

**PEMANFAATAN RADIASI SINAR ULTRAVIOLET SEBAGAI INDUKSI
KETAHANAN TANAMAN LADA (*Piper nigrum* L.) TERHADAP
PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG LADA**

(Skripsi)

Oleh

**Hengki Fernando
2214191015**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PEMANFAATAN RADIASI SINAR ULTRAVIOLET SEBAGAI INDUKSI KETAHANAN TANAMAN LADA (*Piper nigrum* L.) TERHADAP PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG LADA

OLEH

HENGKI FERNANDO

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan radiasi sinar ultraviolet dalam menginduksi ketahanan tanaman lada terhadap *Phytophthora capsici* dan meningkatkan ketahanan bibit lada Natar 1 terhadap penyakit busuk pangkal batang lada (BPBL) melalui pemanfaatan radiasi sinar ultraviolet. Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2025 hingga Januari 2026, di Laboratorium Bioteknologi Pertanian dan Rumah Kaca Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan yaitu radiasi sinar UV selama 10, 20, 30, dan 60 menit, serta 2 perlakuan kontrol yaitu K (+) dan K (-), masing-masing dengan 3 ulangan. Benih lada varietas Natar 1 diradiasi menggunakan sinar UV-C dengan gelombang 254 nm, kemudian disemai pada media tanam yang diinokulasikan *P. capsici*, kecuali pada perlakuan K (-). Variabel yang diamati meliputi persentase perkecambahan, kecepatan/waktu berkecambah, keterjadian penyakit *damping off*, kemunculan daun kotiledon, ukuran daun sejati, kehijauan daun, persentase bibit normal dan abnormal, keterjadian bibit lada yang bergejala bercak daun, serta isolasi bibit lada yang bergejala bercak daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi sinar UV berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan, kemunculan dan pertumbuhan daun, pertumbuhan bibit lada secara normal, serta mampu menekan keterjadian penyakit *damping off* dan bercak daun dibandingkan perlakuan kontrol. Perlakuan radiasi sinar UV selama 10, 20, dan 30 menit menunjukkan hasil terbaik dalam meningkatkan ketahanan bibit lada Natar 1 terhadap *P. capsici*. Dengan demikian, pemanfaatan radiasi sinar ultraviolet dapat digunakan sebagai metode induksi ketahanan tanaman lada terhadap penyakit BPBL.

Kata kunci: induksi ketahanan tanaman, radiasi sinar UV, *Phytophthora capsici*, tanaman lada, varietas tahan.

ABSTRACT

UTILIZATION OF ULTRAVIOLET RADIATION TO INDUCE RESISTANCE IN BLACK PEPPER (*Piper nigrum* L.) AGAINST FOOT ROT DISEASE

By

Hengki Fernando

*This study aimed to determine the ability of ultraviolet (UV) radiation to induce resistance in black pepper plants against *Phytophthora capsici* and to enhance the resistance of Natar 1 pepper seedlings to foot rot disease through the application of UV radiation. The research was conducted from May 2025 to January 2026 at the Agricultural Biotechnology Laboratory and the Integrated Field Laboratory Greenhouse, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The experiment employed a Completely Randomized Design (CRD) with six treatments: UV radiation exposure for 10, 20, 30, and 60 minutes, along with two control treatments, K (+) and K (-), each with three replications. Seeds of the Natar 1 variety were exposed to UV-C radiation at a wavelength of 254 nm, then sown in growing media inoculated with *P. capsici*, except for the K (-) treatment. Observed variables included germination percentage, germination rate/time, incidence of damping-off disease, cotyledon emergence, true leaf size, leaf greenness, percentage of normal and abnormal seedlings, incidence of leaf spot symptoms, and isolation of symptomatic seedlings. The results showed that UV radiation had a significant effect on germination percentage, leaf emergence and growth, normal seedling development, and was able to suppress the incidence of damping off and leaf spot diseases compared to the control treatment. UV radiation treatments for 10, 20, and 30 minutes produced the best results in enhancing the resistance of Natar 1 pepper seedlings against *P. capsici*. In conclusion, ultraviolet radiation can be utilized as a method to induce resistance in black pepper plants against foot rot disease.*

Keywords: *induced plant resistance, UV radiation, *Phytophthora capsici*, black pepper, resistant variety.*

**PEMANFAATAN RADIASI SINAR ULTRAVIOLET SEBAGAI INDUKSI
KETAHANAN TANAMAN LADA (*Piper nigrum* L.) TERHADAP
PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG LADA**

Oleh

Hengki Fernando

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul Skripsi

**: PEMANFAATAN RADIASI SINAR
ULTRAVIOLET SEBAGAI INDUKSI
KETAHANAN TANAMAN LADA (*Piper
nigrum* L.) TERHADAP PENYAKIT BUSUK
PANGKAL PANGKAL BATANG LADA**

Nama Mahasiswa

: Hengki Fernando

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2214191015

Jurusan

: Proteksi Tanaman

Fakultas

: Pertanian



Prof. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D.
NIP. 198106212005011003

Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.
NIP. 196108261986031001

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Prof. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D.



Sekretaris

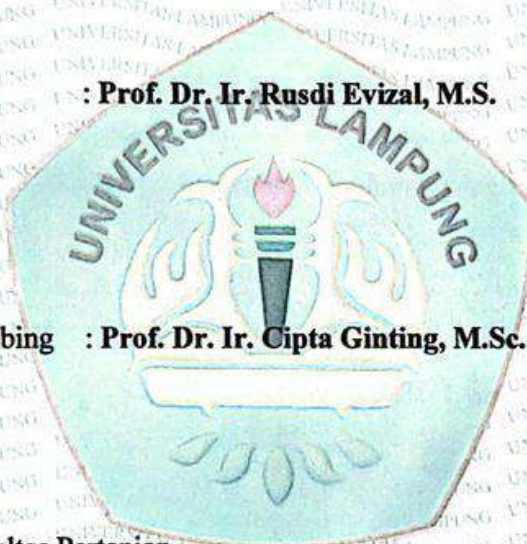
: Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 16 April 2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pemanfaatan Radiasi Sinar Ultraviolet sebagai Induksi Ketahanan Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya tulis 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, 30 April 2026



Hengki Fernando
NPM. 2214191015

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada tanggal 22 Juli 2004 yang merupakan anak laki-laki pertama dari pasangan Bapak Samsirudin S.P. dan Ibu Nur Hayatun S.Pd. Penulis menyelesaikan Pendidikan sekolah dasar di SDN 1 Giham Sukamaju, Kecamatan Sekincau, Kabupaten Lampung Barat, pada tahun 2016. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah pertama di MTs Nurul Iman Sekincau, Kecamatan Sekincau, Kabupaten Lampung Barat, pada tahun 2019. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas di MAN 1 Lampung Tengah, pada tahun 2022. Pada tahun 2022, penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Pada tahun 2023 penulis melaksanakan kegiatan Praktik Pengenalan Pertanian di Desa Karyamulya Sari, Kecamatan Candi Puro, Kabupaten Lampung Selatan. Pada tahun 2025 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata di Desa Tanjung Ratu Ilir, Kecamatan Way Pengubuan, Kabupaten Lampung Tengah. Pada tahun yang sama juga penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum di Unit Produksi Benih Sayuran Sekincau, Kecamatan Sekincau, Kabupaten Lampung Barat. Selama menjalani perkuliahan penulis pernah menjadi asisten dosen pada praktikum mata kuliah Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman (2024), Pengendalian Terpadu Hama dan Penyakit Tanaman (2025), serta Budidaya Tanaman Rempah dan Fitofarmaka (2025). Penulis juga aktif dalam Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai anggota bidang Pengembangan Minat dan Bakat pada periode 2023/2024. Penulis juga mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa Forum Studi Islam Mahasiswa Pertanian (FOSI FP) sebagai anggota bidang Syiar Islam dan Keumatan (SIK) pada periode 2022/2023 dan 2023/2024.

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 **"Pemanfaatan Radiasi Sinar Ultraviolet sebagai Induksi Ketahanan Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada"**.

Skripsi dan gelar S.P ini penulis persembahkan untuk diri penulis pribadi dan sebagai ucapan terima kasih kepada keluarga tercinta, Ayah Samsirudin, S.P., Ibu Nur Hayatun, S.Pd., dan Adik Muhammad Zaky yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungan materil atau pun non materil serta doa yang tidak putus-putusnya.

MOTTO

”Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

-Al-Insyirah: 5-

”Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan bersama
kesempitan, dan kesulitan bersama kemudahan”

-HR. At-Tirmidzi-

”Ketika engkau belum mampu menjadi orang yang hebat di tempat yang luar
biasa, maka jadilah orang yang memiliki rasa semangat yang lebih di antara
mereka”

-Hengki Fernando-

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Pemanfaatan Radiasi Sinar Ultraviolet sebagai Induksi Ketahanan Tanaman Lada (*Piper nigrum L.*) terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada”**. 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. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan fasilitas kepada mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung untuk melaksanakan penelitian,
2. Bapak Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si. selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan banyak ilmu, motivasi, bimbingan, semangat, serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
3. Bapak Prof. Radix Suharjo, S.P., M. Agr., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik dan dosen pembimbing pertama yang telah memberikan banyak ilmu, motivasi, bimbingan, semangat, serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan banyak ilmu, motivasi, bimbingan, semangat, serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,

5. Bapak Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc. selaku dosen pembahas yang telah memberikan banyak ilmu, motivasi, bimbingan, semangat, serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
6. Kepada kedua orang tua dan adik ku yang telah memberikan penulis banyak dukungan, doa, nasihat, motivasi, semangat dalam penulis menyelesaikan pendidikan,
7. Tim laboratorium mba Tari, bang Nando, mba Fitri, mba Mei, mba Diah, terima kasih atas bantuan, saran, motivasi, dan semangat selama penulis melaksanakan penelitian, dan
8. Keluarga besar Proteksi Tanaman angkatan 2022, terima kasih atas kerja sama, dukungan, bantuan, motivasi, dan semangat yang telah diberikan kepada penulis.

Bandar Lampung,

2026

Hengki Fernando

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Kerangka Pemikiran.....	2
1.4 Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Lada.....	5
2.2 Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada	6
2.3 <i>Phytophthora capsici</i>	6
2.4 Pengendalian Menggunakan Varietas Tahan	7
2.5 Induksi Ketahanan Tanaman dengan Radiasi Sinar UV	8
III. METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.3 Rancangan Penelitian	11
3.4 Pelaksanaan Penelitian	11
3.4.1 Pembuatan Media TCA.....	11
3.4.2 Persiapan Isolat dan Pengamatan Spora <i>P. capsici</i> secara Mikroskopis	11
3.4.3 Peremajaan Isolat <i>P. capsici</i>	12

3.4.4 Uji Patogenesitas	12
3.4.5 Persiapan Media Tanam dan Suspensi <i>P. capsici</i>	13
3.4.6 Radiasi Benih Lada Menggunakan Sinar Ultraviolet.....	13
3.4.7 Penyemaian Benih Lada dan Pemeliharaan	14
3.4.8 Pindah Tanam Bibit Tanaman Lada.....	15
3.4.9 Variabel Pengamatan	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Hasil	19
4.1.1 Isolat <i>P. capsici</i> yang digunakan.....	19
4.1.2 Uji Patogenesitas	20
4.1.3 Persentase Perkecambahan	20
4.1.4 Kecepatan/Waktu Berkecambah (rata-rata hari).....	22
4.1.5 Keterjadian Penyakit <i>Damping off</i>	23
4.1.6 Persentase Kemunculan Daun Kotiledon.....	24
4.1.7 Ukuran Daun Sejati	26
4.1.8 Kehijauan Daun.....	28
4.1.9 Persentase Bibit Lada yang Normal dan Abnormal.....	28
4.1.10 Keterjadian Bibit Lada yang Bergejala Bercak Daun	29
4.1.11 Hasil Isolasi Bibit Lada yang Terinfeksi Penyakit Bercak Daun	31
4.2 Pembahasan.....	31
V. SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Analisis Ragam Persentase Perkecambahan	46
2. Analisis Ragam Kecepatan/Waktu Berkecambah	46
3. Analisis Ragam Keterjadian Penyakit <i>Damping off</i>	46
4. Analisis Ragam Kemunculan Daun Kotiledon	46
5. Analisis Ragam Kehijauan Daun	47
6. Analisis Ragam Bibit Normal	47
7. Analisis Ragam Bibit Abnormal	47
8. Analisis Ragam Keterjadian Bibit Lada yang Bergejala Bercak Daun	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Isolat <i>P. capsici</i> dengan koloni berwarna putih dan pola	19
2. Sporangia <i>P. capsici</i> yang memiliki ciri khas berbentuk	20
3. Hasil uji patogenesitas menunjukkan adanya gejala pada daun tanaman	20
4. Persentase perkecambahan benih lada dari hari ke 23-39 setelah semai.	21
5. Pengaruh radiasi sinar UV terhadap perkecambahan benih lada	21
6. Perkecambahan pada benih lada.....	22
7. Pengaruh radiasi sinar UV terhadap kecepatan/waktu berkecambah.	23
8. Pengaruh radiasi sinar UV terhadap keterjadian penyakit <i>damping off</i>	24
9. Gejala <i>damping off</i> pada kecambah benih lada	24
10. Persentase kemunculan daun kotiledon dari hari ke 39-49 setelah ..	25
11. Pengaruh radiasi sinar UV terhadap kemunculan daun kotiledon pada	25
12. Selisih jumlah kemunculan daun kotiledon dari masing-masing	26
13. Kemunculan daun kotiledon pada kecambah benih lada.	26
14. Pengaruh radiasi sinar UV terhadap ukuran dan pertumbuhan daun	27
15. Ukuran daun sejati dari masing-masing perlakuan menunjukkan....	27
16. Pengaruh radiasi sinar UV terhadap kehijauan daun pada bibit lada	28
17. Pengaruh radiasi sinar UV terhadap pertumbuhan bibit normal dan	29
18. Bibit lada normal dan abnormal	29
19. Pengaruh radiasi sinar UV terhadap keterjadian penyakit bercak daun	30
20. Daun bibit lada yang bergejala bercak	30
21. Hasil isolasi dari bibit terinfeksi.....	31
22. Pengamatan mikroskopis hasil isolasi bibit lada yang bergejala bercak	31
23. Pengambilan buah lada.....	43
24. Perendaman dan pengelupasan kulit buah lada yang akan dijadikan	43
25. Radiasi benih lada	43

26. Persiapan tempat dan media tanam	44
27. Peremajaan dan pembuatan suspensi <i>P.capsici</i>	44
28. Penginokulasian suspensi <i>P. capsici</i> pada media tanam	44
29. Penyemaian benih lada.....	45
30. Pengambilan data variabel pengamatan	45
31. Bibit lada	45
32. Kegiatan isolasi dan pengamatan	46

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lada (*Piper nigrum* L.) merupakan salah satu komoditas yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi di pasar dunia maupun lokal (Semangun, 2000). Di Provinsi Lampung, tanaman lada dibudidayakan dalam bentuk perkebunan (Suprpto dan Yani, 2008). Badan Pusat Statistika Lampung, (2023) melaporkan produksi lada di Provinsi Lampung pada tahun 2015 sebanyak 15.023 ton/ tahun dan mengalami penurunan pada tahun 2016 menjadi 14.854 ton/ tahun. Produksi tanaman lada di Indonesia pada tahun 2022 sebanyak 75.200 ton/ tahun dan mengalami penurunan hasil produksi pada tahun 2023 menjadi 70.200 ton/ tahun (Badan Pusat Statistik, 2024).

Penurunan hasil produksi tanaman lada di Provinsi Lampung salah satunya disebabkan oleh serangan patogen *Phytophthora capsici*. Patogen *P. capsici* merupakan mikroorganisme penyebab penyakit busuk pangkal batang lada (BPBL) (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2022). Patogen ini perlu diwaspadai karena dapat menyebabkan kematian pada tanaman lada. Penyakit BPBL dapat menyerang tanaman pada berbagai umur, baik pada fase vegetatif maupun generatif, dan dapat menyebabkan kematian tanaman secara cepat (Chatri, 2016).

Secara umum, petani di Provinsi Lampung menganggap aplikasi fungisida kimia sintetik merupakan metode yang paling efektif dalam mengendalikan penyakit BPBL. Namun penggunaan fungisida kimia sintetik secara terus menerus dapat berdampak negatif seperti akumulasi residu pada buah, resistensi terhadap patogen, pencemaran lingkungan, dan gangguan terhadap organisme non target yang berperan dalam ekosistem (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021). Oleh karena itu, petani lada di Provinsi Lampung melakukan pengendalian dengan

menggunakan varietas tahan yang merupakan salah satu metode pengendalian yang menjanjikan. Saat ini telah dilaporkan terdapat varietas lada lokal yang dianggap tahan terhadap penyakit BPBL yaitu varietas Natar 1 (Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, 2008). Namun, penggunaan varietas Natar 1 yang dianggap tahan terhadap penyakit BPBL, masih rentan dan kurang resisten terhadap serangan penyakit tersebut (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 2005).

Petani lada di Provinsi Lampung saat ini membutuhkan solusi untuk mendapatkan varietas lada yang tahan terhadap penyakit BPBL. Salah satu metode untuk menciptakan varietas tanaman yang tahan terhadap penyakit yaitu dengan modifikasi genetik. Dalam bioteknologi, penerapan modifikasi genetik dengan tujuan menginduksi ketahanan tanaman, salah satu caranya yaitu dapat dilakukan dengan memanfaatkan radiasi sinar ultraviolet (UV). Bridge dan Klarman (1973) dalam Biles (1990) menyatakan bahwa radiasi sinar UV digunakan untuk mengubah susunan genetik tanaman sebagai induksi resistensi, yaitu meningkatkan sistem pertahanan tanaman terhadap patogen tertentu. Radiasi sinar UV juga diketahui dapat menstimulasi pembentukan fitoaleksin.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kemampuan radiasi sinar ultraviolet dalam menginduksi ketahanan tanaman lada terhadap *P. capsici*, dan
2. Meningkatkan ketahanan bibit lada Natar 1 terhadap penyakit BPBL melalui pemanfaatan radiasi sinar ultraviolet.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penggunaan varietas Natar 1 banyak dibudidayakan oleh petani lada di Provinsi Lampung yang dianggap sebagai salah satu varietas yang tahan terhadap penyakit BPBL. Namun, penggunaan varietas Natar 1 masih belum menjadi solusi untuk mengendalikan penyakit BPBL. Hampir seluruh petani lada di Provinsi

Lampung yang menggunakan varietas Natar 1, terserang berat penyakit BPBL yang disebabkan oleh *P. capsici* (Suprpto dan Ernawati, 2010). Hingga saat ini, penyakit BPBL masih sulit untuk dikendalikan meskipun sudah menggunakan varietas tahan lokal. Oleh karena itu, diperlukannya untuk mencari alternatif varietas yang tahan terhadap penyakit BPBL di Provinsi Lampung.

Salah satu metode untuk menciptakan varietas tahan yang saat ini mulai dikembangkan adalah induksi ketahanan tanaman melalui modifikasi genetik yang diinduksi dengan radiasi sinar ultraviolet (UV). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa radiasi sinar UV dapat digunakan untuk mengubah susunan genetik tanaman dengan tujuan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen tertentu. Dilaporkan bahwa radiasi sinar UV dapat meningkatkan sintesis senyawa bioaktif dalam tanaman seperti senyawa flavonoid (Widodo *et al.*, 2024), yaitu salah satu komponen dari senyawa metabolit sekunder yang bersifat antifungi (Irwan, 2020). Senyawa flavonoid juga memiliki kemampuan untuk menghambat sintesis dinding sel jamur (Chatri *et al.*, 2022). Perlakuan radiasi sinar UV juga dapat mempenetrasi sampai ke dalam jaringan tanaman, sehingga mempengaruhi penghambatan pada perkecambahan jamur dan menghambat infeksi penyakit pada tanaman (Nurhayati *et al.*, 2014).

Scott *et al.* (2019) melaporkan radiasi sinar UV-C pada benih tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dapat meningkatkan ketahanan tanaman dan mengendalikan penyakit yang disebabkan jamur *Botrytis cinerea* dan *Fusarium oxysporum*. Pada riset tersebut menunjukkan bahwa tanaman tomat memiliki ketahanan pada pertumbuhannya dan mengurangi keterjadian serta perkembangan penyakit secara signifikan. Riset ini dapat menjadi bukti keberhasilan pengaruh radiasi sinar UV sebagai induksi ketahanan tanaman dan metode yang dapat diterapkan pada tanaman lada. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah untuk pengembangan metode pengendalian penyakit tanaman dengan menciptakan varietas tahan melalui modifikasi genetik dan mendukung keberlanjutan ekosistem pertanian di Provinsi Lampung dan di Indonesia.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Radiasi sinar ultraviolet memiliki kemampuan dalam menginduksi ketahanan tanaman lada terhadap *P. capsici*, dan
2. Radiasi sinar ultraviolet meningkatkan ketahanan bibit lada Natar 1 terhadap penyakit BPBL.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Lada

Lada merupakan tanaman tahunan yang memiliki ciri tumbuh merambat. Batangnya memiliki ruas-ruas dan dapat tumbuh hingga 10 m, namun dalam budidaya biasanya dipangkas hingga tinggi 3–4 m, serta diarahkan merambat pada tiang tajar untuk mempermudah perawatannya. Tanaman lada terdiri atas batang, akar, daun, cabang, dahan, bunga dan buah (Rismunandar, 2007). Lada merupakan salah satu komoditi penting di Provinsi Lampung. Biji lada diperdagangkan dan digunakan secara luas di dalam negeri serta menjadi komoditas yang diekspor ke luar negeri (Ginting *et al.*, 2002).

Di Provinsi Lampung varietas lada yang dianjurkan oleh pemerintah dan telah dilepas pada periode 1998–2013, salah satunya adalah varietas lada Natar 1 (Permentan No 10/Permentan/OT.140/1/2013). Varietas Natar 1 yang sebelumnya dikenal sebagai varietas Belantung, merupakan varietas yang umum dibudidayakan di Provinsi Lampung. Varietas ini memiliki tingkat ketahanan medium hingga cukup tahan terhadap penyakit BPBL, serta memiliki potensi produksi yang relatif tinggi yaitu mencapai 4,0 ton/ha (Evizal, 2023). Tanaman lada menurut USDA (2025), diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Piperales
Family : Piperaceae
Genus : *Piper*
Spesies : *Piper nigrum* L.

2.2 Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada

Penyakit busuk pangkal batang lada merupakan salah satu penyakit penting tanaman lada yang disebabkan oleh patogen tular tanah *P. capsici* (Bande *et al.*, 2011). Patogen ini sulit terdeteksi keberadaannya dan penyebarannya yang sangat mudah terjadi melalui tanah terkontaminasi, terbawa aliran air, maupun bagian tanaman yang sakit (Manohara *et al.*, 2005). Gejala serangan biasanya diawali dengan layunya tanaman sebagai indikasi kerusakan pada bagian pangkal batang di dalam tanah. Infeksi ditandai dengan perubahan warna kulit batang menjadi hitam, yang pada kondisi lembap tampak berlendir berwarna kebiruan. Selain itu, serangan pada akar mengakibatkan tanaman semakin layu, daun menguning, hingga akhirnya berubah menjadi coklat kehitaman (Manohara dan Kasim, 1996).

Penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada yang disebabkan oleh *P. capsici* merupakan ancaman serius karena dapat menyerang sejak fase pembibitan hingga masa produktif. Serangan paling berbahaya terjadi pada pangkal batang atau akar, yang dapat memicu kematian tanaman secara cepat (Wahyuno *et al.*, 2007). Penyebaran patogen ini berlangsung semakin cepat setelah gejala awal berupa layu mulai tampak, sehingga dalam waktu sekitar 10 hari tanaman akan mati. Bahkan pada kondisi cuaca kering kematian tanaman dapat terjadi lebih singkat yaitu hanya dalam 3–4 hari (Semangun, 2000).

2.3 *Phytophthora capsici*

P. capsici merupakan patogen utama pada budidaya tanaman lada di Indonesia. Meskipun umumnya hidup di dalam tanah, patogen ini dapat menginfeksi hampir seluruh bagian tanaman, dengan infeksi pada pangkal batang seringkali menyebabkan kematian secara cepat (Wahyuno *et al.*, 2007). *P. capsici* bukan termasuk jamur sejati, melainkan organisme menyerupai jamur yang tergolong Oomycetes, suatu kelompok berfilamen yang secara filogenetik berbeda dari fungi (Thines dan Kamoun, 2010). Secara taksonomi, *P. capsici* diklasifikasikan sebagai berikut (Lamour *et al.*, 2012):

Kingdom : Chromista
Filum : Oomycota
Kelas : Oomycetes
Ordo : Peronosporales
Famili : Peronosporaceae
Genus : *Phytophthora*
Spesies : *Phytophthora capsici*

Pada kondisi lingkungan yang lembab dengan suhu sekitar 25°C, sporangium *P. capsici* yang telah masak dapat berkecambah langsung membentuk tabung kecambah atau menghasilkan zoospora berflagela yang mampu bergerak. Lama pergerakan zoospora dipengaruhi oleh suhu air, yakni sekitar 9 jam pada suhu 20–24°C, 5 jam pada suhu 28°C, dan hanya 1 jam pada suhu 32°C. Setelah zoospora berhenti bergerak, dalam waktu sekitar 30 menit dapat terjadi perkecambahan apabila kondisi lingkungan mendukung, sedangkan pada kondisi yang kurang menguntungkan zoospora akan membentuk struktur istirahat berupa kista (Manohara, 1988). Penyebaran *P. capsici* berlangsung sangat mudah, baik melalui jaringan tanaman yang terinfeksi, tanah yang terkontaminasi, air hujan atau irigasi, maupun secara aktif melalui pergerakan zoosporanya (Wahyuno *et al.*, 2007).

2.4 Pengendalian Menggunakan Varietas Tahan

Pengendalian penyakit tanaman menggunakan varietas tahan merupakan salah satu strategi yang efektif dalam budidaya tanaman perkebunan secara berkelanjutan, khususnya pada tanaman lada. Penggunaan varietas tahan merupakan cara yang efektif untuk menekan perkembangan penyakit BPBL, karena beberapa laporan menyatakan bahwa *P. capsici* diketahui resisten terhadap fungisida tertentu (Ristaino dan Johnston, 1999). Selain itu, *P. capsici* termasuk dalam kelompok Oomycetes yang memiliki siklus biokimia berbeda dengan jamur lain pada tanaman budidaya, sehingga hanya sedikit fungisida yang efektif untuk mengendalikannya (Drenth dan Guest, 2004). Upaya ini sangat penting untuk mengatasi kerugian hasil akibat penyakit BPBL, dan penggunaan varietas tahan

menjadi solusi yang dapat menekan penggunaan fungisida kimia sintetik serta menjaga keberlanjutan produksi lada di Indonesia.

Di Provinsi Lampung, beberapa varietas lada telah dikembangkan petani untuk mengatasi penyakit BPBL dan meningkatkan produktivitas. Varietas Natar 1 merupakan hasil seleksi lokal yang dikenal memiliki toleransi terhadap penyakit BPBL, meskipun belum sepenuhnya tahan (Suprpto dan Ernawati, 2010). Selain itu, varietas Lampung Daun Kecil (LDK) dan Chunuk juga tercatat toleran terhadap BPBL, sedangkan varietas seperti Petaling-1 dan Natar-1 memiliki keunggulan dalam respon terhadap pemupukan dan produktivitas, namun tingkat ketahanannya terhadap penyakit bervariasi (Setiyono *et al.*, 2011). Pemilihan varietas tahan menjadi kunci dalam keberhasilan budidaya tanaman lada di Provinsi Lampung, terutama di lahan dengan tingkat serangan penyakit yang tinggi, agar produksi tetap optimal dan risiko kerugian akibat serangan penyakit dapat diminimalkan.

2.5 Induksi Ketahanan Tanaman dengan Radiasi Sinar UV

Tanaman memiliki mekanisme pertahanan terhadap serangan patogen yang terbentuk melalui struktur anatomi serta sistem fisiologis yang diaktifkan oleh sinyal tertentu, yang dikenal sebagai induksi ketahanan. Sistem fisiologis ini bersifat laten dan hanya akan aktif jika dipicu oleh sinyal yang sesuai (Van Loon, 1997). Induksi ketahanan tanaman merupakan suatu upaya perlindungan dari infeksi patogen melalui aktivasi mekanisme ketahanan internal. Ketahanan ini dapat diaktifkan melalui berbagai cara, salah satunya melalui mekanisme fisik. Salah satu metode fisik yang dapat memicu ketahanan tanaman adalah dengan memanfaatkan radiasi sinar ultraviolet (Widodo *et al.*, 2024).

Induksi ketahanan tanaman dapat dilakukan dengan pemanfaatan radiasi sinar UV, untuk meningkatkan ketahanan pada tanaman. Penelitian Nurhayati *et al.* (2004) melaporkan bahwa radiasi sinar UV pada buah tomat (*S. lycopersicum* L.) pascapanen mampu memperpanjang masa inkubasi dan mengurangi jumlah bercak penyakit busuk asam yang disebabkan oleh *Geotrichum candidum*.

Widodo *et al.* (2024) dalam kajiannya menegaskan bahwa radiasi sinar UV pada berbagai tanaman pangan dan hortikultura secara umum dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen, dengan stimulasi respon fisiologis yang mendukung pertumbuhan dan kualitas hasil. Selain itu, penelitian Ahmad (2023) secara spesifik menunjukkan bahwa radiasi sinar UV pada tanaman bawang merah (*Allium cepa* L. *aggregatum* group) dapat menurunkan kejadian penyakit moler serta meningkatkan kandungan asam salisilat sebagai bagian dari respon ketahanan. Beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode ini sangat penting untuk dikembangkan menjadi strategi pengendalian penyakit tanaman dengan radiasi sinar UV untuk menginduksi ketahanan tanaman melalui modifikasi genetik.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di beberapa tempat yaitu isolasi dan peremajaan *P. capsici*, uji patogenesis, pembuatan mutan lada dengan sinar UV, pembuatan suspensi *P. capsici*, dan pengamatan secara mikroskopis dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pengujian induksi ketahanan dan daya pertumbuhan tanaman dilakukan di Rumah Kaca Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2025-Januari 2026.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah bunsen, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, labu erlenmeyer, gelas ukur, mikropipet, timbangan analitik, polibag, tisu, nampan plastik, mikroskop majemuk, tip, *aluminium foil*, plastik tahan panas, kain saring, *sprayer*, jarum, *chlorophyl meter*, pipet tetes, bor gabus, paranet, karet, sedotan, *UV crosslinker 254 nm*, plastik wrap, *falcon tube*, kaca preparat, *cover glass*, *laminar air flow (LAF)*, *showcase*, autoklaf, cangkul, *scalpel*, *rotamixer*, penggaris, plastik sungkup berwarna putih bening, alat tulis, laptop, dan kamera/hp.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat *P. capsici* L1, benih lada Natar 1, media TCA (*tomato carrot agar*), sekam bakar, kloroks, media PDA (*potato dextrose agar*), aquades, 5 helai daun tanaman lada segar, agar batang, alkohol 70%, CaCO₃, asam laktat 90%, tomat, wortel, air steril, dan spiritus.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan terdiri dari lama radiasi benih lada dengan sinar UV selama 10, 20, 30, 60 menit dengan media tanam yang diinokulasikan *P. capsici*, dan 2 perlakuan kontrol, yaitu kontrol (+) dan kontrol (-). Kontrol (+) adalah benih lada tanpa radiasi sinar UV dengan media tanam yang diinokulasikan *P. capsici*, dan kontrol (-) adalah benih lada tanpa radiasi sinar UV dengan media tanam yang tidak diinokulasikan *P. capsici*. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam pada taraf kesalahan 5%. Jika hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kesalahan 5 % untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Media TCA

Media TCA digunakan untuk meremajakan isolat *P. capsici*. Cara pembuatan media ini dengan mencampurkan 200 mL air sari tomat dan wortel yang sudah di belender serta disaring menggunakan kain saring, lalu di tambahkan 1,5 gr CaCO_3 , 10 gr agar batang, dan 300 mL akuades. Media dimasukkan ke dalam labu erlenmayer kemudian ditutup rapat menggunakan *aluminium foil*. Media kemudian disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit (HiMedia Laboratories, 2015). Setelah media steril, tunggu media hingga hangat lalu tambahkan 700 mL asam laktat 90% untuk mencegah kontaminasi dan homogenkan media hingga merata. Kemudian media dituang ke dalam cawan petri dan tunggu hingga media padat.

3.4.2 Persiapan Isolat dan Pengamatan Spora *P. capsici* secara Mikroskopis

Isolat *P. capsici* yang digunakan pada penelitian ini adalah isolat koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Isolat *P. capsici* yang didapat, diremajakan pada media TCA, namun sebelum

diremajakan isolat diamati secara mikroskopis menggunakan mikroskop majemuk. Tujuan dilakukannya pengamatan secara mikroskopis adalah untuk memastikan bahwa isolat yang digunakan adalah isolat *P. capsici*, dengan mengamati sporangia dan ciri-cirinya. Pengamatan ini dilakukan dengan menyiapkan isolat *P. capsici* berumur 7 hari, kemudian diambil isolat menggunakan jarum, lalu diletakkan isolat pada kaca preparat. Setelah isolat diletakkan pada kaca preparat, teteskan isolat dengan akuades sebanyak 1 tetes menggunakan pipet tetes, kemudian ditutup menggunakan *cover glass* lalu lakukan pengamatan menggunakan mikroskop majemuk (Helena, 2022). Setelah pengamatan sporangia dilakukan dan hasilnya menunjukkan bahwa isolat tersebut adalah isolat *P. capsici*, maka isolat tersebut dapat digunakan pada penelitian.

3.4.3 Peremajaan Isolat *P. capsici*

Isolat *P. capsici* diremajakan pada media TCA secara aseptik di dalam LAF. Peremajaan dilakukan dengan cara isolat diambil dengan memotong berbentuk kotak kecil menggunakan *scalpel* atau berbentuk lingkaran menggunakan bor gabus pada media biakan yang terdapat induk isolat, lalu letakkan di tengah dengan posisi terbalik pada media *tomato carrot agar* dalam cawan petri. Setelah itu hasil peremajaan diinkubasi di suhu ruang selama 7 hari dan diamati setiap hari hingga isolat tumbuh.

3.4.4 Uji Patogenesitas

Uji patogenesitas isolat *P. capsici* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui isolat bersifat virulen atau tidak. Uji ini dilakukan secara aseptik di dalam LAF. Sebanyak 5 helai daun tanaman lada yang masih segar disiapkan, lalu dicuci dan disterilkan dengan mengusap menggunakan tisu yang dibasahi alkohol 70%. Selanjutnya, isolat *P. capsici* disiapkan. Nampan steril disiapkan dengan cara dibersihkan menggunakan tisu yang dibasahi alkohol 70%, kemudian diletakkan 4 helai tisu di atas nampan yang sudah disemprot dengan akuades hingga lembab. Empat sedotan diletakkan secara melintang di atas tisu, dan satu helai daun tanaman lada diambil untuk dilukai bagian belakangnya dekat tulang daun

menggunakan jarum. Isolat kemudian dipotong berbentuk kotak kecil dengan menggunakan *scalpel* atau lingkaran dengan menggunakan bor gabus hingga dasar media terangkat, lalu ditempelkan pada bagian daun yang sudah dilukai (Sakinah *et al.*, 2023). Agar isolat tetap menempel dan dapat menginfeksi daun, isolat diberi lakban putih pada bagian yang menempel pada daun. Pengamatan dilakukan selama 7 hari untuk mengetahui apakah isolat menunjukkan virulen yaitu menyebabkan gejala dan infeksi pada daun tanaman lada.

3.4.5 Persiapan Media Tanam dan Suspensi *P. capsici*

Media tanam yang digunakan untuk menyemai benih lada merupakan campuran tanah dan sekam bakar dengan perbandingan 1:1. Setelah tanah dan sekam bakar sudah dicampur, lalu media tanam tersebut diaduk rata menggunakan cangkul, kemudian dibungkus menggunakan plastik tahan panas lalu disterilisasi media tanam tersebut selama 3 jam. Setelah media tanam disterilisasi, dimasukkan media tanam sebanyak 5 kg ke dalam polibag ukuran 35 x 35 cm, lalu media tanam disiram dengan air supaya tanahnya menjadi lembab. Isolat yang sudah diremajakan selama 7 hari, dipanen dengan cara menambahkan 1 mL akuades, kemudian dikeruk secara pelan menggunakan kaca preparat dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi akuades 9 mL, artinya suspensi dalam satu tabung reaksi sebanyak 10 mL, kemudian di *rotamixer* supaya suspensi menjadi homogen. Dalam satu perlakuan sebanyak 50 mL suspensi diinokulasikan ke media tanam (Wahyuno *et al.*, 2009), dan 5 perlakuan yang diinokulasikan suspensi *P. capsici* dalam satu ulangan sebanyak 250 mL, serta sebanyak 750 mL yang di inokulasikan ke media tanam untuk 3 ulangan. Selanjutnya, suspensi *P. capsici* tersebut diaplikasikan sebanyak 50 mL untuk satu polibag (Anggraeni, 2020). Suspensi tersebut disiram dan diaduk secara merata pada media tanam dan diinkubasi selama 3 hari sebelum disemai benih lada supaya media tanam tersebut jenuh dengan *P. capsici*.

3.4.6 Radiasi Benih Lada Menggunakan Sinar Ultraviolet

Radiasi benih lada menggunakan sinar ultraviolet dilakukan dengan alat *UV*

crosslinker gelombang 254 nm (Thabet *et al.*, 2023). Sebelum benih lada diradiasi menggunakan sinar UV, disiapkan buah lada Natar 1 yang sudah matang dengan ciri buah lada sudah berwarna merah yang didapatkan dari perkebunan lada, lalu direndam selama 1 hari supaya melunakkan kulit buah lada tersebut. Setelah kulit buah lada lunak, kulit buah dikupas menggunakan tangan sehingga menjadi benih lada siap tanam, lalu tiriskan hingga kering, kemudian benih dikering anginkan selama 6 jam. Sebanyak 360 butir benih lada disiapkan untuk 4 perlakuan yang di radiasi sinar UV dengan 3 ulangan, masing-masing 30 benih dalam satu satuan percobaan, dan 90 benih dalam satu perlakuan, dengan durasi waktu yang berbeda pada setiap perlakuannya untuk per ulangan. Perlakuan pertama, benih diradiasi selama 10 menit. Perlakuan kedua, benih diradiasi selama 20 menit. Perlakuan ketiga, benih diradiasi selama 30 menit. Perlakuan keempat, benih diradiasi selama 60 menit. Setelah seluruh benih sudah diradiasi menggunakan sinar UV, setiap perlakuan dibungkus dengan *aluminium foil* dan diberi label masing-masing setiap perlakuannya.

3.4.7 Penyemaian Benih Lada dan Pemeliharaan

Penyemaian benih dilakukan di rumah kaca dengan menyiapkan media tanam dan benih lada siap tanam. Pada kegiatan ini dilakukan 6 perlakuan, masing-masing menyemai 30 benih lada dalam satu polibag, dengan 3 ulangan untuk seluruh perlakuan, artinya pada penelitian ini membutuhkan sebanyak 18 polibag dan 540 benih lada. Kegiatan ini terdiri dari 4 perlakuan dengan radiasi sinar UV, yaitu menyemai benih lada pada media tanam yang telah diinokulasikan dengan suspensi *P. capsici* dan masing-masing perlakuan menggunakan benih lada yang diradiasi sinar UV selama 10, 20, 30, dan 60 menit, serta 2 perlakuan kontrol, yaitu kontrol (+) dan kontrol (-). Kontrol (+) adalah perlakuan dengan menyemai benih lada tanpa radiasi sinar UV pada media tanam yang diinokulasikan suspensi *P. capsici*, dan kontrol (-) adalah perlakuan dengan menyemai benih lada tanpa radiasi sinar UV pada media tanam yang tidak diinokulasikan dengan suspensi *P. capsici*. Benih lada disebar diatas permukaan media tanam, kemudian benih ditutup dengan sekam bakar secara tipis, dan disungkup secara rapat menggunakan plastik berwarna putih bening supaya media tanam menjadi kedap

dan menjaga kelembaban lebih lama untuk mendukung perkecambahan benih lada. Setelah penyemaian selesai, dilakukan pemeliharaan dengan cara menyiram benih lada setiap 2-3 hari sekali menggunakan *sprayer* pada sore hari untuk mendukung pertumbuhannya.

3.4.8 Pindah Tanam Bibit Tanaman Lada

Setelah benih lada berkecambah secara sempurna dan menjadi bibit, tanaman lada tersebut dipindahkan ke dalam polibag pada hari ke-74 setelah semai.

Sebelumnya, media tanam disiapkan berupa campuran tanah dan sekam bakar dengan perbandingan 1:1 yang diaduk rata menggunakan cangkul. Media tanam tersebut diinokulasikan dengan suspensi *P. capsici* sebanyak 816 mL dengan 272 polibag lalu diaduk rata menggunakan cangkul kecuali media tanam pada perlakuan K (-). Kemudian bibit lada dipindahkan ke polibag baru yang berisi media tanam. Perlakuan yang diinokulasikan suspensi *P. capsici* terdiri dari UV 10, 20, 30, 60, dan K (+), sedangkan perlakuan K (-) menggunakan media tanam tanpa inokulasi *P. capsici*. Setelah itu, dilakukan pemeliharaan dengan cara menyiram tanaman lada setiap 5 hari sekali menggunakan gelas ukur untuk mendukung pertumbuhannya.

3.4.9 Variabel Pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan beberapa variabel pengamatan:

a. Persentase Perkecambahan

Persentase perkecambahan diamati dan dihitung setiap 2 hari sekali mulai dari hari pertama benih lada berkecambah hingga seluruh benih lada sudah tidak ada lagi yang berkecambah yang dilakukan pada hari ke-23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, dan 39 setelah semai. Rohmah dan Saputro, (2025) melaporkan jumlah benih lada yang berkecambah dihitung persentasenya menggunakan rumus:

$$PK = \frac{\text{Jumlah benih yang berkecambah}}{\text{Jumlah benih yang dkecambahkan}} \times 100\%$$

Keterangan:

PK: Persentase Perkecambahan.

Setelah menghitung persentase perkecambahan, persentase tersebut dihitung rata-ratanya pada masing-masing perlakuan dan ulangan dari hari pertama pengamatan hingga hari terakhir. Persentase perkecambahan dihitung menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan dianalisis menggunakan grafik serta diagram batang.

b. Kecepatan/Waktu Berkecambah (rata-rata hari)

Kecepatan/waktu berkecambah diamati dan dihitung setiap 2 hari sekali yang dilakukan pada hari ke-23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, dan 39 setelah semai. Kecepatan perkecambahan adalah rasio antara banyaknya benih yang berhasil berkecambah dalam satuan waktu tertentu dengan banyaknya benih yang berkecambahan, yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$WB = \frac{N1T1 + N2T2 + N3T3 + \dots + NxTx}{\text{Jumlah total benih yang berkecambah}}$$

Keterangan:

WB: waktu berkecambah,

N: banyaknya benih yang berkecambah dalam satuan tertentu, dan

T: banyaknya waktu antara awal uji hingga dengan akhir dari interval tertentu sebuah observasi (Rohmah dan Saputro, 2025).

c. Keterjadian Penyakit *Damping off*

Keterjadian penyakit *damping off* pada perkecambahan dihitung dengan jumlah kecambah yang mengalami *damping off* atau rebah kecambah pada setiap perlakuan dengan 3 ulangan yang diamati pada hari ke-30 hingga 40 setelah semai. Keterjadian penyakit *damping off* dihitung rata-ratanya dari masing-masing perlakuan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan dianalisis menggunakan diagram batang. Semangun (2001), keterjadian penyakit dihitung menggunakan rumus:

$$KP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

KP: Keterjadian Penyakit,

n: Jumlah Kecambah *Damping off*, dan

N: Jumlah Total Kecambah yang Diamati.

d. Persentase Kemunculan Daun Kotiledon

Persentase kemunculan daun kotiledon dihitung setiap 2 hari sekali, mulai dari hari pertama kecambah benih lada muncul daun kotiledon hingga seluruh kecambah benih lada tidak ada lagi yang muncul daun kotiledon pada setiap perlakuan dengan 3 ulangan yang diamati pada hari ke-39, 41, 43, 45, 47, dan 49 setelah semai. Persentase kemunculan daun kotiledon dihitung rata-ratanya dari masing-masing perlakuan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan dianalisis menggunakan grafik serta diagram batang.

e. Ukuran Daun Sejati

Ukuran daun sejati dihitung rata-rata ukuran panjang dan lebar daun sejati menggunakan penggaris yang diamati pada hari ke-82 setelah semai. Kemudian hasil perhitungan panjang dan lebar daun sejati dari masing-masing perlakuan, dianalisis menggunakan diagram batang supaya mengetahui perbedaan ukuran dari setiap perlakuannya.

f. Kehijauan Daun

Kehijauan daun diukur menggunakan *chlorophyll meter* (Vishwakarma *et al.*, 2023) pada hari ke-83 setelah semai yaitu hari dimana daun pada bibit lada sudah mulai tumbuh besar. Pengukuran kehijauan daun dilakukan pada bagian bawah, tengah, dan atas. Pengukuran kehijauan daun dilakukan dengan cara meletakkan daun pada sensor dan dijepit. Nilai kehijauan daun yang diperoleh selanjutnya dirata-ratakan untuk setiap perlakuannya menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan dianalisis menggunakan diagram batang.

g. Persentase Bibit Lada yang Normal dan Abnormal

Persentase bibit lada yang normal dan abnormal dihitung dengan jumlah bibit lada yang normal dan abnormal pada setiap perlakuan dengan 3 ulangan yang diamati pada hari ke-68 hingga 82 setelah semai. Persentase bibit lada yang normal dan abnormal dihitung rata-ratanya dari masing-masing perlakuan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan dianalisis menggunakan diagram batang.

h. Keterjadian Bibit Lada yang Bergejala Bercak Daun

Keterjadian bibit lada yang bergejala bercak daun dihitung dengan jumlah bibit lada yang bergejala bercak daun pada setiap perlakuan dengan 3 ulangan yang diamati pada hari ke-70 hingga 85 setelah semai. Keterjadian bibit lada yang bergejala bercak daun dihitung rata-ratanya dari awal hingga akhir pengamatan pada masing-masing perlakuan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan dianalisis menggunakan diagram batang. Semangun (2001), Keterjadian penyakit dihitung menggunakan rumus:

$$KP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

KP: Keterjadian Penyakit,

n: Jumlah Bibit yang Bergejala, dan

N: Jumlah Total Bibit yang Diamati.

i. Isolasi Bibit Lada yang Bergejala Bercak Daun

Isolasi bibit lada yang bergejala bercak daun dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Isolasi dilakukan dengan mengambil sampel bibit tanaman lada yang bergejala bercak daun. Kemudian sampel dicuci menggunakan alkohol 70% selama 30 detik, dilanjutkan dengan kloroks 1% selama 30 detik, dan dibilas menggunakan akuades 3 tingkat selama 1 menit (Dos Reis *et al.*, 2022). Setelah itu, sampel ditiriskan diatas tisu, lalu diletakkan pada media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 4-7 hari. Setelah itu dimurnikan atau dipindahkan pada media PDA yang baru dan diinkubasi kembali selama 4-7 hari pada suhu ruang. Isolasi ini dilakukan untuk memastikan bahwa penyakit yang terjadi disebabkan oleh patogen *P. capsici*. Untuk memastikan sampel yang tumbuh adalah patogen *P. capsici* maka dilakukan pengamatan secara mikroskopis dengan menggunakan mikroskop majemuk.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa

1. Radiasi sinar UV memiliki kemampuan dalam menginduksi ketahanan tanaman lada terhadap patogen *P. capsici*. Pada perlakuan benih lada yang diradiasi sinar UV menunjukkan ketahanan terhadap penyakit *damping off* dan bercak daun secara nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Selain itu, radiasi sinar UV juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman lada seperti mampu meningkatkan persentase perkecambahan, kecepatan/waktu berkecambah, kemunculan dan pertumbuhan daun, serta meningkatkan persentase pertumbuhan bibit secara normal, dan
2. Bibit tanaman lada yang tahan terhadap penyakit BPBL didapatkan pada perlakuan radiasi sinar UV selama 10, 20, dan 30 menit.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut mengenai ketahanan bibit lada hasil radiasi sinar UV dengan pengujian secara *in planta* pada lahan yang endemik patogen *P. capsici* penyebab penyakit BPBL.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Y. S. 2023. Induksi Ketahanan Bawang Merah (*Allium cepa* L. *aggregatum* group) terhadap Penyakit Moler Menggunakan Sinar Ultraviolet-B. *Tesis*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Anggraeni, S. 2020. Kemampuan *Purpureocillium lilacinum*, *Metarhizium flavoviridae*, dan *Penicillium* sp. sebagai Antagonis Jamur *Phytophthora capsici*, Endofit dan Pemacu Pertumbuhan Tanaman Lada. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Arif, T., Bhosale, J. D., Kumar, N., Mandal, T. K., Bendre, R. S., Lavekar, G. S., and Dabur, R. 2009. Natural products–antifungal agents derived from plants. *Journal of Asian natural products research*. 11(7): 621-638.
- Badan Pusat Statistik. 2024. *Produksi Perkebunan Rakyat Menurut Jenis Tanaman (Ribuan Ton), 2021-2023*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NzY4IzI=/produksi-perkebunan-rakyat-menurut-jenis-tanaman/>. Diakses 12 Maret 2025 pukul 11.50 WIB.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2023. *Produksi Tanaman (Ton), 2016-2017*. <https://lampung.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjU4IzI=/produksi-tanaman/>. Diakses 12 Maret 2025 pukul 11.50 WIB.
- Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. 2008. *Teknologi Budidaya Lada*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 23 halaman.
- Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 2005. *Pedoman Budidaya Tanaman Lada*. Balitro. Bogor. 21 Halaman.
- Bande, L. O. S., Hadisutrisno, B., Somowiyarjo, S., dan Sunarminto, B.H. 2011. Karakteristik *Phytophthora capsici* isolat Sulawesi Tenggara. *Agriplus*. 21(1): 75–82.
- Biles, C. L. 1990. Biological control of post-harvest diseases of fruits and vegetables: alternatives to synthetic fungicides. *Crop Protection*. 10(3): 172-177.
- Bridge, M. A. and Klarman, W. L. 1973. Soybean phytoalexin, hydroxyphaseolin, induced by ultraviolet irradiation. *Journal Phytopathology*. 63(5): 606-609.

- Charles, M. T., Tano, K., Asselin, A., and Arul, J. 2009. Physiological basis of UV-C induced resistance to *Botrytis cinerea* in tomato fruit. V. Constitutive defence enzymes and inducible pathogenesis-related proteins. *Postharvest Biology and Technology*. 51(3): 414-424.
- Chatri, M. 2016. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Kencana. Jakarta.
- Chatri, M., Jumjunidang, J., Aini, Z., dan Suryendra, F. D. 2022. Aktivitas antifungi ekstrak daun *Melastoma malabathricum* terhadap *Fusarium oxysporum* dan *Sclerotium rolfsii* secara in vitro. *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(3): 395-401.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2021. *Ancaman Pestsida terhadap Keanekaragaman Hayati Darat*. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/ancaman-pestisida-terhadap-keanekaragaman-hayati-darat/>. Diakses 12 Maret 2025 pukul 11.50 WIB.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2022. *Pemantauan Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Lada di Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung*. pendKementrian Pertanian: Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta Selatan.
- Dos Reis, J. B. A., Lorenzi, A. S., and do Vale, H. M. M. 2022. Methods used for the study of endophytic fungi: a review on methodologies and challenges, and associated tips. *Archives of Microbiology*. 204(11): 675.
- Drenth, A. and D. Guest. 2004. *Phytophthora* in the tropics. p. 30–41. In Andre and Guest (Eds.). *Diversity and Management of Phytophthora in South East Asia*. ACIAR, Canberra.
- El-Beltagi, H. S., Tawfic, G. A., Shehata, S. A., Hamid, O. A. A., Ahmed, A. E. R. A., and El-Mogy, M. M. 2023. The effect of seed priming with UV and gamma rays on the growth, production, and storage ability of cauliflower heads. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 51(3): 13264-13264.
- Evizal, R. 2023. *Pengelolaan Perkebunan Lada*. Pusaka Media. Bandar Lampung. 194 Halaman.
- Fardhani, D. M., Kharisma, A. D., Kobayashi, T., Arofathullah, N. A., Yamada, M., Tanabata, S., and Sato, T. 2022. Ultraviolet-B irradiation induces resistance against powdery mildew in cucumber (*Cucumis sativus* L.) through a different mechanism than that of heat shock-induced resistance. *Agronomy*. 12(12): 3011.
- Ginting, C., Sembodo, D. R. J., and Susanto, H. 2002. Efikasi serbuk tumbuhan dalam mengendalikan penyakit busuk pangkal batang lada di lapangan. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 2: 15-19.
- Helena, P. 2022. *Identifikasi jamur mikroskopis pembusuk buah-buahan dalam bentuk preparat sebagai bahan ajar mikologi* (Skripsi, Universitas Jambi).

- Heri, A., Insani, C. N., Irianti, A., dan Rasyid, N. 2024. Penerapan Teknologi IoT Pada Tanaman Hidroponik Untuk Monitoring Pertumbuhan Tanaman di Desa Puccadi. *Journal Of Computer Science Contributions (JUCOSCO)*. 4(1): 37-46.
- HiMedia Laboratories. 2015. *Potato Carrot Agar M696: Technical data*. Mumbai: HiMedia Laboratories Pvt. Ltd. India.
- IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2012. Solar and ultraviolet radiation. *In Radiation*. International Agency for Research on Cancer.
- Irwan, N. I. 2020. *Manfaat Komponen Flavonoid yang Terkandung Pada Propolis Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Streptococcus mutans Penyebab Karies* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Kovacs, E. and Keresztes, A. 2002. Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells. *Micron*. 33(2): 199-210.
- Lamour, K. H., Mudge, J., Gobena, D., Hurtado-Gonzales, O. P., Schmutz, J., Kuo, A., and Kingsmore, S. F. 2012. Genome sequencing and mapping reveal loss of heterozygosity as a mechanism for rapid adaptation in the vegetable pathogen *Phytophthora capsici*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 25(10): 1350-1360.
- Lamour, K. H., Stam, R., Jupe, J., and Huitema, E. 2012. The oomycete broad-host-range pathogen *Phytophthora capsici*. *Molecular plant pathology*. 13(4): 329-337.
- Lestari, N. I., Rianto, F., dan Syahputra, E. 2023. Identifikasi serangan *Phytophthora capsici* penyebab penyakit busuk pangkal batang pada bibit lada. *Jurnal Pertanian Agros*. 25(3): 3047-3052.
- Mahdavian, K., Ghorbanli, M., and Kalantari, K. 2008. The effects of ultraviolet radiation on the contents of chlorophyll, flavonoid, anthocyanin and proline in *Capsicum annuum* L. *Turkish Journal of Botany*. 32(1): 25-33.
- Manohara, D. 1988. Ekologi *Phytophthora palmivora* (Butler) penyebab penyakit busuk pangkal batang (*Piper nigrum*). Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Manohara, D. dan Kasim, R. 1996. Penyakit busuk pangkal batang dan pengendaliannya. Dalam *Monograf Tanaman Lada* (hlm. 115–128). Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor.
- Manohara, D., Wahyuno, D., dan Noveriza, R. 2005. Penyakit busuk pangkal batang lada dan strategi pengendaliannya. *Edisi Khusus: Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat*. 17(2).
- Moreira, M. A. A., Monteros, A. Á., Reis, A., and Garcés-Fiallos, F. R. 2022. *Phytophthora capsici* on *Capsicum* plants: A destructive pathogen in chili and pepper crops. In *Capsicum – New perspectives*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.104726>.

- Nawkar, G. M., Maibam, P., Park, J. H., Sahi, V. P., Lee, S. Y., and Kang, C. H. 2013. UV-induced cell death in plants. *International journal of molecular sciences*. 14(1): 1608-1628.
- Neelamegam, R. and Sutha, T. 2015. UV-C irradiation effect on seed germination, seedling growth and productivity of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Int J Curr Microbiol App Sci*. 4(8): 430-443.
- Noble, R. E. 2002. Effects of UV-irradiation on seed germination. *Science of the Total Environment*. 299 (1-3): 173-176.
- Nurhayati, S., Suparman., dan Lestari, Y. 2014. Penggunaan sinar ultra violet untuk menekan penyakit busuk asam pada buah tomat pasca panen. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia No10/Permentan/OT.140/1. 2013. *Pedoman Teknis Pembangunan Kebun Induk Lada*. Badan Pembinaan Hukum Nasional. Diakses dari <https://peraturan.bpk.go.id/Details/160316/permentan-no-10permentanot14012013-tahun-2013>.
- Pratiwi, P. Y., Mardiyarningsih, A., dan Widarti, E. 2019. Perbedaan kualitas tanaman mint (*Mentha spicata* L) hidroponik dan konvensional berdasarkan morfologi tanaman, profil kromatogram, dan kadar minyak atsiri. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*. 1(2): 148-156.
- Rismunandar. 2007. *Lada Budidaya dan Tata Niaga*. Penebar Swadaya, Jakarta. Halaman 288.
- Ristaino, J. B. and S. A. Johnston. 1999. Ecologically based approaches to management of *Phytophthora* blight of bell pepper. *Plant Dis*. 83: 1080–1089.
- Rohmah, W. N. dan Saputro, S. H. 2025. Pengaruh suhu dan lama perendaman terhadap persentase perkecambahan pada benih kemennyan (*Styrax benzoin Dryand*). *AGROFORETECH*. 3(1): 573-579.
- Sadeghianfar, P., Nazari, M., and Backes, G. 2019. Exposure to ultraviolet (UV-C) radiation increases germination rate of maize (*Zea mays* L.) and sugar beet (*Beta vulgaris*) seeds. *Plants*. 8(2): 49.
- Sakinah, S., Hafsan, H., Sukmawaty, E., dan Armita, D. 2023. Jamur Patogen Kelapa Sawit (*Elais guineensis* Jacq.) Di Perkebunan Sawit Kecamatan Kalukku Kabupaten Mamuju. *Jurnal Triton*. 14(2): 562-572.
- Scott, G., Almasrahi, A., Malekpoor Mansoorkhani, F., Rupar, M., Dickinson, M., and Shama, G. 2019. Hormetic UV-C seed treatments for the control of tomato diseases. *Plant Pathology*. 68(4): 700-707.
- Semangun, H. 2000. *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2001. *Pengantar ilmu penyakit tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Setiyono, Tedjo, R., dan Tjahjana, E. 2011. Uji adaptasi lada hibrida tahan penyakit busuk pangkal batang di Lampung Utara. *Buletin Ristri*. 2(3): 1-6.
- Shaukat, S. S., Farooq, M. A., Siddiqui, M. F., and Zaidi, S. A. H. A. R. 2013. Effect of enhanced UV-B radiation on germination, seedling growth and biochemical responses of *Vigna mungo* L. Hepper. *Pakistan Journal of Botany*. 45(3): 779–785.
- Slamet, A. R. 1991. Pathogenicity test of three isolates of *Phytophthora palmivora* on black pepper, coconut, cacao and vanilla. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Indonesia)*. 6(1).
- Suprpto dan Ernawati, R. R. 2010. Analisis pendapatan penangkaran bibit lada Natar 1 Prima Tani Lampung Utara. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 10(2): 84-89.
- Suryaningsih, W., Supriono, S., Hariono, B., dan Budiati, T. 2022. Pengaruh Pasteurisasi Non-Thermal Metode UV dan Ozon Terhadap Sifat Mikrobiologi dan Organoleptik Susu Segar. *Jurnal Ilmiah Inovasi*. 22(2): 139-147.
- Thabet, M., Abou-Zeid, M. A., Safhi, F. A., Alwutayd, K. M., and Khalifa, W. 2023. Ultraviolet-C irradiation of wheat grains induces seedling resistance to leaf rust and powdery mildew disease. *Italian Journal of Agronomy*. 18(3): 2201.
- Thines, M. and Kamoun, S. 2010. Oomycete–plant coevolution: recent advances and future prospects. *Current opinion in plant biology*. 13(4): 427-433.
- Tiara, D. and Apriansi, M. 2023. Effectiveness of mung bean sprout extract and vine type on the growth of pepper (*Piper nigrum* L.) Plant Cuttings. *Jurnal Agricultural Science*. 18(1): 13-20.
- United States Department of Agriculture. 2025. *Natural Resources Conservation Service*. (n.d.). *Plant Profile for PINI3*. Retrieved August 29, 2025, from <https://plants.usda.gov/plant-profile/PINI3>.
- Van Loon, L. C. and Bakker, P. A. H. M. 2003. Signalling in Rhizobacteria-plant interactions. In: De Kroon H, Visser EJW (eds) *Root Ecology*. *Ecological Studies*. 168: 297-330.
- Vishwakarma, M., Kulhare, P. S., and Tagore, G. S. 2023. Estimation of chlorophyll using SPAD meter. *International Journal of Environment and Climate Change*. 3(11): 1901-1912.
- Wahyuno, D., Manohara, D., dan Setiyono, R. 2009. Ketahanan beberapa lada hasil persilangan terhadap *Phytophthora capsici* asal lada. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 15(2): 56–63. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Wahyuno, D., Manohara, D., dan Susilowati, D. N. 2007. Variasi morfologi dan virulensi *Phytophthora capsici* asal lada. *Buletin Plasma Nutfah*. 13(2): 70-81.

- Widodo, N. C., Aziz, A., Munawaroh, Z. A., Anzhari, H., dan Karlina, D. L. 2024. Tinjauan analisis manfaat dan dampak sinar UV-C dalam bidang pangan dan pertanian. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro dan Informatika*. 2(6): 43-50.
- Zaynab, M., Fatima, M., Abbas, S., Sharif, Y., Umair, M., Zafar, M. H., and Bahadar, K. 2018. Role of secondary metabolites in plant defense against pathogens. *Microbial pathogenesis*. 124: 198-202.