pada buah tanaman lainnya.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lalat buah yang menyerang jambu kristal tergolong dalam genus *Bactrocera*,
2. Lalat buah yang menyerang jambu kristal mampu membawa bakteri patogen tanaman,
3. Bakteri patogen yang terbawa oleh lalat buah memiliki beberapa karakteristik berdasarkan uji biokimia,
4. Identitas bakteri penyebab busuk buah jambu kristal tergolong dalam genus *Pectobacterium* dan *Dickeya*,
5. Bakteri patogen penyebab busuk buah jambu kristal dapat menginfeksi tanaman lain selain buah jambu kristal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jambu Kristal

Klasifikasi buah jambu kristal menurut (USDA, 2023) adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
Sub kingdom : Tracheobionta
Super divisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliopsida
Sub Kelas : Rosidae
Ordo : Myrtales
Famili : Mirtaceae
Genus : *Psidium*
Spesies : *Psidium guajava* L.

Buah jambu kristal merupakan hasil mutasi dari jambu Bangkok yang masuk ke Indonesia melalui teknis misi Taiwan (*Taiwan Technical Mission in Indonesia*) pada tahun 1998. Misi tersebut merupakan misi teknis pertanian yang bertujuan untuk kerjasama diplomasi Indonesia dan Taiwan yang dikirim pemerintah Taiwan dibawah program *Internasional Cooperation and Development Fund* (Redaksi Trubus, 2014).

2.2 Morfologi Jambu Kristal

Jambu biji (*Psidium guajava* L.) merupakan salah satu produk hortikultura yang memiliki banyak manfaat. Bagian tanaman jambu biji ini hampir semua dapat dimanfaatkan. Jambu biji memiliki ciri morfologi berbentuk bulat dan bertekstur

keras. Jambu biji memiliki beberapa kultivar, yaitu Wijaya merah, Mega merah, Deli, Mutiara dan Kristal. Salah satu kultivar dari jambu ini yang terkenal di Indonesia yaitu jambu biji kultivar kristal. Jambu kristal merupakan hasil mutasi dari jambu Muangthai Pak yang diperkenalkan di Indonesia oleh Misi Teknik Taiwan (Rustani dan Susanto, 2019). Jambu biji ini disebut kristal dikarenakan memiliki daging buah berwarna putih agak bening dan bentuk jambu ini tidak bulat sempurna sedikit berlekuk-lekuk menyerupai bentuk kristal (Adnyana dkk., 2019).

Jambu kristal memiliki struktur daun tunggal dan jika diremas mengeluarkan aroma. Kedudukan daun bersilangan dengan letak daun berhadapan dan pertulangan daun menyirip. Bunga jambu kristal memiliki tipe benang sari polyandrous atau saling bebas tidak berlekatan. Benang sari berwarna putih dan kepala sari berwarna krem. Putiknya berwarna putih kehijauan dengan bentuk kepala putik yang bercuping (*lobed*). Batang jambu kristal memiliki bentuk seperti kerucut atau limas, sedangkan pada batang tua pada jambu kristal berkayu keras seperti gili (Wahyuni dkk., 2022).

2.3 Klasifikasi Lalat Buah

Sistem klasifikasi lalat buah menurut Drew and Hancock (1994) adalah sebagai berikut.

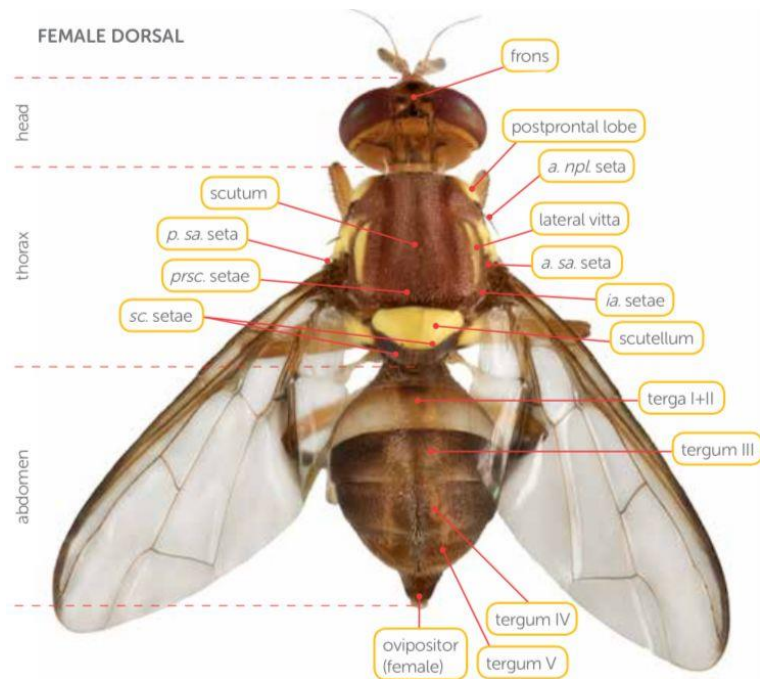
Kingdom : Animalia
 Phylum : Arthropoda
 Classis : Insecta
 Ordo : Diptera
 Sub Ordo : Cycloorhapha
 Familia : Tephritidae

Famili Tephritidae dapat dikenali dengan mudah dilihat dari imagonya yang memiliki pola indah yang beragam. Famili Tephritidae ditemukan di Asia sebanyak 160 genus, dan yang termasuk Tribe Dacini diperkirakan berjumlah 180

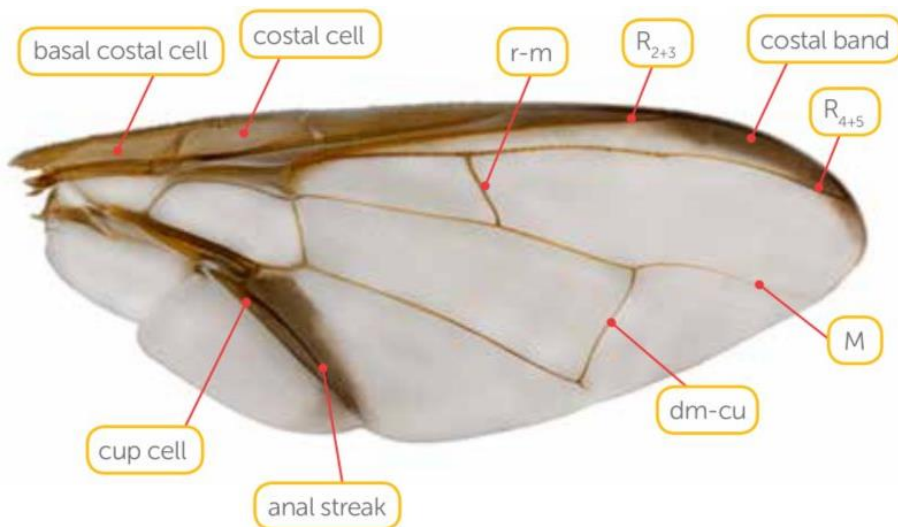
dari spesies *Bactrocera* dan 30 dari spesies *Dacus*. Sub famili lalat buah yang banyak menyerang tanaman yaitu berasal Tribe Dacini. Tribe Dacini dibagi ke dalam tiga genus secara morfologis, yaitu *Bactrocera*, *Dacus*, dan *Monacrostichus*. Genus *Bactrocera* merupakan spesies asli yang berasal dari daerah tropika. Genus ini merupakan jenis lalat buah penting yang berasosiasi dengan berbagai buah-buahan tropika, yang menyebabkan kerugian ekonomi, kecuali pada subgenus *Bactrocera* (*Zeugodacus*) inangnya merupakan tanaman hias dan tanaman pada Famili Cucurbitaceae. Genus *Dacus* sebelumnya juga dinyatakan sebagai spesies dari daerah tropika, kemudian diketahui ternyata genus ini merupakan spesies asli dari Afrika yang dapat berasosiasi dengan bunga, buah dari famili Cucurbitaceae dan famili Leguminosae (Siwi dkk., 2006).

2.4 Morfologi Lalat Buah

Morfologi lalat buah dewasa (imago) memiliki kepala berbentuk bulat agak lonjong, antenanya terdiri dari tiga ruas, terdapat bercak atau noda (*facial spot*) pada muka. Bagian dorsum toraks terdiri dari dua bagian penting yaitu skutum atau *mesonotum* (dorsum toraks atas) dan *skutelum* (dorsum toraks bawah). Abdomen memiliki ciri terdiri dari ruas-ruas (tergites). Dilihat dari sisi dorsum, pada abdomen akan terlihat batas antarruas (tergit). Pada genus *Bactrocera*, ruas-ruas abdomen terpisah, sedangkan pada genus *Dacus*, ruas-ruas abdomen menyatu, sehingga bentuknya menyerupai tawon (Gambar 1). Ciri-ciri dari sayap lalat buah ini yaitu terdapat pola pembuluh sayap, yaitu costa (pembuluh sayap sisi anterior), anal (pembuluh sayap sisi posterior), cubitus (pembuluh sayap utama), median (pembuluh sayap tengah), radius (pembuluh sayap radius), r-m = pembuluh sayap melintang, dm-cu = pembuluh sayap melintang (Gambar 2) (Siwi dkk., 2006).



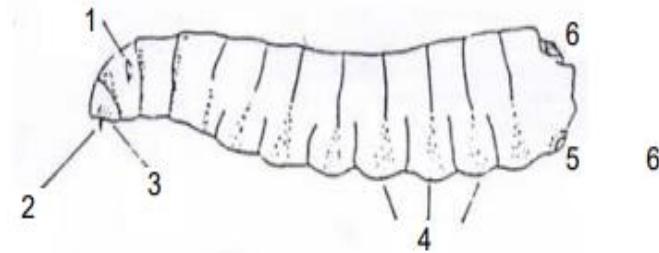
Gambar 1. Ciri morfologi imago lalat buah (Sumber : Plant Health Australia, 2018).



Gambar 2. Susunan sayap lalat buah (Sumber : Plant Health Australia, 2018).

Larva lalat buah memiliki banyak variasi dalam bentuk dan ukurannya tergantung dari spesies dan makanan sebagai tempat untuk bertahan hidup. Bentuk ramping (*slendir*) terdiri atas 8 ruas abdomen dan meruncing pada bagian ujung belakang. Larva memiliki panjang tidak lebih dari 1 cm dan memiliki kemampuan bisa meloncat yang merupakan ciri khusus dari larva ordo Diptera. Larva ini hidup pada buah-buahan yang lunak biasanya hidup pada bagian daging buah yang

sudah masak atau setengah masak. Terdapat 3 instar larva pada lalat buah yaitu, instar pertama ukurannya sangat kecil, berwarna jernih dan bening dengan permukaan seperti bentuk pahatan. Instar 2 dan 3 berwarna putih krem, bentuknya sama, hanya berbeda pada ukurannya saja instar 3 lebih besar. Beberapa terminologi untuk dapat mengetahui larva dari berbagai spesies lalat buah (Gambar 3) (Siwi dkk., 2006).



1 = spirakel bagian anterior, 2 = kait mulut, 3 = mandible, 4 = alat perayap, 5 = lubang anal, 6 = spirakel bagian posterior.

Gambar 3. Bagian-bagian larva lalat buah (Sumber : White *et al.*, 1992 dalam Siwi dkk., 2006)

2.5 Biologi Lalat Buah

Lalat buah merupakan serangga yang bermetamorfosis sempurna atau Holometabola. Imago lalat buah dapat hidup selama 1 bulan. Imago lalat buah betina akan menusukkan telur ke dalam kulit buah saat telur berumur 2-3 hari. Larva lalat buah akan hidup dan berkembang di dalam daging buah dengan memakan daging buah dan menyebabkan buah menjadi busuk. Larva lalat buah memiliki 3 masa instar. Proses tersebut memerlukan waktu selama 7-10 hari. Jika masa instar selesai, larva akan menjatuhkan diri ke tanah dan menjadi pupa. Fase ini berlangsung selama 5-25 hari menyesuaikan keadaan lingkungannya. Setelah itu, pupa keluar menjadi lalat muda dan sudah dapat terbang (Kardinan, 2003).

2.6 Mekanisme Serangan Lalat Buah

Mekanisme serangan lalat buah yaitu imago lalat buah menyerang pada jaringan sehat pada buah dengan cara menusukkan ovipositor dari imago betina sedalam 2-4 mm untuk meletakkan telurnya pada buah yang sehat. Betina lalat buah dalam

meletakkan telurnya memilih inangnya terlebih dahulu yang sesuai untuk keturunannya dapat bertahan hidup. Melihat kesesuaian inang tersebut berdasarkan komponen senyawa kimia buah dan fisik buah. Tanaman dapat mengeluarkan senyawa yang membuat serangga tertarik untuk datang. Setelah inang terpilih oleh imago betina, kemudian imago betina akan mengeluarkan suatu senyawa sebagai penanda pada tanaman buah berupa *host marking pheromone* untuk mencegah terjadinya kompetisi inang dengan lalat buah lainnya. Faktor lain yang mempengaruhi pemilihan buah adalah faktor fisik. Faktor fisik yang mempengaruhi yaitu bentuk buah termasuk ukuran dan warna buah (Yudistira dkk., 2020).

Lalat buah menyerang pada tanaman mulai terbentuknya buah, kemudian tingkat kerusakan meningkat ketika buah menjadi masak. Saat imago betina lalat buah selesai meletakkan telurnya pada daging buah, selanjutnya telur menetas menjadi larva dan mulai menggerogoti isi dalam buah, maka saat itulah terjadi kerusakan pada buah. Aktivasi makan larva dari lalat buah menyebabkan terjadinya busuk pada buah dan buah jatuh ke tanah sebelum tiba waktunya buah masak. Serangan dari lalat buah menyebabkan kehilangan hasil mencapai 30-60% (Paijal dkk., 2021).

2.7 Tanaman Inang Lalat Buah

Beberapa jenis lalat buah yang telah diidentifikasi menyerang tanaman jambu biji, yaitu lalat buah spesies *Bactrocera umbrosus*, *B. carambolae*, *B. papayae* dan *B. albistrigata*. Lalat buah yang paling banyak menyerang tanaman jambu kristal yaitu *B. carambolae* dan *B. papayae*. Tanaman inang utama dari *B. papayae* adalah papaya dan tanaman inang utama dari *B. carambolae* adalah belimbing (Adnyana dkk., 2019). Menurut Desmawati (2005) dalam Sulfiani (2018), *B. papayae* dapat menyerang 200 spesies tanaman dari 50 famili, contohnya pada buah mangga, jambu mente, serikaya, sirsak, rambutan, manggis dan mentimun. Menurut Siwi dkk. (2006) dalam Indriyanti dkk. (2013), *B. carambolae* juga dapat menyerang buah cabai, tomat, mangga, jambu bol, nangka, jambu biji, jambu air dan kluwih.

2.8 Kemampuan Lalat Buah untuk Membawa Patogen Tanaman

Terdapat laporan yang menyebutkan lalat buah dapat membawa patogen tanaman yang berasal dari famili *Enterobacteriaceae*. Spesies lalat buahnya yaitu *D. tryoni* (Froggatt) dan *D. neohumeralis* Hardy dari tanaman jambu biji (*Psidium guajava* L.), Murbei (*Morus nigra* L.) dan persik (*Prunus persica* (L.) Batsch), *D. cacuminatus* (Héring) dari tembakau liar (*Solanum mauritianum* Scop.), dan *D. musae* (Tryon) dari pisang (*Musa paradisiaca* L.) (Lloyd *et al.*, 1986).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari – Mei 2023 di Laboratorium Bioteknologi Pertanian dan Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan, Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Laminar Air Flow* (LAF), *autoclave*, *microwave*, *water bath*, *rotamixer*, *showcase*, *freezer*, *Digi-doc imaging system*, mesin PCR, alat Elektroforesis, *microcentrifuge*, *gel documentation*, cetakan gel 20x16x1cm³, timbangan elektrik, tabung eppendorf 1,5 mL, tabung reaksi, bunsen, *erlenmeyer*, gelas ukur, gelas *beaker*, cawan petri, jarum ent, jarum ose, kaca preparat, pinset, mikro pipet, tip, *scalpel*, nampan dan pisau.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain akuades, agar batangan, umbi kentang, kuning telur, minyak paraffin, buah jambu kristal yang terserang lalat buah, jambu kristal, jambu air, belimbing, mangga, nangka, papaya, pisang, cabai, dan rambutan, tanaman tembakau, plastik *wrap*, plastik tahan panas, *aluminium foil*, plastik, kertas label, spidol, karet gelang, tisu, kapas, korek api, alkohol 70%, KOH 3%, Klorok 2%, ethidium bromide (EtBr), NaCl 5%, MyTaq™ *Red Mix*, DNA primer, *marker DNA*, *ladder*, *loading dye*, *buffer*

TE, Bromthymol blue (BTB) 2%, agarose. Media biakan yang digunakan yaitu *Yeast Peptone Agar* (YPA) dan *Potato Peptone Glucose Agar* (PPGA). Media yang digunakan untuk uji antara lain King's B, Oksidatif/Fermentatif (O/F), *Yeast Pepton* (YP), casein, dan *lechitinase*. Bahan organik yang digunakan dalam uji antara lain *Lactose*, *Ascorbic Acid*, *Myo-inositol*, *Mannitol*, *Inulin*, *5-Ketogluconate*, *D-raffinose*, *Glycerol*, *D-arabinose*, *D-tartrate*, *D-melibiose*, *Citric acid monohydrate*, *M-tartrate*, *Strach*, *Tri sodium citrate dihydrate*, dan *L-glutamate monohydrate*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama yaitu isolasi bakteri yang terbawa oleh lalat buah pada buah jambu kristal. Isolasi bakteri dari lalat buah dilakukan pada fase larva dan imago. Tahap kedua yaitu pengujian untuk mengetahui identitas, karakter, dan kisaran inang dari isolat bakteri yang digunakan. Pengujian tersebut terdiri dari uji patogenisitas, uji biokimia, uji molekular, dan uji kisaran inang.

3.3.1 Sampel Jambu Kristal yang Terserang Lalat Buah

Sampel jambu kristal yang menunjukkan gejala terserang oleh lalat buah diambil dari Kebun Jambu Taman Ria, Tanggamus dengan titik koordinat 5°20'58.6"S 104°42'43.3"E, dan PT *Great Giant Food* (GGF), Lampung Tengah.

3.3.2 Pengambilan Lalat Buah Pada Fase Larva dan Imago

Pengambilan lalat buah pada fase larva dan imago adalah sebagai berikut.

3.3.2.1 Pengambilan Lalat Buah Fase Larva

Pengambilan lalat buah pada fase larva dilakukan dengan cara membelah buah jambu kristal yang menunjukkan gejala terserang lalat buah, kemudian larva di

dalam buah jambu kristal diambil menggunakan pinset dan dimasukkan ke dalam botol untuk keperluan isolasi bakteri.

3.3.2.2 Pengambilan Lalat Buah Fase Imago

Pengambilan lalat buah fase imago dengan cara meletakkan tanah ke dalam toples kemudian diletakkan buah jambu kristal yang terserang lalat buah di atas tanah tersebut dan toples ditutup menggunakan kain. Setelah itu, ditunggu kurang lebih 10 hari hingga larva di dalam buah jambu kristal menjadi imago. Imago lalat buah tersebut kemudian dimasukkan ke dalam botol untuk keperluan isolasi bakteri.

3.3.3 Identifikasi Lalat Buah

Identifikasi spesies lalat buah dilakukan untuk mengetahui spesies lalat buah yang menyerang tanaman jambu kristal. Identifikasi dilakukan menggunakan mikroskop stereo dan kunci determinasi yang berada di dalam jurnal Larasati dkk. (2016) dengan melihat ciri morfologinya.

3.3.4 Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri dilakukan pada lalat buah fase larva dan imago.

3.3.4.1 Isolasi dari Larva

Isolasi bakteri dari larva lalat buah dilakukan dengan dua perlakuan yaitu isolasi dari permukaan dan isolasi dari dalam tubuh lalat buah. Isolasi permukaan larva lalat buah dilakukan dengan cara memasukkan larva lalat buah ke dalam tabung eppendorf 1,5 mL berisikan air steril 0,5 mL, kemudian dikocok selama 30 detik. Isolasi dalam tubuh larva dilakukan dengan cara memasukan larva ke dalam tabung eppendorf 1,5 mL berisikan air steril 0,5 mL, kemudian larva ditumbuk menggunakan pinset dan ditunggu hingga 5 menit. Hasil suspensi tersebut digoreskan ke media *Yeast Peptone Agar* (YPA) dengan metode gores kuadran hingga diperoleh koloni tunggal. Setelah diperoleh koloni tunggal bakteri tersebut diisolasikan ke dalam media *Potato Pepton Glucose Agar* (PPGA).

3.3.4.2 Isolasi dari Imago

Isolasi imago lalat buah akan dilakukan dengan dua perlakuan yaitu isolasi dari permukaan dan dalam tubuh lalat buah. Isolasi permukaan imago lalat buah dilakukan dengan cara memasukkan imago lalat buah ke dalam tabung eppendorf 1,5 mL berisikan air steril 0,5 mL, kemudian dikocok selama 30 detik. Isolasi dalam tubuh imago lalat buah dilakukan dengan cara merendan imago lalat buah terlebih dahulu menggunakan klorok 2% untuk memastikan bahwa bakteri tersebut berasal dari dalam tubuh imago lalat buah tersebut. Selanjutnya imago lalat buah dibagi menjadi tiga bagian yaitu kepala, thorax, dan abdomen. Setelah itu ketiga bagian tersebut dimasukkan ke dalam tabung eppendorf 1,5 mL yang berisikan air steril 0,5 mL. Kemudian ketiga bagian tersebut ditumbuk menggunakan pinset dan tunggu selama 5 menit. Hasil suspensi tersebut digoreskan ke media *Yeast Peptone Agar* (YPA) dengan metode gores kuadran hingga diperoleh koloni tunggal. Setelah diperoleh koloni tunggal bakteri tersebut diisolasikan ke dalam media *Potato Pepton Glucose Agar* (PPGA).

3.3.5 Uji Kemampuan Bakteri Hasil Isolasi sebagai Patogen Tanaman

Uji ini bertujuan untuk memastikan bakteri yang digunakan merupakan bakteri patogen yang benar sebagai penyebab busuk buah jambu kristal. Pengujian ini dilakukan dengan cara menyiapkan suspensi bakteri dan buah jambu kristal. Suspensi bakteri didapatkan dengan cara mengambil 2 ose bakteri yang berumur 24 jam, kemudian dimasukkan ke dalam tabung eppendorf 1,5 mL yang sudah diisi dengan air steril sebanyak 1 mL dan dihomogenkan menggunakan *rotamixer*. Pengujian ini dilakukan dengan cara menyuntikan 1 mL suspensi bakteri pada buah jambu kristal. Pengamatan dilakukan selama 7 hari setelah inokulasi.

3.3.6 Karakterisasi Bakteri Patogen Tanaman Hasil Isolasi

Karakterisasi bakteri patogen terbawa lalat buah dilakukan dengan uji biokimia.

3.3.6.1 Uji biokimia

Uji biokimia dilakukan dengan berbagai macam pengujian antara lain.

(a) Uji gram

Uji gram bertujuan untuk mengetahui isolat bakteri yang digunakan termasuk Gram positif atau Gram negatif. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil satu ose bakteri yang beumur 24 jam. Bakteri tersebut kemudian diletakkan di atas kaca preparat dan ditetesi KOH 3%, setelah itu diaduk rata menggunakan jarum ose selama kurang lebih satu menit dan diangkat secara perlahan dengan tinggi sekitar 1 cm. Jika terbentuk lendir maka bakteri tersebut digolongkan ke dalam Gram negatif, tetapi jika tidak terbentuk lendir maka bakteri tersebut digolongkan ke dalam Gram positif (Kurnia, 2016).

(b) Uji hipersensitif

Uji hipersensitif bertujuan untuk membuktikan apakah benar isolat bakteri adalah spesifik bakteri patogen pada tanaman. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil satu ose bakteri yang sudah berumur 24 jam kemudian disuspensikan menggunakan 0,5 mL air steril yang kemudian dimasukkan ke dalam tabung eppendorf 1,5 mL. Suspensi bakteri tersebut kemudian dihomogenkan menggunakan *rotamixer*. Setelah itu diambil 0,5 mL suspensi bakteri dan disuntikkan pada daun tembakau diantara kedua epidermis daun tembakau menggunakan jarum suntik 1cc. Bagian tanaman yang telah disuntikkan suspensi bakteri kemudian diberikan label dan diinkubasi selama 24-48 jam. Gejala positif hipersensitif ditunjukkan dengan adanya gejala nekrosis atau mengeringnya bagian daun tembakau yang disuntikkan suspensi bakteri. Uji hipersensitif menggunakan tanaman tembakau dikarenakan tanaman tembakau dapat mengalokasikan serangan bakteri patogen sebagai respon ketahanan tanaman tembakau terhadap penyakit (Schaad *et al.*, 2001 dalam Prastio dkk., 2022).

(c) uji *soft rot*

Uji *soft rot* bertujuan untuk mengetahui isolat bakteri yang menyebabkan busuk buah jambu kristal termasuk ke dalam bakteri penyebab busuk lunak. Umbi kentang diiris setebal 1 cm dan dicuci dengan air mengalir selama 30 menit. Kemudian masing-masing irisan kentang tersebut diletakkan pada cawan petri

yang telah diberi tisu yang dilembabkan menggunakan akuades. Pengujian ini dilakukan dengan menggoreskan satu ose isolat bakteri yang berumur 24 jam pada bagian tengah umbi kentang. Setelah itu diinkubasi selama 24-48 jam. Reaksi positif ditunjukkan dengan terjadinya pembusukan pada bagian tengah umbi kentang (Andayani *et al.*, 2019).

(d) Uji Oksidatif/fermentative (O/F)

Uji oksidatif fermentatif (O/F) bertujuan untuk mengetahui sifat dari isolat bakteri termasuk oksidatif atau fermentatif. Pengujian ini dilakukan menggunakan media O/F (basal medium). Bahan untuk membuat media O/F yaitu 9,8 g bubuk media O/F dan 1000 mL akuades. Setelah itu media tersebut dituang ke dalam tabung reaksi sebanyak 4 mL dan disterilisasi. Isolat bakteri yang berumur 24 jam di ambil menggunakan jarum ent, kemudian ditusukkan ke dalam tabung yang berisi media O/F hingga dasar tabung dan diangkat secara perlahan. Salah satu tabung diberi minyak parafin stereril dan satunya lagi tidak diberi minyak parafin.

Perubahan warna diamati selama 1-7 hari. Jika terjadi perubahan warna dari hijau ke kuning pada kedua tabung, maka bakteri tersebut bersifat fermentatif, dan jika perubahan warna hanya terjadi pada tabung reaksi yang tidak diberi minyak parafin saja, maka bakteri tersebut bersifat oksidatif (Andayani dkk., 2019).

(e) Uji *arginin dihydrolase* (Moeller Media)

Uji arginin bertujuan untuk mengetahui kemampuan pertumbuhan isolat bakteri pada kondisi anaerob dalam media yang mengandung bahan kimia arginine.

Pengujian dilakukan menggunakan moeller media 21 g dan 1000 mL akuades, kemudian media tersebut dipanaskan menggunakan *microwave* dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Setelah itu media disterilisasi menggunakan . Pengujian dilakukan dengan mengambil isolat bakteri yang sudah berumur 24 jam menggunakan jarum preparat dan ditusukkan pada moeller media sampai dasar tabung dan ditambahkan minyak parafin steril. Kemudian diinkubasi pada suhu 28 °C dan dilakukan pengamatan selama 7-14 hari. Reaksi positif ditunjukkan dengan adanya perubahan warna media dari merah kecoklatan menjadi warna

ungu, sedangkan reaksi negatif ditunjukkan dengan adanya perubahan warna media menjadi kuning (Suharjo, 2013).

(f) Uji *lechitinase*

Uji *lechitinase* bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri dalam menggunakan *lechitin*. Pengujian ini dilakukan menggunakan media YPA dan dicampurkan dengan *egg yolk*. Bahan yang digunakan untuk membuat media YPA yaitu 10 g pepton, 5 g *yeast*, 20 g agar dan 1000 mL akuades. Pembuatan media *lechitinase* dilakukan dengan cara memasukkan 0,5 mL *egg yolk* ke dalam cawan petri dan ditambahkan 10 mL media YPA, setelah itu dihomogenkan hingga merata. Isolat bakteri yang berumur 24 jam diambil sebanyak satu ose dan digoreskan pada media *lechitinase*. Setelah itu bakteri diinkubasi pada suhu 28 °C dan diamati selama 1-7 hari. Uji positif *lechitinase* menghasilkan zona buram yang menyebar di tepi koloni saat bakteri diinokulasikan ke dalam media uji (Handoko dkk., 2020).

(g) Uji casein

Uji casein bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri dalam menghidrolisis protein. Pengujian ini dilakukan menggunakan media. Bahan yang digunakan untuk membuat media ini yaitu 10 g bubuk *Skim Milk Agar* dan 1000 mL akuades. Pengujian dilakukan dengan mengambil satu ose bakteri yang berumur 24 jam, lalu digoreskan pada cawan petri yang sudah berisi media *Skim Milk Agar*. Setelah itu bakteri diinkubasi selama 24-48 jam hari dalam keadaan suhu 28 °C. Reaksi positif dari uji ini yaitu ditunjukkan dengan adanya zona bening, sedangkan reaksi negatif tidak menunjukkan zona bening (Fardiaz, 1992 dalam Prasajo, 2021).

(h) Uji fluoresensi pada media King's B

Uji fluoresensi bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri dalam menghasilkan fluoresen. Pengujian dilakukan menggunakan media King's B. Bahan yang digunakan untuk membuat media ini yaitu 20 g pepton, 1,5 g

K_2HPO_4 , 15 mL gliserol, 15 g agar dan 1000 mL akuades. Pengujian dilakukan menggunakan satu ose bakteri yang berumur 24 jam, kemudian digoreskan pada cawan petri yang sudah berisikan media King's B. Setelah itu diinkubasi dalam suhu ruang selama 24-48 jam. Jika isolat bakteri yang digunakan menghasilkan pigmen fluoresen, maka akan menunjukkan hasil ketika isolat bakteri disinari ultra violet (UV) akan berwarna hijau berpendar (Schaad *et al.*, 2001).

(i) Uji kemampuan tumbuh pada beberapa suhu

Uji kemampuan tumbuh pada beberapa suhu bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri dapat tumbuh pada suhu 39 °C dan 40 °C. Pengujian dilakukan menggunakan media *Yeast Pepton* (YP). Bahan yang digunakan untuk membuat media ini adalah 10 g pepton, 5 g *yeast* dan 1000 mL akuades. Pengujian dilakukan dengan menggunakan satu ose bakteri yang sudah berumur 24 jam dan disuspensikan ke dalam tabung eppendorf 1,5 mL yang sudah diberikan 0,5 mL air steril, kemudian dihomogenkan menggunakan *rotamixer*. Setelah itu, suspensi tersebut diambil menggunakan jarum ose dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang sudah berisi media YP dan diinkubasi menggunakan *waterbath* selama 3-7 hari. Pengujian tersebut dilakukan secara pada suhu 39 °C dan 40 °C. Reaksi positif ditunjukkan dengan tumbuhnya bakteri di dalam media ditandai dengan media yang berubah warna dari kuning menjadi putih keruh setelah dilakukan inkubasi (Oktaviana, 2018).

(j) Uji kemampuan untuk menggunakan beberapa jenis bahan organik

Uji ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri dapat tumbuh pada bahan organik tertentu. Pengujian ini menggunakan media Ayer's yang dibuat menggunakan bahan-bahan antara lain $NH_4H_2PO_4$ 1 g, KCL 0,2 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,2 g, Bromthymol Blue (BTB) 2%, dan 1000 mL akuades. Bahan organik yang digunakan dalam pengujian yaitu *Lactose*, *Ascorbic Acid*, *Myo-inositol*, *Mannitol*, *Inulin*, *5-Ketogluconate*, *D-raffinose*, *Glycerol*, *D-arabinose*, *D-tartrate*, *D-melibiose*, *Citric acid monohydrate*, *M-tartrate*, *Strach*, *Tri sodium citrate dihydrate*, dan *L-glutamate monohydrate*. Pengujian dilakukan dengan

mengambil satu ose bakteri berumur 24 jam dan dimasukkan ke dalam tabung eppendorf 1,5 mL yang berisi 0,5 mL air steril dan dihomogenkan menggunakan *rotamixer*. Setelah itu bakteri diambil menggunakan jarum ent dan ditusukkan pada media Ayer's sampai dasar tabung dan diinkubasi pada suhu 28 °C. Pengamatan dilakukan pada hari ke 2, 4, 7, 14, dan 21 hari. Bakteri mampu menggunakan bahan organik tersebut ditunjukkan adanya perubahan warna media dari hijau menjadi kuning atau biru dengan menyesuaikan bahan organik yang digunakan (Suharjo, 2013).

3.3.7 Uji kisaran Inang

Uji kisaran inang bertujuan untuk mengetahui bakteri yang terbawa oleh lalat buah pada tanaman jambu kristal dapat menyebabkan busuk buah pada buah-buahan yang lainnya. Pengujian dilakukan dengan mengambil satu ose bakteri yang berumur 24 jam dan dimasukkan ke dalam tabung eppendorf 1,5 mL yang sudah diberi air steril 0,5 mL dan dihomogenkan menggunakan *rotamixer*. Setelah itu suspensi bakteri tersebut diinokulasikan pada buah menggunakan suntikan berukuran 1 cc. Pengamatan dilakukan selama 7 hari setelah inokulasi. Buah yang digunakan untuk uji kisaran ini yang meliputi buah jambu air, belimbing, mangga, papaya, pisang, cabai, manggis, dan rambutan. Pemilihan inang tersebut didapatkan dari lalat buah yang sering menyerang pada tanaman jambu kristal, kemudian spesies lalat buah yang didapatkan dicari tanaman inangnya apa saja, sehingga didapatkan tanaman inang seperti di atas. Reaksi positif ditunjukkan dengan busuknya bagian yang diinokulasi isolat bakteri setelah 7 hari inokulasi.

3.3.8 Identifikasi Bakteri Patogen Tanaman Hasil Isolasi

Identifikasi bakteri patogen tanaman hasil isolasi dilakukan dengan cara identifikasi molekuler. Identifikasi molekuler dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut.

(a) Ekstraksi DNA

Ekstraksi bakteri dilakukan dengan cara mengambil bakteri yang berumur 24 jam sebanyak satu ose dari media PPGA dan dipindahkan ke dalam tube 1,5 mL, dan ditambahkan 20 μ L TE menggunakan mikropipet, kemudian ditambah 10 mL SDS 10% + 3 μ L protinase K dan dihomogenkan. Tube tersebut diinkubasi menggunakan *water bath* dengan suhu 37 °C selama 1 jam, kemudian diinkubasi dan ditambahkan 100 μ L NaCl, selanjutnya dihomogenkan secara perlahan dan ditambah 80 μ L CTAB 2%. Setelah itu, dilakukan kembali inkubasi pada suhu 65 °C selama 10-15 menit menggunakan *water bath* (dihomogenkan setiap 10 menit), setelah diinkubasi, selanjutnya ditambahkan 720 μ L *Chloroform Isoamyl Alcohol* (CI) (24:1) dan dihomogenkan secara perlahan, kemudian disentrifuse 14.000 rpm selama 5 menit.

Hasil sentrifuse supernatant diambil sebanyak 600 μ L dan diletakkan ke dalam tube 1,5 mL yang baru, kemudian ditambahkan *Phenol Chloroform Isoamylalcohol* (PCI) (25:24:1) dengan volume yang sama dengan supernatan, lalu dihomogenkan dan disentrifuse 14.000 rpm selama 5 menit, setelah disentrifuse supernatan diambil dan dipindahkan ke dalam tube 1,5 mL yang baru, ditambahkan isopropanol 60% dengan volume yang sama dengan supernatan, dihomogenkan secara perlahan dan diinkubasi di dalam refrigerator selama 10 menit. Hasil inkubasi disentrifuse 14.000 rpm selama 15 menit. Setelah sentrifuse selesai supernatan yang di dalam tube dibuang dan ditambahkan ethanol 70% dingin sebanyak 400 μ L, lalu disentrifuse kembali selama 5 menit dengan kecepatan 14.000 rpm. Setelah itu ethanol dibuang dan pelet diinkubasi 1 hari pada suhu ruang. Setelah kering tube berisi pelet ditambahkan 20 μ L TE. Cara mengetahui bahwa ada atau tidaknya DNA yang didapat, dilakukan elektroforesis dan divisualisasikan menggunakan *Digidoc Imaging System*.

(b) Amplifikasi DNA dengan PCR

Amplifikasi DNA menggunakan mesin PCR, yaitu dengan memasukkan sebanyak 12,5 μ L *Master Mix (Red Mix)* ke dalam tabung eppendorf 100 μ L lalu

ditambahkan primer 16S rDNA masing masing sebanyak 1 μL , larutan ekstrak DNA bakteri sebanyak 1 μL dan akuades steril 9,5 μL . Larutan yang sudah dibuat kemudian diamplifikasi menggunakan mesin PCR. Terdapat lima tahapan dalam menggunakan mesin PCR, yaitu inisiasi, denaturasi, annealing, ekstensi, dan elongasi. Tahapan inisiasi merupakan tahapan yang dilakukan pada suhu 95 °C selama 5 menit dan hanya dalam 1 kali siklus, dilanjutkan dengan 30 siklus tahap denaturasi pada suhu 95 °C selama 1 menit, kemudian tahap selanjutnya yaitu annealing pada suhu 58 °C selama 1 menit dan ekstensi pada suhu 72 °C selama 1 menit serta tahap terakhir yaitu elongasi pada suhu 72 °C selama 5 menit dalam 1 kali siklus (Suharjo *et al.*, 2014).

(c) Elektroforesis dan Visualiasasi hasil PCR

Elektroforesis dilakukan dengan cara membuat 0,5% gel agarose yang sudah ditambah 1 μL ethidium bromide (ETBr 10 mg/mL), kemudian dituangkan pada cetakan gel berukuran 20x16x1 cm³ dengan sisir. Selanjutnya dimasukkan gel agarose padat ke dalam alat elektroforesis yang sudah berisi larutan TBE. Pada sumur pertama dalam agarose dimasukkan 3 μL Marker DNA *ladder*. Pada sumur selanjutnya diisi dengan 3 μL hasil PCR, dan dielektroforesis menggunakan tegangan 50 volt selama 60-70 menit. Hasil PCR yang sedang dielektroforesis ditunggu hingga DNA bergerak hingga ditengah-tengah baris 3 dan 4 dari ujung lawan. Hasil elektroforesis dapat dilihat menggunakan *digi doc imaging system*, yang hasilnya dapat disimpan dikomputer. Jika terdapat profil DNA antar lokus gen akan terlihat seperti pita terang (Oktaviana, 2018).

(d) Sekuensing dan analisis hasilnya

Hasil PCR selanjutnya dikirim ke PT Genetika Science Jakarta untuk disekuensing. Program BioEdit digunakan untuk menganalisis hasil sekuensing. Data sekuen yang dihasilkan dibandingkan dengan sekuen yang ada pada Gen Bank menggunakan metode BLAST pada situs NCBI. Analisis selanjutnya menggunakan program MEGA 11 untuk mendapatkan konstruksi pohon filogeni

dan penentuan kekerabatan dari isolat yang diperoleh (Sepriana dan Sumiati, 2020).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Lalat buah yang ditemukan termasuk ke dalam spesies *Bactrocera papayae*,
2. Terdapat bakteri patogen buah jambu kristal pada larva lalat buah,
3. Bakteri penyebab busuk lunak buah jambu kristal mempunyai beberapa karakteristik antar lain bersifat gram negatif dan gram positif, negatif hipersensitif, negatif *soft rot*, bersifat oksidatif/fermentatif, positif *arginin dihidrolase* dan negatif *arginin dihidrolase*, *lechitinase* negatif, casein negatif dan casein positif, tidak berpendar pada media King's B, terdapat bakteri yang mampu tumbuh maupun tidak dapat tumbuh pada suhu 39 °C, tidak dapat tumbuh pada suhu 40 °C, mampu menggunakan beberapa bahan organik sebagai sumber karbonnya seperti *L-glutamate monohydrate*, *D-melibiose*, *D-rafrinose*, *Citric acid monohydrate*, *Mannitol*, *Glycerol*, *Tri sodium citrate*, *Glycerol* dan *Ascorbic acid*,
4. Bakteri penyebab busuk buah lunak jambu kristal termasuk ke dalam spesies *Stenotrophomonas maltophilia* (kode isolat 3.2 (2) dan 1.2 (3)),
5. Isolat bakteri 3.2 (2) mampu menyebabkan gejala busuk lunak pada semua inang yaitu jambu air, nangka, belimbing, papaya, mangga, cabai, pisang, dan rambutan. Isolat bakteri 1.2 (3) hanya mampu menyebabkan gejala pada jambu air, nangka, papaya, mangga, pisang, dan rambutan. Isolat bakteri 1.1 (3) dan

D.2 (2) hanya mampu menyebabkan gejala pada jambu air, papaya, mangga, dan pisang.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan bakteri penyebab busuk lunak pada buah jambu kristal di komoditas buah lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I. W. D., Darmiati, N. N., dan Widaningsih, D. 2019. Asosiasi lalat buah (*Bactrocera* spp.) (Diptera : Tephritidae) dan parasitoidnya pada tanaman jambu biji kristal (*Psidium guajava* L.) yang dibudidayakan di Bali. *Agrotrop : Journal on Agriculture Science*. 9(2): 97-111.
- Andayani, A. P., Dermiyati, Suharjo, R., Ivayani, dan Telaumbanua, M. 2019. Efektivitas larutan mikroorganisme lokal dari tandan kosong kelapa sawit secara aerob. *Journal of Tropical Upland Resources (J. Trop. Upland Res.)*. 1(1): 43-50.
- Amrulloh, M. K., Addy, H. S., and Wahyuni, W. S. 2021. Characterization of physiology and biochemistry causes wood treatment bacteria disease on crops (*Syzygium aromaticum* L.) in PT Tirta Harapan. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*. 2(1): 1-7.
- Arriani, I. F., Abadi, A. L., dan Aini, L.Q. 2020. Karakterisasi bakteri patogen penyebab layu pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*. 14(1): 69-75.
- Danayanti, N. T. 2016. Potensi Pengembangan Tanaman Jambu Kristal (*Psidium guajava* L) Berdasarkan Aspek Agroklimat di Jawa Barat. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Drew, R. A. I. and D. L. Hancock. 1994. The *Bactrocera dorsalis* complex fruit flies (Diptera : Tephritidae : Dacinae) in Asia. *Bulletin of Entomological Research Supplement Series*. 2: 1-68.
- Ernawati, B., Suryanto, D., dan Dalimunthe, M. 2015. Asai bakteri potensial probiotik dari ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac) dalam menghambat pertumbuhan *Aeromonas hydrophila*. *Aquacoastmarine*. 8(3): 1-15.
- Fanani, A. K., Abadi, A. L., dan Aini, L. Q. 2015. Eksplorasi bakteri patogen pada beberapa spesies tanaman kantong semar (*Nepenthes* sp.). *Jurnal HPT*. 3(3): 104-110.

- Fitria, R. 2022. Karakterisasi, Identifikasi, dan Uji Kisaran Inang Penyebab Penyakit Busuk Lunak Buah Pepaya (*Carica papaya* L.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Gultom, M. T. 2022. *Stenotrophomonas maltophilia*, bakteri resisten merkuri pada limbah pertambangan logam. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 3(1): 51-56.
- Guntarti, A. and Hutami, E. N. 2019. Validation and vitamin C testing in crystal guava (*Psidium guajava* L.) with variations of origin with the HPLC method (High Performance Liquid Chromatography). *International Journal of Chemistry*. 11(1): 52-59.
- Handoko, Y. A., Kristiawan, Y. A., dan Agus, Y. H. 2020. Isolasi dan karakterisasi biokimia bakteri pembusuk buah cabai rawit. *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*. 11(1): 34-41.
- Hardiansyah, M. Y., Musa, Y., dan Jaya, A. M. 2020. Identifikasi plant growth promoting rhizobacteria pada rizosfer bambu duri dengan gram KOH 3%. *Agrotechnology Research Journal*. 4(1): 41-46.
- Herawati, A. 2017. Isolasi dan karakterisasi penyebab penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* L.) pada tanaman padi di wilayah Sulawesi Selatan. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. 4(3): 1-14.
- Herdiat, I., Dwiratna, S. N. P., dan Kendarto, D. R. 2019. Evaluasi kesesuaian lahan tanaman jambu kristal sebagai upaya perluasan lahan di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 7(1): 43-54.
- Indriyanti, D. R., Pinasthika, D. E., dan Priyono, B. 2013. Keanekaragaman spesies *Bactrocera* dan parasitoidnya yang menyerang berbagai jenis buah di Pasar Bandungan. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang*, hlm 1-13.
- Kardinan, A. 2003. *Tanaman Pengendali Lalat Buah*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Kurniasih, T., Lusiastuti, A. M., Azwar, Z. I., dan Melati, I. 2014. Isolasi dan seleksi bakteri saluran pencernaan ikan lele sebagai upaya mendapatkan kandidat probiotik untuk efisiensi pakan ikan. *Jurnal Riset Akuakultur*. 9 (1): 99-109.
- Kurnia, K. 2016. Isolasi bakteri heterotrof di situ Cibuntu, Jawa Barat dan karakterisasi resistensi asam dan logam. *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*. 9(2): 74-79.
- Larasati, A., Hidayat, P., dan Buchori, D. 2016. Kunci identifikasi lalat buah (Diptera: Tephritidae) di Kabupaten Bogor dan sekitarnya. *Jurnal*

Entomologi Indonesia. 13(1): 49-61.

- Lloyd, A. C., Drew, R. A. I., Teakle, D. S., and Hayward, A. C. 1986. Bacteria associated with some *Dacus* species (Diptera: Tephritidae) and their host fruit in Queensland. *Australian Journal of Biological Sciences*. 39(4): 361-368.
- Louisiana Office of Public Health. 2018. Enterobacteriaceae manual. *Louisiana Office of Public Health -Infectious Disease Epidemiology Section*. 2748(504): 1-2.
- Ma, B., Hibbing, M. E., Kim, H. S., Reedy, R. M., Yedidia, I., Breuer, J., Breuer, J., Glasner, J. D., Perna, N. T., Kelman, A., and Charkowski, A. O. 2007. Host range and molecular phylogenies of the *soft rot* enterobacterial genera *Pectobacterium* and *Dickeya*. *Phytopathology*. 97(9): 1150-1163.
- Nasrun, Christanti, Arwiyanto, T., dan Mariska, I. 2007. Karakteristik fisiologis *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri nilam. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 13(2): 43-48.
- Oktaviana, H. A. 2018. Identifikasi dan Uji Kisaran Inang Penyebab Penyakit Mati Pucuk pada Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Oviana, T., Aeny, T. N., dan Prasetyo, J. 2015. Isolasi dan karakterisasi penyebab penyakit busuk buah pada tanaman nanas (*Ananas comosus* [L.] Merr.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(2): 220–225.
- Paijal, P., Sayuthi, M., dan Husni, H. 2021. Keefektifan dosis atraktan petrogenol dan jumlah lubang perangkap dalam mengendalikan hama lalat buah (Diptera: Tephritidae) pada tanaman jambu madu. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 6(3): 367-373.
- Plant Health Australia. 2018. *The Australian Handbook for the Identification of Fruit Flies. Version 3.1*. Plant Health Australia. ACT. Canberra.
- Prasojo, U. B. 2021. Identifikasi dan Uji Kisaran Inang Penyebab Penyakit Busuk Lunak Tanaman Cocor Bebek (*Kalanchoe* spp.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Prastio, R. A., Isnawati, I., dan Rahayu, D. A. 2022. Isolasi, karakterisasi, dan identifikasi bakteri patogen pada tumbuhan kantong semar (*Nepenthes gracillis*). *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. 11(2): 255-262.
- Redaksi Trubus. 2014. *Jambu Kristal*. Trubus EXO. Jakarta.
- Rustani, D. dan Susanto, S. 2019. Kualitas fisik dan kimia buah jambu kristal pada letak cabang yang berbeda. *Buletin Agrohorti*. 7(2): 123-129.

- Schaad, N. W., Jones, J. B., and Chun, W. 2001. *Laboratory Guide for Identification of plant pathogenic Bacteria*. APS Press. Amerika.
- Sepriana, C. dan Sumiati, E. 2020. Identifikasi dan uji daya hambat isolat bakteri endofit bunga tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap bakteri patogen. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 6(1): 101-106.
- Setiawan, E., Febrianto, G., Mashuri, R., Harnadi, A., Ainur, M., Niken, A., Lestari, S., Hafidz, H., Rezki, N., Nur, H., Yasmin, S., Nasher, H., dan Asari, F. 2021. Strategi pengembangan produk jambu kristal di era new normal. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*. 1(4): 323-327.
- Singh, R. P. and Jha, P. N. 2017. The PGPR *Stenotrophomonas maltophilia* SBP-9 augments resistance against biotic and abiotic stress in wheat plants. *Frontiers in Microbiology*. 8: 1-15.
- Siwi, S., Hidayat, P., dan Suputa. 2006. *Taksonomi dan Bioekologi Lalat Buah Penting Bactrocera spp.*. Kerja Sama Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian dan Departementof Agriculture, Fisheries and Forestry Australia. Bogor.
- Suharjo, R. 2013. Studies on The Taxonomy and Identification of *Dickeya* spp. and *Pectobacterium* spp. Isolats in Japan. PhD. *Thesis*. Shizuoka University. Jepang.
- Suharjo, R., Sawada, H., and Takikawa, Y. 2014. Phylogenetic study of Japanese *Dickeya* spp. and development of new rapid identification methods using PCR RFLP. *Journal of General Plant Pathology*. 80(3): 237-254.
- Suharjo, R. 2015. Klasifikasi dan teknik identifikasi *Erwinia chrysanthemi*, *E. carotovora* dan *E. ananas*. *Prosiding Seminar Regional Ilmu Penyakit Tumbuhan*. hlm 58-65.
- Suharjo, R., Fitriana, Y., dan Lestari, P. 2022. *Prosedur Isolasi dan Karakterisasi Biokimia Spesies Dickeya*. Pusaka Media. Bandar Lampung.
- Sulfiani. 2018. Identifikasi spesies lalat buah (*Bactrocera* spp.) pada tanaman hortikultura di Kabupaten Wajo. *Jurnal Perbal*. 6(1): 35-42.
- United States Departement of Agriculture (USDA). 2023. The Plants Database. <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=PSGU>. Diakses pada 21 Juli 2023 pukul. 08.55 WIB.
- Wahyuni, S., Afidah, M., dan Suryanti, S. 2022. Studi morfologi organ vegetatif dan generatif varietas jambu biji (*Psidium guajava* L.). *Bio-Lectura : Jurnal Pendidikan Biologi*. 9(1): 103-113.
- Williams, G.A., Blazevic, D. J., and Ederer, M. G. 1971. Detection of arginine

dihydrolase in nonfermentative gram-negative bacteria by use of thin-layer chromatography. *Applied Microbiology*. 22 (6): 1135-1137.

Yudistira, D. H., Tanjung, I. S., dan Rizkie, L. 2020. Preferensi inang lalat buah *Bactrocera cucurbitae* (Coquillet) dan *Bactrocera dorsalis* (Hendel) pada berbagai jenis buah. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*. 9(2): 189-198.

Zheng, K., Su, X., Xue, Z., Zhang, L., Chen, Y., Wu, K., Li, T., Zhang, Z., and Zhao, Z. 2022. First report of *Stenotrophomonas maltophilia* causing root soft rot of sanqi (*Panax notoginseng*) in China. *Plant Disease*. 106(2): 755.

Zohra, R. R., Siddiqui, A., Syed, B., Saleem, M., dan Shahid, H. 2021. *Stenotrophomonas Maltophilia*: novel biopolymer producing plant pathogen. <https://www.researchsquare.com/article/rs-474691/v1>. Diakses pada 21 Juli 2023 pukul.13.45 WIB.