

**INVESTIGASI KEBERADAAN PENYEBAB PENYAKIT MATI PUCUK
TERBAWA BENIH PEPAYA (*Carica papaya* L.)**

(Skripsi)

Oleh

**Amanda Nur Latifa
2014191044**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**INVESTIGASI KEBERADAAN PENYEBAB PENYAKIT MATI PUCUK
TERBAWA BENIH PEPAYA (*Carica papaya* L.)**

Oleh

Amanda Nur Latifa

Skripsi

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

pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

INVESTIGASI KEBERADAAN PENYEBAB PENYAKIT MATI PUCUK TERBAWA BENIH PEPAYA (*Carica papaya L.*)

Oleh

AMANDA NUR LATIFA

Pepaya (*Carica papaya L.*) merupakan buah tropika yang berasal dari Amerika bagian selatan dan telah banyak dibudidayakan di Indonesia. Saat ini di Lampung produksi pepaya mengalami penurunan yang signifikan, penurunan produksi pepaya salah satunya disebabkan oleh penyakit mati pucuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat keberadaan patogen penyebab penyakit mati pucuk dan patogen lain selain patogen mati pucuk yang terbawa benih pepaya yang berasal dari PT GGF dan benih pepaya Calina F1 yang diperjual belikan secara umum. Penelitian ini dilaksanakan pada November 2023 sampai Juni 2024 di Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Sebanyak 262 isolat bakteri ditemukan dari hasil isolasi kedua jenis benih dalam penelitian ini. Setelah itu, dilakukan karakterisasi isolat bakteri yang ditemukan dengan uji gram, uji soft rot, dan uji hipersensitif. Kemudian ditemukan sebanyak 9 isolat diduga bakteri patogen tanaman yang menunjukkan reaksi positif pada uji soft rot dan reaksi hipersensitif *like reaction*. Sembilan isolat dilakukan uji patogenesis pada buah pepaya dan bibit pepaya serta dilakukan uji karakteristik bakteri seperti uji O/F, uji lechitinase, uji fluoresensi, uji arginine dihidrolase, uji casein, uji kemampuan tumbuh pada beberapa suhu, dan uji kemampuan untuk menggunakan beberapa jenis bahan organik. Dari hasil pengujian yang dilakukan disimpulkan bahwa tidak ditemukannya bakteri patogen yang menyebabkan mati pucuk dan ditemukan bakteri patogen yang menyebabkan busuk lunak pada buah pepaya baik dari benih pepaya yang berasal dari PT GGF, patogen tidak ditemukan pada benih pepaya Calina F1 yang diperjual belikan secara umum.

Kata kunci : benih pepaya, calina F1, *hypersensitive like reaction*, mati pucuk.

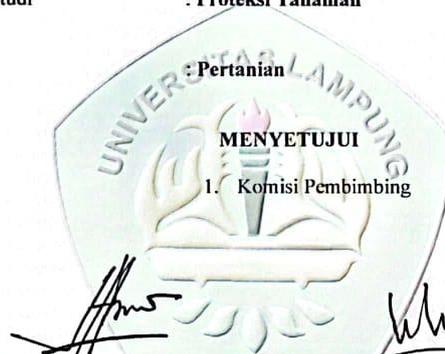
Judul Skripsi : **INVESTIGASI KEBERADAAN PENYEBAB
PENYAKIT MATI PUCUK TERBAWA
BENIH PEPAYA (*Carica papaya* L.)**

Nama Mahasiswa : **Amanda Nur Latifa**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2014191044**

Program Studi : **Proteksi Tanaman**

Fakultas : **Pertanian**



Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr.
NIP 198106212005011003

Ir. Lestari Wibowo, M.P.
NIP 196208141986102001

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman


Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si.
NIP 198002082005011002

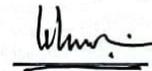
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



Sekretaris : Ir. Lestari Wibowo, M.P.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 30 Agustus 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **"Investigasi Keberadaan Penyebaran Penyakit Mati Pucuk Terbawa Benih Pepaya (*Carica papaya L.*)"** 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 berdiri menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akhlak yang berlaku.

Bandar Lampung, 02 Oktober 2024
Penulis,



Amanda Nur Latifa
NPM 2014191044

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sumber Karya 1, Kecamatan Sumberejo, Kabupaten Tanggamus pada 18 Oktober 2002. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Gusmal Sobri dan Ibu Erna Wati. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di SDN 1 Sumberejo pada tahun 2014, SMP N 2 Sumberejo pada tahun 2017, dan SMA N 1 Sumberejo pada tahun 2020. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jurusan Proteksi tanaman melalui jalur SBMPTN atau Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri.

Pada tahun 2023 penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Way Liwok, Kecamatan Wonosobo, Kabupaten Tanggamus. Dan pada tahun yang sama, penulis telah melaksanakan Praktik Umum di PT Great Giant Pineapple Plantation Group 4 (PT GGP PG 4) di Kecamatan Labuhan Ratu, Kabupaten Lampung timur. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Ilmu Penyakit Tumbuhan, Mikrobiologi Umum dan Ilmu Penyakit Benih. Selain itu, penulis juga aktif dalam Organisasi Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai anggota bidang Pengembangan Minat Bakat periode 2022 dan sebagai Bendahara Umum HIMAPROTEKTA periode 2023.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur karya ini saya persembahkan sebagai ucapan terima kasih saya untuk :

1. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Gusmal Sobri dan Ibu Erna Wati yang senantiasa memberikan doa, dukungan, arahan, kasih sayang dan semangat yang selalu diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikan.
2. Kakak kandung penulis, Desmaylina, Evi Oktavianti, dan Alfit Rizal yang senantiasa memberikan doa, dukungan, bantuan, semangat, dan senantiasa menjadi tempat berkeluh kesah penulis selama melaksanakan penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan.
3. Teman-teman seperjuangan Proteksi Tanaman angkatan 2020, serta Almamater tercinta Universitas Lampung.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”
(QS. Al-Insyirah 5-6)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuannya”
(QS. Al-Baqarah : 286)

“Kalo mimpinya besar, usahanya gaboleh kecil”

“Hidup bukan saling mendahului, bermimpilah sendiri-sendiri”
-Hindia

“Tidak ada mimpi yang terlalu tinggi. Tak ada mimpi yang patut untuk diremehkan. Lambungkan setinggi yang kau inginkan dan gapailah dengan selayaknya yang kau harapkan”
-MAUDY AYUNDA

“it will pass, everything you've gonna through it will pass”
-RACHEL VENNYA

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Investigasi Keberadaan Penyebab Penyakit Mati Pucuk Terbawa Benih Pepaya (*Carica papaya* L.)”**.

Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman. Adapun tujuan dalam penulisan skripsi ini yaitu sebagai salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Tentunya penulis tidak lepas dari dukungan, doa, dan motivasi dalam proses menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian maupun penulisan skripsi, khususnya kepada :

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang memfasilitasi mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung untuk melaksanakan penelitian,
2. Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman yang telah memberikan saran dan dukungan,
3. Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., selaku Pembimbing pertama yang telah memberikan banyak masukan, saran, motivasi, serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
4. Ir. Lestari Wibowo, M.P., selaku Pembimbing kedua yang telah memberikan banyak masukan, saran, motivasi, serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
5. Dr. Ir. Suskandini Ratih D, M.P., selaku dosen pembahas yang telah memberikan banyak masukan, saran, motivasi, serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,

6. Ir. Nur Yasin, M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dari awal hingga akhir perkuliahan,
7. Kedua orangtua saya tersayang dan tercinta Gusmal Sobri dan Erna Wati yang telah memberikan banyak nasehat, doa, dan dukungan yang membangun semangat selama penulis menempuh pendidikan,
8. Kakak kandung dan Kakak Ipar penulis, Desmaylina, Evi Oktavianti, Alfit Rizal, dan Mas Sigit, Bang Alpan dan Mba Eva yang selalu mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
9. Keponakan-keponakanku tersayang Aiza, Ayshwa, Afiza, Arsyila, Beryl dan Devan yang senantiasa memberikan kebahagiaan kepada penulis,
10. Sahabat tersayang Bintang, Sipa, Dini, Farhan Ali, Madina, Isma, Silpi, Dea, Sela, Mahes, Mela yang telah menemani, memberi dukungan, motivasi, dan semangat serta menjadi tempat berkeluh kesah penulis,
11. Teman-teman Presidium Himaprotekta periode 2023 Martin, Pedro, Ayu, Ubai, Sahara, Sasa, Pau, Rifky, Alvina, Anggun, Najma, Puje dan Dinda yang memberikan semangat dan menjadi tempat berbagi tawa,
12. Teman teman seperjuangan Ekin, Angel, Ara, Sherly, Eva, Novel, Putri, Nora, dan Yopi yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian dan selalu memberikan semangat,
13. Kepada mba Tari dan bang Nando yang telah membantu dan memberi saran kepada penulis, dan
14. Keluarga Proteksi Tanaman 2020 dan adik adik angkatan 2021, 2022, 2023 yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Bandar Lampung, 02 Oktober2024

Amanda Nur Latifa
NPM 2014191044

DAFTAR ISI

	Halaman
.....	iv
DAFTAR ISI	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Kerangka Pemikiran	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Pepaya	4
2.1.1 Taksonomi dan morfologi tanaman pepaya	4
2.1.2 Syarat tumbuh tanaman pepaya	5
2.1.3 Kendala dalam budidaya tanaman pepaya	6
2.2 Penyakit Mati Pucuk Tanaman Pepaya	6
2.2.1 Patogen Penyebab penyakit	6
2.2.2 Gejala Penyakit	7
2.2.3 Perkembangan penyakit	7
2.2.4 Pengendalian penyakit	8
III. METODE PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Metode Penelitian	10
3.3.1 Isolasi Bakteri	10
3.3.2 Identifikasi patogen terbawa benih pepaya	11
V. SIMPULAN DAN SARAN	17
5.1 Simpulan	17
5.2 Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	18

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan buah tropika yang berasal dari Amerika bagian selatan dan telah banyak dibudidayakan di Indonesia (Wardani dkk., 2019). Pepaya mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Produksi pepaya di Indonesia menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) mencapai 1.089.578 ton pada tahun 2022. Saat ini di Lampung produksi pepaya mengalami penurunan yang signifikan dari 87.378 ton (2021) menjadi 39.226 ton (2022). Penurunan produksi pepaya salah satunya disebabkan oleh penyakit mati pucuk. Penyakit mati pucuk dilaporkan disebabkan oleh *Erwinia papayae*. Amin (2011) dan Suharjo (2021) melaporkan bahwa *Erwinia mallotivora* menjadi penyebab penyakit mati pucuk pada pepaya. Penyakit mati pucuk juga dilaporkan disebabkan oleh *Pectobacterium aroidearum* (Suharjo, tidak dipublikasikan).

Saat ini informasi mengenai penyebaran patogen penyebab mati pucuk pada pepaya belum diketahui secara pasti. Informasi tentang penyebaran patogen penyebab mati pucuk ini dapat menjadi langkah awal yang penting untuk menentukan tindakan pengendalian yang akan dilakukan. Beberapa laporan menyebutkan bahwa bakteri patogen tumbuhan yang berasal dari genus *Erwinia* atau *Pectobacterium* dapat disebarkan melalui air contohnya seperti *Erwinia chrysanthemi* (Grenier dkk., 2006), *Erwinia carotovora* (Rochaniyah, 2018), dan melalui benih contohnya seperti *Erwinia persicina* (Yao dkk., 2022). Hingga saat ini belum banyak diketahui dan belum terdapat laporan secara pasti kemungkinan bakteri patogen mati pucuk terbawa oleh benih. Maka dari itu, perlunya dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi mengenai

penyebaran patogen mati pucuk melalui benih pepaya. Kemungkinan akan ada peluang untuk mendapatkan genus bakteri lain yang terbawa pada benih pepaya selain bakteri patogen mati pucuk.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui apakah terdapat keberadaan patogen mati pucuk terbawa benih pepaya yang berasal dari PT GGF dan benih pepaya Calina F1 yang diperjual belikan secara umum, dan
2. Mengetahui adanya patogen lain selain patogen mati pucuk yang terbawa benih pepaya yang berasal dari PT GGF dan benih pepaya Calina F1 yang diperjual belikan secara umum.

1.3 Kerangka Pemikiran

Biji merupakan bentuk dorman tanaman yang sering digunakan sebagai benih. Benih diperuntukkan dalam bahan perbanyakan tanaman, selain untuk bahan perbanyakan tanaman benih juga merupakan sarana penting bagi kelangsungan hidup patogen tanaman (Agarwal dan Sinclair, 1996). Sutopo (2002) melaporkan bahwa benih dapat menjadi penghantar penyakit. Penyakit dapat muncul karena benih yang digunakan adalah benih yang tidak sehat sehingga mengganggu perkecambahan dan pertumbuhan tanaman, serta dapat menurunkan kualitas dan kuantitas produksi (Winarni, 2013). Patogen terbawa benih dapat menyebabkan kerugian secara ekonomi. Kerugian akibat patogen tersebut dapat terjadi baik pada saat di lapangan maupun di tempat penyimpanan (Suharti dkk., 2017). Agarwal dan Sinclair (1987) menyatakan bahwa bakteri patogen dapat berada dalam benih melalui cara infeksi atau kontaminasi.

Beberapa laporan menyebutkan bahwa terdapat jenis bakteri patogen tanaman yang dapat disebarkan melalui benih seperti *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* yang merupakan penyebab penyakit busuk hitam, *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* yang merupakan penyebab penyakit hawar bakteri pada

kacang-kacangan (Darrasse dkk., 2010). Bakteri *Paenochrobactrum* sp., *Ralstonia* sp., yang merupakan bakteri patogen terbawa benih akor (Suharti dkk., 2017). *X. campestris* pv. *oryzae* penyebab hawar pada padi, dan *Pseudomonas solanacearum* penyebab busuk coklat yang menyerang benih kedelai (Winarni, 2013).

Menurut Ramdan dkk. (2020) bahwa salah satu aspek yang dapat menghambat viabilitas benih yaitu adanya patogen terbawa benih. Benih yang sudah terinfeksi oleh patogen dapat berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman dan akan menjadi sumber infeksi di lapangan, dan ada kemungkinan bahwa patogen penyebab mati pucuk pada pepaya disebarkan melalui benih, serta akan ada kemungkinan bahwa ada bakteri lain yang terbawa pada benih pepaya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Pepaya

Pepaya (*Carica papaya* L.) adalah salah satu tanaman yang berasal dari Amerika tropis. Penyebaran tanaman pepaya pusatnya berada di sekitar daerah Meksiko bagian Selatan dan Nikaragua bersama para pelayar bangsa Portugis di abad ke 16 (Solichah, 2011). Pepaya adalah salah satu jenis tanaman buah-buahan yang daerah penyebarannya berada di daerah tropis. Buah pepaya tergolong buah yang populer dan umumnya digemari oleh sebagian besar penduduk dunia. Hal ini disebabkan daging buahnya yang lunak dengan warna merah atau kuning, rasanya manis dan menyegarkan serta banyak mengandung air.

Tanaman pepaya merupakan tanaman tahunan sehingga buah ini dapat tersedia setiap saat (Barus, 2008). Pepaya merupakan tanaman buah dari famili *Caricaceae* yang berasal dari Amerika Tengah dan Hindia Barat bahkan kawasan sekitar Meksiko dan Costa Rica. Tanaman pepaya banyak ditanam di daerah tropis maupun subtropis, di daerah basah dan kering atau di dataran dan pegunungan sampai 1000 meter di atas permukaan laut (mdpl) (Kharisma, 2017).

2.1.1 Taksonomi dan morfologi tanaman pepaya

Menurut *United States Departemen of Agriculture* (USDA) (2024), tanaman pepaya diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Violales

Famili : Caricaceae
Genus : *Carica*
Spesies : *Carica papaya* L.

Tanaman pepaya mempunyai buah dengan daging buah yang tebal dan memiliki rongga buah di bagian tengahnya yang berisi cairan dan berbiji banyak.

Batangnya berbentuk silinder dengan diameter 10-30 cm dan berongga. Daun daunnya tersusun spiral berkelompok dekat ujung batang, bertulang dan menjari, ujung runcing dan pangkal berbentuk jantung, tangkai daun panjang dan berongga, serta tajuk berlekuk menyirip tidak beraturan (Indriyani dkk., 2008).

Tanaman pepaya mempunyai dua jenis bunga yaitu bunga jantan dan bunga betina yang terpisah.

Bunga jantan tersusun pada tandan dengan tangkai yang panjang, kelopak sangat kecil, mahkota bunga berbentuk terompet, berwarna putih kekuningan, dengan tepi bertaju 5 dan tabung yang panjang, langsing, taju terputar dalam kuncup, kepala sari bertangkai pendek. Bunga betina kebanyakan berdiri sendiri, daun mahkota hampir lepas, berwarna putih kekuningan, bakal buah beruang satu, kepala putik berjumlah 5. Pepaya termasuk tanaman yang menyerbuk silang. Penyerbukan sebagian besar dibantu oleh angin dan serangga (Indriyani dkk., 2008).

2.1.2 Syarat tumbuh tanaman pepaya

Di Indonesia, umumnya tanaman pepaya tumbuh menyebar dari dataran rendah sampai dataran tinggi. Iklim yang sesuai untuk tanaman pepaya yaitu tipe A, B dan C (basah sampai sedang) berdasarkan klasifikasi Schmidt-Ferguson, dengan curah hujan merata sepanjang tahun sekitar 1000-2000 mm, dan temperatur 15°C-35°C, kelembaban udara 40%, serta ketinggian dari dataran rendah 500-1000 meter di atas permukaan laut. Tanah yang baik untuk ditanami tanaman pepaya adalah tanah yang mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi, subur dan banyak mengandung humus. Selain itu tanaman pepaya baik ditanam pada tanah yang tidak terlalu banyak mengandung air, dan mempunyai kelembaban sedang

dengan pH yang sesuai antara 6,5 -7,0 (Bakar dan Ratnawati, 2017).

2.1.3 Kendala dalam budidaya tanaman pepaya

Saat ini kebutuhan pepaya di dalam dan di luar negeri semakin meningkat. Buah pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan buah yang dapat dibudidayakan di daerah tropis, mempunyai nilai ekonomis tinggi, dan banyak digemari masyarakat baik dalam maupun luar Indonesia (Sujiprihati dan Suketi, 2009). Semakin meningkat permintaan pasar dan semakin luas areal pertanaman pepaya akan semakin memicu banyaknya masalah hama dan penyakit yang muncul. Penyakit tanaman adalah masalah yang berperan paling banyak dalam menurunkan produktivitas tanaman pepaya. Penyakit tumbuhan merupakan suatu kondisi terganggunya fungsi sel dan jaringan tumbuhan akibat iritasi yang terus menerus oleh suatu agen primer atau faktor lingkungan yang menimbulkan gejala. Penyakit terjadi dan berkembang karena fungsi sel dan jaringan terganggu sehingga proses-proses fisiologis menyimpang dari yang normal. Penyimpangan proses fisiologis tersebut terjadi sebagai akibat gangguan yang terus menerus oleh patogen primer (Ginting, 2013).

Pada tanaman pepaya terdapat beberapa jenis penyakit yang disebabkan oleh bakteri, jamur, dan virus, antara lain penyakit busuk akar dan pangkal batang, bercak daun *Corynespora*, bercak daun *Cercospora*, embun tepung, papaya ringspot virus (PRSV), penyakit nematoda puru akar, mosaik pepaya, busuk buah antraknosa, busuk buah *Rhizopus* atau busuk hitam dan penyakit mati pucuk yang disebabkan oleh bakteri *Erwinia papayae* (Semangun, 2007). Wiati (2016) melaporkan bahwa terdapat empat genus cendawan yang terbawa benih pepaya yaitu *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Chaetomium*, dan *Fusarium*.

2.2 Penyakit Mati Pucuk Tanaman Pepaya

2.2.1 Patogen Penyebab penyakit

Patogen penyebab penyakit mati pucuk pada tanaman pepaya berasal dari genus *Erwinia*. Bakteri *Erwinia* mempunyai bentuk batang lurus, berukuran 0,5 –1,0 kali 1,0 – 3,0 μm . Bakteri *Erwinia* adalah bakteri patogenik tumbuhan yang

bersifat anaerob fakultatif dan menyebabkan penyakit nekrosis atau layu (kelompok *amylovora*). Bakteri *E. papayae* pertama kali dilaporkan oleh Gardan dkk. (2004) sebagai organisme penyebab kanker pepaya di wilayah Karibia. Maktar dkk. (2008) melaporkan bakteri *E. papayae* sebagai penyebab penyakit mati pucuk pepaya di Malaysia, dan tidak memiliki gejala kanker seperti yang dilaporkan oleh Gardan dkk. (2004). Namun, Maktar dkk. (2008) belum melakukan tes biokimia yang signifikan untuk membedakan *E. papayae* dan *E. mallotivora*.

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Amin dkk. (2011), menunjukkan bahwa penyakit mati pucuk pada tanaman pepaya disebabkan oleh bakteri *E. mallotivora*. Bakteri termasuk kelompok bakteri gram-negatif, berbentuk batang, koloni berwarna putih keabu-abuan pada media King's B. Analisis biokimia mengungkapkan bahwa strain adalah katalase positif dan oksidatif negatif dengan kemampuan membentuk senyawa pereduksi dari sukrosa. Selain itu, strain menghasilkan asam dari D-mannitol, D-laktat dan L-laktat.

2.2.2 Gejala Penyakit

Gejala penyakit mati pucuk tanaman pepaya yang disebabkan oleh bakteri *E. mallotivora* dan *E. papayae* pada umumnya ditunjukkan dengan adanya gejala kebasahan seperti tersiram air panas pada tangkai daun tanaman pepaya, dan gejala hawar yang berkembang dengan cepat terlihat pada helai daun tanaman pepaya. Gejala tersebut semakin lama menyebar dan meluas ke bagian pucuk tanaman, setelah beberapa lama bagian tanaman sebelah atas mati diikuti oleh matinya seluruh tanaman (Gardan dkk., 2004; Semangun, 2007; Maktar dkk., 2008, dan Amin dkk., 2011).

2.2.3 Perkembangan penyakit

Bakteri penyebab penyakit mati pucuk dapat ditularkan melalui percikan air hujan, aktivitas manusia, dan serangga lain yang membawa patogen. Bakteri penyebab penyakit mati pucuk dapat menyerang tanaman sehat melalui

lubang alami atau luka pada tanaman. Bakteri ini tidak dapat bertahan lama pada akar tanaman sakit yang membusuk dalam tanah, namun apabila terdapat inang alternatif seperti kacang tunggak, dan belewah bakteri ini dapat hidup lebih lama (Indriyani dkk., 2008).

2.2.4 Pengendalian penyakit

Pengendalian penyakit mati pucuk pepaya dapat dilakukan melalui beberapa metode yaitu pembongkaran tanaman yang terinfeksi, pengendalian secara kimiawi, dan pengendalian dengan kultur teknis (Bakar dan Ratnawati, 2017). Pembongkaran tanaman yang terinfeksi dilakukan dengan cara dibongkar dan dibakar untuk menghilangkan sumber inokulum penyakit sebelum memasuki musim hujan.

Pengendalian secara kimiawi dilakukan dengan menggunakan bakterisida dengan bahan aktif tembaga hidroksida. Pengendalian dengan kultur teknis dilakukan dengan menggunakan benih yang bebas bakteri dan penggunaan varietas pepaya yang tahan terhadap serangan bakteri ini serta menerapkan peraturan karantina antar area/negara yang ketat untuk tidak memasukkan benih tanaman tidak tersertifikasi (Indriyani dkk., 2008).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari November 2023 hingga Juni 2024. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah autoklaf, *Laminar Air Flow* (LAF), *microwave*, *water bath*, *rotamixer*, jarum ose, mikro pipet, tabung reaksi, tabung *eppendorf*, erlenmeyer, bunsen, gelas ukur, cawan petri, pinset, kaca preparat, tip, gelas beaker, jarum ent, dan suntikan ukuran 1 mL. Alat lain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pisau, nampan plastik, aluminium foil, *plastic wrap*, plastik tahan panas, spidol, kertas label, penggaris, korek api, karet gelang, kapas dan tisu.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain akuades, air steril, umbi kentang, agar batang, minyak parafin, KOH 3%, alkohol 70%, bibit pepaya, buah pepaya, daun tembakau, dan benih pepaya dari PT GGF serta benih pepaya Calina F1 yang diperjual belikan komersial. Bahan organik yang digunakan adalah *Tri sodium citrate dihydrate*, *D-raffinose*, *D-arabinose*, *D-melibiose*, *Myo-inositol*, *Mannitol*, *Strach*, *Glycerol*, *Lactose*, *5-ketogluconate*, *Ascorbic acid* dan *Inulin*.

Media biakan yang digunakan yaitu *Yeast Peptone Agar* (YPA) dan *Potato Peptone Glucose Agar* (PPGA). Media yang digunakan untuk pengujian dalam penelitian ini adalah *Yeast Peptone* (YP), Oksidatif/Fermentatif (O/F), Ayer's media, Moeller media, Skim Milk Agar, dan King's B.

3.3 Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari dua tahapan. Tahap pertama yaitu isolasi bakteri dan tahap kedua yaitu pengujian untuk identifikasi bakteri.

3.3.1 Isolasi Bakteri

Sampel yang diisolasi yaitu benih pepaya yang berasal dari PT GGF (bukan benih F1) dan benih pepaya Calina F1 yang diperjual belikan komersial. Benih yang diisolasi dari masing-masing sampel terdiri atas 60 benih. Isolasi dilakukan dengan dua cara yaitu dari bagian permukaan benih dan isolasi dari bagian dalam benih.

Isolasi bakteri dari bagian permukaan benih dilakukan pada tabung *ependorf* 1,5 mL yang diberi air steril sebanyak 0,5 mL kemudian dimasukkan 1 benih yang akan diisolasi, kemudian tabung *ependorf* ditutup dan dihomogenkan dengan menggunakan rotamixer selama 5 menit. Setelah 5 menit, hasil suspensi dari isolasi bagian permukaan benih selanjutnya digoreskan pada media *Yeast Peptone Agar* (YPA) menggunakan jarum ose kemudian diinkubasi pada suhu ruang.

Setelah itu di pindahkan benih hasil isolasi permukaan benih ke dalam Natrium hipoklorit (NaClO) 1% selama 2 menit lalu dibilas menggunakan air steril 3x dan ditiriskan pada tissue. Setelah itu masukkan benih kedalam *ependorf* yang telah berisi air steril 0,5 mL untuk dilakukan isolasi bagian dalam benih. Isolasi bakteri dari bagian dalam benih dilakukan dengan menggerus benih yang berada didalam *ependorf* sampai halus setelah itu suspensi diambil dan digoreskan pada media *Yeast Pepton Agar* (YPA) menggunakan jarum ose kemudian diinkubasi pada

suhu ruang. Kelompok bakteri yang mempunyai bentuk dan warna koloni yang sama diambil 1 koloni bakteri sebagai representasi bakteri yang tumbuh.

3.3.2 Identifikasi patogen terbawa benih pepaya

Identifikasi patogen pada benih pepaya dilakukan melalui beberapa pengujian yaitu sebagai berikut :

3.3.2.1 Uji Sifat Gram

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kelompok Gram dari isolat bakteri yang diuji, apakah tergolong Gram positif atau gram negatif. Uji sifat Gram dilakukan dengan mengambil 1 ose biakan bakteri dari media YPA. Isolat bakteri diletakkan pada kaca preparat, yang telah ditetesi larutan KOH 3% lalu dicampur secara merata menggunakan jarum ose. Setelah itu, jarum ose disentuhkan pada suspensi bakteri dan diangkat perlahan hingga setinggi kurang lebih 1 cm. Apabila suspensi terlihat membentuk lendir dan terasa lengket serta membentuk benang ketika jarum ose diangkat maka bakteri tersebut merupakan bakteri Gram negatif, dan sebaliknya jika koloni bakteri tidak lengket dan tidak membentuk benang maka bakteri tersebut merupakan bakteri Gram positif (Powers, 1995).

3.3.2.2 Uji *Soft Rot*

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui bakteri tersebut termasuk bakteri penyebab busuk lunak atau tidak. Umbi kentang yang akan digunakan dalam pengujian ini dikupas dan diiris setebal 1 cm. Irisan kentang dicuci dengan air mengalir selama 30 menit untuk menghilangkan kemungkinan adanya residu bahan kimia pada kentang. Setelah itu, irisan kentang diletakkan di dalam cawan petri yang telah dialasi dengan tisu yang dilembabkan. Selanjutnya, mengambil 1 ose biakan bakteri dalam media YPA dan digoreskan pada bagian tengah permukaan umbi kentang. Reaksi positif akan ditunjukkan dengan adanya pembusukan pada kentang dan terdapat lendir setelah diinkubasi selama 24-48 jam (Lelliot dan Stead, 1987).

3.3.2.3 Uji Hipersensitif

Uji hipersensitif dilakukan bertujuan untuk mengetahui sifat patogenik dari bakteri. Pengujian dilakukan dengan cara mengambil sebanyak 1 ose isolat bakteri dari media YPA dan disuspensikan dengan air steril 0,5 mL dalam tabung *eppendorf* 1,5 mL. Suspensi bakteri dihomogenkan menggunakan rotamixer. Kemudian sebanyak 0,5 mL disuntikkan ke dalam jaringan tepatnya di antara kedua epidermis daun tembakau menggunakan jarum suntik. Setelah disuntikkan secara perlahan terlihat suspensi menyebar di dalam jaringan batas urat-urat daun. Selanjutnya daun tembakau di beri label dan diinkubasi selama 24-48 jam, untuk kemudian diamati. Reaksi dinyatakan positif jika terbentuk gejala nekrotik pada jaringan daun, sedangkan jika jaringan daun tidak mengalami perubahan berarti negatif (Baroroh dkk., 2014).

3.3.2.4 Uji patogenesisitas

a. Pada bibit pepaya

Uji patogenesisitas dilakukan untuk mengetahui bakteri yang didapatkan benar sebagai bakteri yang menyebabkan gejala pada petiole (tangkai daun) pepaya. Uji patogenesisitas dilakukan dengan menyiapkan suspensi bakteri dan bibit tanaman pepaya. Uji patogenesisitas dilakukan pada bibit pepaya berumur 60 hari dengan 1 tanaman pepaya sebagai kontrol. Persiapan suspensi bakteri dilakukan dengan mengambil 1 ose bakteri yang berumur 24 jam dan dimasukkan ke dalam tabung *eppendorf* 1,5 mL yang telah diisi air steril sebanyak 0,5 mL. Selanjutnya suspensi bakteri tersebut dihomogenkan menggunakan rotamixer. Uji patogenesisitas dilakukan dengan cara mengambil isolat bakteri uji, lalu disuntikkan dengan suntikan berukuran 1 mL pada bagian tangkai daun pepaya sebanyak 0,5 mL. Untuk perlakuan kontrol dilakukan dengan air steril yang disuntikkan pada bagian petiole bibit pepaya. Setelah itu, dilakukan pengamatan selama 7 hari setelah inokulasi.

b. Pada buah pepaya

Uji patogenesis dilakukan untuk mengetahui bakteri yang didapatkan benar sebagai bakteri yang menyebabkan gejala pada pangkal buah pepaya. Uji patogenesis dilakukan dengan menyiapkan suspensi bakteri dan buah pepaya california. Uji patogenesis dilakukan pada 10 buah pepaya dengan 1 buah pepaya sebagai kontrol. Persiapan suspensi bakteri dilakukan dengan mengambil 1 ose bakteri yang berumur 24 jam dan dimasukkan ke dalam tabung *eppendorf* 1,5 mL yang telah diisi air steril sebanyak 0,5 mL. Selanjutnya suspensi bakteri tersebut dihomogenkan menggunakan rotamixer. Uji patogenesis dilakukan dengan cara mengambil isolat bakteri uji, lalu disuntikkan pada bagian pangkal buah pepaya sebanyak 0,5 mL. Setelah itu, dilakukan pengamatan selama 7 hari setelah inokulasi.

3.3.2.5 Uji oksidatif/Fermentatif (O/F)

Uji oksidatif/fermentatif bertujuan untuk mengetahui sifat isolat bakteri termasuk aerob atau anaerob. Pengujian bakteri akan dilakukan menggunakan media O/F (Basal medium). Media tersebut dibuat menggunakan bahan yaitu 98 g bubuk media O/F dan 1000 mL akuades. Media dituang sebanyak 4 mL ke dalam tabung reaksi dan disterilisasi. Lalu isolat bakteri yang berumur 24 jam diambil menggunakan jarum ent dan ditusukkan sampai dasar tabung media O/F. Dua tabung dengan isolat bakteri yang sama salah satunya diberi minyak parafin steril dan salah satunya lagi tidak diberi minyak parafin. Kemudian bakteri diinkubasi pada suhu 28°C selama 1-7 hari dan diamati perubahan warna yang terjadi pada media O/F. Menurut Tito (2014), apabila warna hijau berubah menjadi warna kuning pada media O/F yang diberi minyak parafin maupun tidak, maka reaksi itu menunjukkan bakteri bersifat fermentatif. Apabila warna hijau berubah menjadi warna kuning pada media yang tidak diberi minyak parafin, maka reaksi ini menunjukkan bahwa bakteri tersebut bersifat oksidatif.

3.3.2.6 Uji lechitinase

Uji lechitinase dilakukan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri dalam menggunakan lechitin. Media yang digunakan berbahan dasar YPA dan *egg yolk*. Bahan yang digunakan untuk membuat media YPA yaitu 10 g pepton, 5 g yeast, 20 g agar, dan 1000 mL akuades. Pengujian dilakukan dengan memasukkan 0,5 mL *egg yolk* ke dalam cawan petri, kemudian ditambahkan 10 mL media YPA dan dihomogenkan sampai merata. Isolat bakteri yang sudah 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. Apabila pada area goresan terdapat zona putih buram yang menyebar di sekitar koloni bakteri, maka isolat tersebut menunjukkan lechitinase positif. Apabila tidak menunjukkan zona buram pada area goresan, maka dikatakan sebagai lechitinase negatif (Desnidasari, 2015).

3.3.2.7 Uji fluoresensi pada media King's B

Uji fluoresensi dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri menghasilkan fluoresen. Bahan media yang digunakan yaitu 20 g pepton, 1,5 g K₂HPO₄, 15 mL gliserol, 15 g agar dan 1000 mL akuades. Pengujian dilakukan pada cawan petri yang berisi media King's B. Satu ose bakteri berumur 24 jam diambil dan digoreskan pada media King's B, lalu diinkubasi pada suhu ruang selama 24-48 jam. Apabila bakteri memproduksi pigmen fluoresen, maka reaksi ini dapat dilihat ketika biakan bakteri disinari lampu *ultra violet* (UV) menghasilkan warna hijau berpendar, sehingga tergolong sebagai bakteri fluoresen (Schaad dkk.,2001).

3.3.2.8 Uji arginine dihydrolase (Moeller media)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan pertumbuhan bakteri pada kondisi anaerob dalam media yang mengandung bahan kimia arginin. Pengujian dilakukan menggunakan media moeller 21 g dan 1000 mL akuades yang dihomogenkan. Media dipanaskan menggunakan *microwave* dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian disterilisasi dengan autoklaf. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil bakteri berumur 24 jam menggunakan jarum

preparat untuk ditusukkan pada media moeller sampai dasar tabung dan ditambahkan minyak parafin steril. Bakteri diinkubasi pada suhu 28°C dan dilakukan pengamatan selama 7-14 hari. Setelah itu, dilakukan pengamatan untuk melihat perubahan warna yang terjadi. Reaksi positif terjadi apabila terdapat perubahan warna pada media dari merah kecoklatan menjadi warna ungu, sedangkan reaksi negatif menunjukkan adanya perubahan warna media menjadi warna kuning (Suharjo, 2013).

3.3.2.9 Uji casein

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

3.3.2.10 Uji kemampuan tumbuh pada beberapa suhu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri apakah dapat tumbuh dalam suhu 39°C dan 40°C. Uji ini dilakukan menggunakan media Yeast Pepton (YP) dengan bahannya 10 g pepton, 5 g yeast dan 1000 mL akuades. Satu ose bakteri yang sudah berumur 24 jam diambil dan disuspensikan ke dalam tabung eppendorf 1,5 mL yang telah berisi 0,5 mL air steril. Suspensi tersebut dihomogenkan menggunakan rotamixer. Kemudian, suspensi diambil menggunakan jarum ose dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi media YP. Setelah itu, bakteri diinkubasi dalam waterbath selama 3-7 hari yang dilakukan secara bergantian pada suhu 39°C dan 40°C. Reaksi positif uji ini yaitu setelah dilakukan inkubasi akan terjadi perubahan warna media dari warna kuning menjadi putih keruh (Oktaviana, 2018).

3.3.2.11 Uji kemampuan untuk menggunakan beberapa jenis bahan organik

Uji ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan tumbuh bakteri pada bahan organik tertentu. Media yang digunakan adalah media Ayer's dengan komposisi $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 1 g, KCl 0,2 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,2 g, Bromthymol Blue (BTB) 2% sebanyak 1,8 g, dan air akuades sebanyak 1000 mL. Bakteri diuji dengan beberapa bahan organik, yaitu Citic acid monohydrate, Tri sodium citrate dehydrate, D-raffinose, D-arabinose, D-melibiose, Myo-innositol, Mannitol, Strach, Glycerol, Lactose, Ascorbic acid, 5-ketogluconate, dan Inulin. Pengujian dilakukan dengan mengambil satu ose bakteri berumur 24 jam, masukkan dalam tabung eppendorf 1,5 mL yang berisi 0,5 mL air steril, dan homogenkan dengan rotamixer. Setelah itu, bakteri diambil menggunakan jarum preparat dan ditusukkan pada media Ayer's sampai dasar tabung, lalu diinkubasi pada suhu 28°C selama 21 hari untuk dilakukan pengamatan. Reaksi positif terjadi ketika adanya perubahan warna media dari hijau menjadi kuning atau biru dengan menyesuaikan bahan organik yang digunakan. Reaksi tersebut menunjukkan bahwa bakteri mampu menggunakan bahan organik tersebut (Suharjo, 2013).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Tidak ditemukan bakteri patogen yang menyebabkan mati pucuk baik dari benih pepaya yang berasal dari PT GGF dan benih pepaya Calina F1 yang diperjual belikan secara umum, dan
2. Ditemukan 5 isolat bakteri patogen yang menyebabkan busuk lunak pada buah pepaya dari benih pepaya yang berasal dari PT GGF, patogen tidak ditemukan pada benih Calina F1 yang diperjual belikan secara umum.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, perlu dilakukan inokulasi dari hasil isolat yang diduga patogen pada tanaman pepaya di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, V. K. and Sinclair, J. B. 1987. *Principles of seed pathology*. Florida: Boca Raton. CRC Press.
- Agarwal, V. K. and Sinclair, J. B. 1996. *Principles of Seed Pathology*. 2nd ed. Boca Raton (US). CRC Press.
- Amin, N. M., Bunawan, H., Redzuan, R. A., and Jaganath, I. B. S. 2011. *Erwinia mallotivora* sp., a new pathogen of papaya (*Carica papaya*) in Peninsular Malaysia. *International Journal of Molecular Sciences*. 12: 39-45.
- Apriliana, R., Rudiyaniti, S., dan Purnowo, P. W. 2014. Keanekaragaman jenis bakteri perairan dasar berdasarkan tipe tutupan permukaan perairan di Rawa Pening. *Diponegoro Journal of Maquares*. 3(2): 119-128.
- Arwin, M., Frans, G. I., and Reiny, T. 2016. *Characteristics of Aeromonas hydrophila* isolated from Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal Aquatic Science and Management*. 4(2): 52-55.
- Asmara, R., Suharjo, R., Rini, M. V., Dirmawati, S. R. 2021. Kemelimpahan dan karakterisasi bakteri rizosfer tanaman kelapa sawit di PT Bumitama Gunajaya Agro Kalimantan Tengah. *Journal of Tropical Upland Resources*. 3(2): 71-83.
- Asril, M., Oktaviani, I., dan Leksikowati, S. S. 2019. Bakteri indigineous dari limbah cair tahu dalam mendegradasi protein dan melarutkan fosfat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 20(1): 67-72.
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Produksi Tanaman Buah-buahan Tahun 2022*. <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html>. Diakses tanggal 02 September 2023 pukul 13.30 WIB.
- Bakar, B. A. dan Ratnawati. 2017. *Petunjuk Teknis Budidaya Pepaya*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Aceh. Banda Aceh. 35 hlm.
- Baroroh, H. B., Aini, L. Q., dan Abadi, A. L. 2014. Uji efektivitas antibakteri ekstrak daun dan buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap *blood disease bacterium*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 2(2): 87-97.
- Barus, A. 2008. *Agroteknologi Tanaman Buah-buahan*. USU-Press : Medan.

- Darrasse, A., Darsonval, A., Boureau, T., and Brisset, M. N. 2010. Transmission of plant-pathogenic bacterial by nonhost needs without induction of an associated defense reaction at emergence. *Applied And Environmental Microbiology*. 76(20): 6787-6796.
- Desnidasari. 2015. Karakterisasi dan Uji kisaran inang bakteri penyebab penyakit busuk lunak pada tanaman nanas (*Ananas comosus* L., Merr.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 38 hlm.
- Esselman, M. T. And Liu, P. V. 1961. *Lechitinase* production by gram negative bacteria. *Journal of Bacteriology*. 81(6): 939-945.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan I. *Gramedia Pustaka Utama*. Jakarta. 320 hlm.
- Fitria, R. 2022. Karakterisasi, Identifikasi, dan Uji Kisaran Inang Penyebab Penyakit Busuk Lunak Buah Pepaya (*Carica papaya* L.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Gardan, L., Christen, R., Achouak, W., and Prior, P. 2004. *Erwinia papayae* sp. nov., a Pathogen of Papaya (*Carica papaya*). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 54 : 107-113.
- Ginting, C. 2013. *Ilmu Penyakit Tumbuhan Konsep dan Aplikasi*. Lembaga Penelitian, Universitas Lampung. Bandar Lampung. 203 hlm.
- Grenier, A. M., Duport, G., Pages, S., Condemine., and Rahbe, Y. 2006. The phytopathogen *Dickeya dadantii* (*Erwinia chrysanthemi* 3937) is a pathogen of the pea aphid. *Applied And Environmental Microbiology*. 72(3): 1956-1965.
- Handoko, Y. A., Kristiawan, Y. A., dan Agus, Y. H. 2020. Isolasi dan karakteristik biokimia bakteri pembusuk buah cabai rawit. *Jurnal Teknologi Pangan*. 11(1): 34-41.
- Hardiansyah, M. Y., Musa, Y., dan Jaya, A. M. 2020. Identifikasi *plant growth promoting Rhizobacteria* pada rizosfer bambu dengan gram KOH 3%. *Agrotechnology Research Journal*. 4(1): 41-46.
- Indriyani, N. L. P., Affandi, dan Sunarwati, D. 2008. *Pengelolaan Kebun Pepaya Sehat*. Balai Penelitian Buah Tropika. 22 hlm.
- Kharisma, Y. 2017. Tinjauan Pemanfaatan Tanaman Pepaya dalam Kesehatan. *Jurnal Fakultas Kedokteran Universitas Islam Bandung*. 1–14.
- Lelliot, R. A. and Stead, D. E. 1987. Methods for the diagnosis of bacterial disease of plants. *Blackwell Scientific Publications*. Oxford. 216 hlm.
- Luthfiyyah, K. 2016. Eksplorasi bakteri antagonis di tanah kawasan organik kebun percobaan cangar sebagai pengendali bakteri patogen *Xanthomonas oryzae* Pv. *oryzae*. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Maktar, N. H., Kamis, S., Yusof, F. Z. M., and Hussain, N. H. 2008. *Erwinia papayae* causing papaya dieback in Malaysia. *Plant Pathology*. 57:774.
- Marsaoli, F., Matinahoru, J. M., dan Leiwakabessy, C. 2020. Isolasi, seleksi, dan uji antagonis bakteri endofit diisolasi dari Salawaku (*Falcataria*

- mollucana*) dalam menekan pertumbuhan cendawan patogen *Cercospora* spp. *Agrologia*. 8(2): 44-45.
- Oktaviana, H. A. 2018. Identifikasi dan Uji Kisaran Inang Penyebab Penyakit Mati Pucuk pada Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 59 hlm.
- Oviana, T., Aeny, N. T., dan Prasetyo, J. 2015. Isolasi dan karakterisasi penyebab penyakit busuk buah pada tanaman nanas (*Ananas cosomus* L.Merr.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(2): 220-225.
- Powers, E. M. 1995. Efficacy of the ryu nonstaining KOH technique for rapidly determining gram reactions of foodborne and waterborne bacteria and yeasts. *Applied Environment Microbiology*. 61(10): 3756-3758.
- Prasyanti, A. A. 2024. Karakterisasi dan Identifikasi Patogen Mati Pucuk Pepaya dari Tanah yang Berasal dari Lahan Endemik dan Bagian Tanaman yang Bergejala. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Ramdan, E. P., Arti I. M., dan Risnawati. 2020a. Evaluasi viabilitas dan patogen terbawa benih jagung pada perlakuan fisik dan kimia. *Jurnal Berkala Penelitian Agronomi*. 8:16-24.
- Rochaniyah, S. 2018. Potensi Bakteri Serasah Daun Kopi Di UB Forest sebagai Pengendali Penyakit Busuk Lunak Pada Umbi Kentang. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sari, H. I. 2023. Karakterisasi, Identifikasi, dan Uji Kisaran Inang Kelompok Bakteri Busuk Lunak yang Menyerang Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.) di Lampung Timur. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Schaad, N. W., Jones, J. B., and Chun, W. 2001. *Laboratory Guide for Identification of plant pathogenic Bacteria*. Third Edition. APS Press. Amerika. 373 hlm.
- Semangun, H. 2007. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 845 hlm.
- Simamora, C. J. K. dan Sukmawati. 2018. Identification and characterization of PrTk-2 bacterial isolate producing extracellular protease enzyme from rubber seeds tempeh. *Jurnal Bioscience*. 2(1): 79-88.
- Solichah, Y. R. 2011. *Eksplorasi Bakteri dan Cendawan yang Berasosiasi dengan Busuk Basah pada Buah Pepaya (Carica papaya L.)*. Departemen Proteksi Tanaman IPB Press. Bogor. 43 hlm.
- Stanto, N. H. 2014. Pengendalian Suhu dan Waktu Proses Fermentasi dalam Pembuatan Yoghurt Berbasis *Programmable Logic Control dan Human Machine Interface*. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Suharjo, R. 2013. Studies on the axonomy and Identification of *Dickeya* spp. and *Pectobacterium* spp. Isolated in Japan. PhD. *Thesis*. Shizuoka University. Jepang. 225 hlm.
- Suharjo, R., Fitriana, Y., dan Lestari, P. 2022. *Prosedur Isolasi dan Karakterisasi Biokimia Spesies Dickeya*. Pustaka Media. Bandar Lampung.

- Suharjo, R., Oktaviana, H. A., Aeny, T. N., Ginting, C., Wardhana, R. A., Nugroho, A., and Ratdiana. 2021. *Erwinia mallotivora* is the causal agent of papaya bacterial crown rot disease in Lampung Timur, Indonesia. *Plant Protection Science*. 57(2): 122-133.
- Suharti, T., Joko, T., dan Arwiyanto, T. 2017. Deteksi Bakteri patogen terbawa benih Akor (*Acacia Auriculiformis* A. Cunn. Ex Benth.). *J.HPT Tropika*. 17(1): 19-36.
- Sujiprihati, S. dan Suketi, S. 2009. *Budidaya Pepaya Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta. 92 hlm.
- Sutopo, L. 2002. *Teknologi Benih*. Raja Grafindo Persada : Jakarta.
- Thornley, M. J. 1960. The differentiation of *Pseudomonas* from other Gram negative bacteria on the basis arginine metabolism. *Journal Application Bacteriology*. 1: 37-52.
- Tito, I. M. 2014. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Kitinolitik yang terdapat pada Cangkang obster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*). *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya. 46 hlm.
- United States Departement Of Agriculture (USDA). 2024. *The Plants Database*. <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=CAPA23>. Diakses pada 2 Agustus 2024 pukul 15.50 WIB.
- Usman, W. S. 2015. Bakteri Asosiasi Karang Yang Terinfeksi Penyakit *Brown Band* (BRB) di Perairan Pulau Barrang Lompo Kota Makassar. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Wardani, F. F., Efendi, D., Dinarti, D., dan Witono, J. R. 2019. Perbanyakan pepaya (*Carica papaya* L.) ‘Sukma’ in vitro dari eksplan tunas pucuk sebagai respon terhadap BA dan NAA. *Jurnal Agron Indonesia*. 47(2): 203-209.
- Wiati, A. 2016. Identifikasi Cendawan Terbawa Benih Pepaya (*Carica papaya* L.). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Winarni, I. 2013. Isolasi dan karakterisasi bakteri patogen pada benih padi dan kedelai. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*. 14(2): 135-141.
- Yao, B., Huang, R., Zhang, Z., and Shi, S. 2022. Seed-borne *Erwinia ercisina* affects the growth and physiology of Alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Frontiers in Microbiology*. 13: 1- 16.

