

**APLIKASI *Trichoderma harzianum* PADA MEDIA KULIT SINGKONG
SEBAGAI *BIOFERTILIZER* TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN
TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.)**

Skripsi

Oleh

Stevi Aulia Irnenti

2217021031



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

**APLIKASI *Trichoderma harzianum* PADA MEDIA KULIT SINGKONG
SEBAGAI *BIOFERTILIZER* TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN
TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.)**

Oleh

Stevi Aulia Irnenti

Skripsi

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

Pada

Jurusan Biologi

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

APLIKASI *Trichoderma harzianum* PADA MEDIA KULIT SINGKONG SEBAGAI *BIOFERTILIZER* TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.)

Oleh

Stevi Aulia Irnenti

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan komoditas hortikultura yang produktivitasnya dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara dan patogen tular tanah. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah biofertilizer berbasis *Trichoderma harzianum* yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai media pertumbuhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan tanaman tomat berdasarkan metode aplikasi dan dosis. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan empat ulangan, yaitu P0 (kontrol), P1 (2 g inokulum *Trichoderma harzianum*/polybag melalui tanah), P2 (4 g inokulum *Trichoderma harzianum*/polybag melalui tanah), P3 (2 g inokulum *Trichoderma harzianum*/100 mL melalui *foliar spray*), dan P4 (4 g inokulum *Trichoderma harzianum*/100 mL melalui *foliar spray*). Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah, berat kering, dan kadar klorofil. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji DMRT 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma harzianum* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman tomat. Perlakuan P2 memberikan hasil terbaik pada pertumbuhan vegetatif dan P4 memberikan hasil terbaik pada biomassa tanaman, sedangkan kadar klorofil tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan.

Kata Kunci: tomat, *Trichoderma harzianum*, kulit singkong, *biofertilizer*, metode aplikasi

ABSTRACT

APPLICATION OF *Trichoderma harzianum* ON CASSAVA PEEL MEDIA AS A **BIOFERTILIZER** FOR THE GROWTH OF TOMATO PLANTS (*Solanum lycopersicum* L.)

By

Stevi Aulia Irnenti

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is a horticultural crop whose productivity is influenced by nutrient availability and soil-borne pathogens. One alternative that can be used is a biofertilizer based on *Trichoderma harzianum* which is capable of enhancing plant growth. The utilization of cassava peel waste as a growth medium is also potential. This study aimed to determine the effect of *Trichoderma harzianum* application on the growth of tomato plants based on application methods and dosages. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments and four replications, namely P0 (control), P1 (2 g *Trichoderma harzianum* inoculum/polybag applied through soil), P2 (4 g *Trichoderma harzianum* inoculum/polybag applied through soil), P3 (2 g *Trichoderma harzianum* inoculum/100 mL applied through *foliar spray*), and P4 (4 g *Trichoderma harzianum* inoculum/100 mL applied through *foliar spray*). The observed parameters included plant height, number of leaves, root length, fresh weight, dry weight, and chlorophyll content. Data were analyzed using ANOVA and Duncan Multiple Range Test (DMRT) at 5%. The results showed that the application of *Trichoderma harzianum* significantly affected the growth of tomato plants. Treatment P2 showed the best result on vegetative growth, while P4 showed the best result on plant biomass, whereas chlorophyll content did not show a significant difference among treatments.

Keywords: tomato, *Trichoderma harzianum*, cassava peel, *biofertilizer*,
application method

Judul Penelitian : **APLIKASI *Trichoderma harzianum* PADA MEDIA KULIT SINGKONG SEBAGAI BIOFERTILIZER TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.)**

Nama Mahasiswa : **Stevi Aulia Arnenti**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2217021031**

Jurusan/Program Studi : **Biologi/S1 Biologi**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. Bambang Irawan, M.Sc.
NIP. 196503031992031006

Lili Chrisnawati, S.Pd., M.Si.
NIP. 198808102019032014

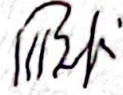
2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung

Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.
NIP. 1983013120081210001

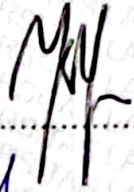
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

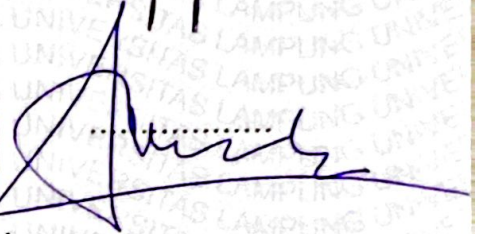
Ketua : Prof. Dr. Bambang Irawan, M.Sc.



Sekretaris : Lili Chrisnawati, S.Pd., M.Si.



Anggota : Prof. Dr. Sumardi, M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 08 Juni 2026

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Stevi Aulia Imenti
NPM : 2217021031
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul “Aplikasi *Trichoderma harzianum* pada Media Kulit Singkong sebagai Biofertilizer terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)”.

Baik dalam gagasan dan pembahasannya adalah karya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika yang berlaku. Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik baik berupa pencebutan gelar sarjana maupun tuntutan hokum.

Bandar Lampung, 25 Mei 2026

Yang menyatakan,



Stevi Aulia Imenti
NPM. 2217021031

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Stevi Aulia Irnenti, lahir di Panjerejo pada tanggal 5 Januari 2005. Penulis merupakan anak dari pasangan Bapak Legiman S.Pd dan Ibu Tusini S.Pd yang selalu memberikan dukungan, doa, serta motivasi dalam setiap jenjang pendidikan yang ditempuh. Penulis memulai pendidikan di TK Amanah Bulokarto dan menyelesaikannya pada tahun 2011. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan dasar di SD Muhammadiyah Pringsewu dan lulus pada tahun 2017. Pendidikan menengah pertama ditempuh di SMP Negeri 3 Pringsewu dan diselesaikan pada tahun 2020. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Pringsewu melalui program akselerasi dan berhasil menyelesaikan pendidikan pada tahun 2022.

Pada tahun 2022, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Selama menjalani masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai kegiatan akademik maupun nonakademik. Dalam bidang akademik, penulis dipercaya menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Biologi Sel, Botani Tumbuhan Tinggi, dan Perilaku Hewan. Melalui kegiatan tersebut, penulis memperoleh pengalaman dalam membimbing praktikum, membantu proses pembelajaran mahasiswa, menyiapkan alat dan bahan praktikum, serta meningkatkan kemampuan komunikasi dan tanggung jawab dalam lingkungan akademik.

Selain aktif di bidang akademik, penulis juga memiliki minat yang besar pada bidang nonakademik, khususnya olahraga dan seni. Penulis pernah mengikuti berbagai kegiatan organisasi dan pengembangan diri yang berkaitan dengan

bidang tersebut serta memperoleh beberapa prestasi dan penghargaan. Kegiatan nonakademik tersebut memberikan pengalaman berharga bagi penulis dalam meningkatkan rasa percaya diri, kemampuan bekerja sama, kedisiplinan, serta kemampuan beradaptasi di lingkungan sosial.

Dalam rangka menunjang kompetensi dan pengalaman di bidang keilmuan, penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (LTPH) Gadingrejo dengan fokus kegiatan mengenai perbanyakan *Trichoderma harzianum* menggunakan berbagai media serta aplikasinya pada tanaman tomat. Selain itu, penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Labuhan Ratu Raya, Bandar Lampung, sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat dan penerapan ilmu yang telah diperoleh selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan kemudahan yang telah diberikan sehingga karya ini dapat diselesaikan dengan baik. Dengan penuh rasa syukur dan ketulusan hati, karya ini penulis persembahkan kepada:

Kedua orang tua tercinta Ayah Legiman dan Ibu Tusini yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, pengorbanan, serta semangat yang tiada henti dalam setiap langkah kehidupan penulis.

Keluarga besar yang senantiasa memberikan motivasi, perhatian, dan dukungan selama penulis menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini selesai.

Ibu dan Bapak dosen pembimbing serta dosen penguji yang telah memberikan ilmu, arahan, bimbingan, kritik, dan saran dengan penuh kesabaran selama proses penyusunan skripsi.

Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang selalu hadir memberikan dukungan, bantuan, semangat, serta menjadi bagian dari perjalanan selama masa perkuliahan.

Seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan pengalaman berharga kepada penulis selama menjalani pendidikan di Jurusan Biologi.

Almamater tercinta, Program Studi Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillahirrabil'alamin, puji syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai syarat meraih gelar Sarjana Sains. Skripsi yang berjudul "**Aplikasi *Trichoderma harzianum* pada Media Kulit Singkong sebagai *Biofertilizer* terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L)**" telah dilaksanakan dengan bantuan dan dukungan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan atas segala rahmat, nikmat, kesehatan, kemudahan, dan pertolongannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kedua orang tua penulis Ayah Legiman S.Pd., dan Ibu Tusini S.Pd., Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya karena selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, semangat, serta pengorbanan yang tiada henti kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Penulis mengucapkan terima kasih kepada kakak-kakak tersayang, Yudesta Erfayliana, S.Pd., M.Pd., Anggit Asnea Afita, M.Keb., Aan Dimas Roliansyah, S.E., Oktaria Kusumawati, S.Pd., M.Pd., Rizka Cahya Purnama, S.Kep., Ns., dan Khalda Biantari Anjani, S.E. yang selalu memberikan doa, dukungan, perhatian, semangat, serta motivasi kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini selesai.
4. Bapak Dr. Eng. Heri Satria., S.Si., M.Si., selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.

6. Ibu Dr. Kusuma Handayani, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi S1 Biologi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
7. Bapak Prof. Dr. Gregorius Nugroho Susanto, M.Sc., sebagai dosen Pembimbing Akademik.
8. Bapak Prof. Dr. Bambang Irawan, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang dengan sabar telah membimbing, memberikan semangat, memberikan arahan dan saran selama proses penelitian dan penyusunan skripsi. Penulis mengucapkan banyak terima kasih karena telah menjadi pembimbing skripsi, orang tua dan guru yang sangat memotivasi.
9. Ibu Lili Chrisnawati, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang dengan sabar telah membimbing, memberikan semangat, memberikan arahan dan saran selama proses penelitian dan penyusunan skripsi. Penulis mengucapkan banyak terima kasih karena telah menjadi pembimbing skripsi, orang tua dan guru yang sangat memotivasi.
10. Bapak Prof. Dr. Sumardi, M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik, saran, arahan, dan masukan yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Segala masukan yang diberikan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan lebih baik.
11. Bapak Sangidun, S.P. selaku Kepala Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gadingrejo Kabupaten Pringsewu yang telah memberikan izin dan fasilitas kepada penulis untuk melaksanakan penelitian, serta Mba Amityas Subegti, S.P. selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan ilmu, arahan, bimbingan, dan masukan dengan penuh kesabaran kepada penulis selama pelaksanaan penelitian.
12. Bapak Darmono yang senantiasa membersamai, memberikan dorongan, bantuan, dan dukungan kepada penulis dalam berbagai situasi selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gadingrejo, khususnya Bapak Suwanto yang telah memberikan banyak arahan dan bantuan, Mas Budi yang telah mengajarkan banyak hal selama pelaksanaan penelitian, serta Ibu Restiana, Ibu Sri Ningsih, dan Ibu Tri Wahyuningsih yang telah memberikan masukan, bantuan, dan bimbingan kepada penulis.

13. Sahabat-sahabat tersayang Penulis, Khoirunnisa, Adelia, Anggun Puspita Sari, Desta Selvi Aryani, Nabila Nuralisafitri, Irene Gianda Fraulein, Retno Aristina Rahayu, Mishell Stevany dan Tabina Quisha yang selalu memberikan dukungan, semangat, bantuan, serta menemani penulis dalam suka maupun duka selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas segala perhatian, doa, dan dukungan yang telah diberikan.
14. Bapak dan Ibu dosen serta staf Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
15. Terima kasih kepada diri sendiri yang telah mampu bertahan, berjuang, dan tidak menyerah dalam menghadapi berbagai proses, tantangan, tekanan, serta kesulitan selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Terima kasih karena telah tetap kuat, terus berusaha, dan percaya bahwa setiap proses yang dijalani akan memberikan pembelajaran dan pengalaman berharga. Semua perjuangan, pengorbanan, air mata, dan usaha yang telah dilalui menjadi bukti bahwa penulis mampu sampai pada tahap ini dengan penuh rasa syukur dan bangga.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan tangan terbuka menerima kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai bahan perbaikan dan pembelajaran dalam penyusunan karya tulis ilmiah di masa yang akan datang.

Bandar Lampung, 25 Mei 2026

Penulis

Stevi Aulia Irenti

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Kesuksesan bukan tentang siapa yang paling cepat, tetapi siapa yang tidak berhenti berusaha.”

“Patah hati paling sengaja adalah jatuh cinta kepada seseorang yang bahkan tidak berniat menangkapmu.”

(Boy Candra)

“Orang yang ikhlas tidak peduli apakah orang lain melihat atau memujinya.”

(Abuya As-Sayyidi Al-Habib Muhammad bin Alwy Al-Maliki)

“Dalam olahraga aku belajar disiplin, dalam seni aku belajar keindahan, dan dalam hidup aku belajar untuk terus berproses tanpa menyerah.”

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Kerangka Berpikir.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tanaman Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	7
2.1.1 Klasifikasi Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	7
2.1.2 Morfologi Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	8
2.1.3 Syarat Tumbuh Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	8
2.1.4 Fase Pertumbuhan dan Umur Optimal Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	9
2.2 <i>Biofertilizer</i>	9
2.2.1 Definisi dan Konsep Dasar.....	9
2.2.2 Mekanisme Kerja.....	10
2.2.3 Jenis-jenis <i>Biofertilizer</i>	10
2.2.4 Dosis Efektif <i>Biofertilizer</i> pada Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	11
2.3 <i>Trichoderma harzianum</i>	12
2.3.1 Klasifikasi <i>Trichoderma harzianum</i>	12
2.3.2 Karakteristik Umum	12
2.3.3 Peran sebagai <i>Biofertilizer</i>	14
2.4 Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong sebagai Media Pertumbuhan	15
2.4.1 Karakteristik Limbah Kulit Singkong.....	15
2.4.2 Potensi Kulit Singkong untuk Media Jamur	16
2.4.3 Keunggulan dalam Pertanian Berkelanjutan	17

2.5	Metode Aplikasi <i>Trichoderma harzianum</i> pada Tanaman Tomat.....	17
2.5.1	Aplikasi Melalui Tanah (Perakaran).....	17
2.5.2	Aplikasi Melalui Daun (<i>Foliar Spray</i>).....	18
2.5.3	Perbandingan Kedua Metode	19
III.	METODE PENELITIAN	20
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.2	Alat dan Bahan	20
3.3	Rancangan Penelitian.....	20
3.4	Prosedur Kerja	22
3.4.1	Perbanyak Aplikasi <i>Trichoderma harzianum</i>	22
3.4.2	Aplikasi <i>Trichoderma harzianum</i> melalui Tanah.....	23
3.4.3	Aplikasi <i>Trichoderma harzianum</i> melalui Daun.....	23
3.4.4	Kontrol Tanpa <i>Trichoderma harzianum</i>	24
3.5	Variabel Pengamatan	24
3.5.1	Tinggi Tanaman.....	24
3.5.2	Jumlah Daun	24
3.5.3	Panjang Akar.....	25
3.5.4	Berat Basah	25
3.5.5	Berat Kering.....	25
3.5.6	Kadar Klorofil	25
3.6	Analisis Data.....	26
3.7	Diagram Alir Penelitian.....	27
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1	Hasil Penelitian	28
4.1.1	Aktivitas <i>Trichoderma harzianum</i> pada Media Kulit Singkong.....	28
4.1.2	Hasil Penelitian Tinggi Tanaman Tomat	29
4.1.3	Hasil Penelitian Jumlah Daun Tanaman Tomat.....	31
4.1.4	Hasil Penelitian Panjang Akar Tanaman Tomat	33
4.1.5	Hasil Penelitian Berat Basah Tanaman Tomat.....	35
4.1.6	Hasil Penelitian Berat Kering Tanaman Tomat.....	37
4.1.7	Hasil Penelitian Kadar Klorofil Tanaman Tomat.....	39
4.2	Pembahasan.....	41
4.2.1	Aktivitas <i>Trichoderma harzianum</i> pada Media Kulit Singkong.....	42
4.2.2	Pengaruh Perlakuan terhadap Tinggi Tanaman	43
4.2.3	Pengaruh Perlakuan terhadap Jumlah Daun.....	44
4.2.4	Pengaruh Perlakuan terhadap Panjang Akar	44
4.2.5	Pengaruh Perlakuan terhadap Berat Basah	45
4.2.6	Pengaruh Perlakuan terhadap Berat Kering.....	45
4.2.7	Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Klorofil.....	46
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49
	DAFTAR PUSTAKA	50

LAMPIRAN.....	53
1. Tabel Gambar Kegiatan Penelitian	54
2. Tabel Data Penelitian Parameter	56
3. Hasil Uji Parameter Tinggi Tanaman Minggu 1	62
4. Hasil Uji Parameter Tinggi Tanaman Minggu 2	63
5. Hasil Uji Parameter Tinggi Tanaman Minggu 3	64
6. Hasil Uji Parameter Tinggi Tanaman Minggu 4	65
7. Hasil Uji Parameter Jumlah Daun Minggu 1	66
8. Hasil Uji Parameter Jumlah Daun Minggu 2	67
9. Hasil Uji Parameter Jumlah Daun Minggu 3	68
10. Hasil Uji Parameter Jumlah Daun Minggu 4	69
11. Hasil Uji Parameter Panjang Akar	70
12. Hasil Uji Parameter Berat Basah.....	71
13. Hasil Uji Parameter Berat Kering	72
14. Hasil Uji Parameter Kadar Klorofil	73
15. Hasil Uji Lanjut DMRT	74

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rancangan Penelitian	21
2. Tata Letak Penelitian	22
3. Hasil Aktivitas <i>Trichoderma harzianum</i> pada Media Kulit Singkong	29
4. Hasil Penelitian Tinggi Tanaman Tomat.....	30
5. Hasil Penelitian Jumlah Daun Tanaman Tomat	32
6. Hasil Penelitian Panjang Akar Tanaman Tomat.....	34
7. Hasil Penelitian Berat Basah Tanaman Tomat	36
8. Hasil Penelitian Berat Kering Tanaman Tomat.....	38
9. Hasil Penelitian Kadar Klorofil Tanaman Tomat	39
10. Data Penelitian Tinggi Tanaman Tomat.....	56
11. Data Penelitian Jumlah Daun Tanaman Tomat	57
12. Data Penelitian Panjang Akar Tanaman Tomat.....	58
13. Data Penelitian Berat Basah Tanaman Tomat	59
14. Data Penelitian Berat Kering Tanaman Tomat.....	60
15. Data Penelitian Kadar Klorofil Tanaman Tomat.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	7
2. <i>Trichoderma harzianum</i>	12
3. Kulit Singkong	15
4. Diagram Alir Penelitian.....	27
5. Aktivitas <i>Trichoderma harzianum</i> pada Media Kulit Singkong	28
6. Grafik Tinggi Tanaman Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	30
7. Grafik Jumlah Daun Tanaman Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	32
8. Grafik Panjang Akar Tanaman Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	34
9. Grafik Berat Basah Tanaman Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	36
10. Grafik Berat Kering Tanaman Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	38
11. Grafik Kadar Klorofil Tanaman Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	40
12. Mencuci Kulit Singkong	54
13. Proses Merendam Kulit Singkong.....	54
14. Proses Memasak Kulit Singkong	54
15. Inokulasi Starter <i>Trichoderma harzianum</i>	54
16. Proses Pendinginan Kulit Singkong	54
17. Proses Penyemprotan <i>Trichoderma harzianum</i>	54
18. Inokulasi Media Kulit Singkong	54
19. <i>Trichoderma harzianum</i> Umur 3 Hari setelah Inkubasi	54
20. Proses Menyiapkan Tanah di dalam Polybag.....	54
21. Isolat <i>Trichoderma harzianum</i> di LTPH.....	55
22. Bibit Tanaman Tomat.....	55
23. Proses Menanam Bibit ke dalam Polybag	55
24. Proses Pengamatan Tanaman Tomat.....	55
25. Proses Pengukuran Panjang Akar.....	55
26. Proses Pengukuran Berat Basah	55
27. Proses Pengukuran Berat Kering.....	55
28. Proses Pengukuran Kadar Klorofil.....	55
29. Isolat <i>Trichoderma harzianum</i> Umur 14 Hari	55

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) termasuk komoditas hortikultura dengan nilai ekonomi tinggi dan berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan masyarakat. Tomat banyak dimanfaatkan sebagai bahan konsumsi segar maupun bahan baku industri pangan, sehingga permintaannya cenderung meningkat dari waktu ke waktu. Keberhasilan budidaya tanaman tomat sangat ditentukan oleh pertumbuhan vegetatif yang optimal pada fase awal pertumbuhan karena fase tersebut berpengaruh langsung terhadap pembentukan organ reproduktif dan hasil panen.

Produktivitas tanaman tomat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tumbuh, ketersediaan unsur hara, serta teknik pengelolaan budidaya yang diterapkan. Kualitas tanah yang baik berperan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman tomat, terutama dalam menyediakan unsur hara yang dibutuhkan selama masa pertumbuhan vegetatif (Purwanto dan Wahyudi, 2021). Selain itu, keberhasilan fase awal pertumbuhan tanaman tomat turut menentukan pertumbuhan selanjutnya, karena tanaman yang tumbuh optimal pada fase awal cenderung memiliki pertumbuhan vegetatif yang lebih baik dan seragam (Mwangi *et al.*, 2017).

Dalam praktik budidaya, peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat masih banyak bergantung pada penggunaan pupuk kimia sintetis.

Penggunaan pupuk kimia dalam jangka panjang berpotensi menurunkan kualitas tanah serta mengurangi aktivitas mikroorganisme tanah. Kondisi tersebut dapat mengganggu keseimbangan ekosistem tanah dan menurunkan keberlanjutan sistem pertanian (Singh dan Yadav, 2020). Oleh karena itu,

diperlukan alternatif teknologi pertanian yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sekaligus menjaga kelestarian lingkungan.

Salah satu alternatif yang banyak dikembangkan saat ini berupa pemanfaatan *biofertilizer* berbasis mikroorganisme menguntungkan. *Biofertilizer* berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah serta memperbaiki kondisi biologis tanah. Salah satu mikroorganisme yang sering dimanfaatkan sebagai *biofertilizer* yaitu *Trichoderma harzianum*, yang memiliki kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui peningkatan ketersediaan unsur hara serta stimulasi aktivitas fisiologis tanaman (Hermosa *et al.*, 2014).

Selain berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, *Trichoderma harzianum* juga mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap berbagai cekaman biotik dan abiotik. Keberadaan *Trichoderma* di daerah perakaran berkontribusi terhadap peningkatan kesehatan tanaman secara keseluruhan sehingga tanaman dapat tumbuh lebih optimal pada kondisi lingkungan yang kurang mendukung (Rizal *et al.*, 2019). Peran ganda tersebut menjadikan *Trichoderma harzianum* sebagai agen hayati yang potensial untuk dikembangkan dalam sistem pertanian berkelanjutan.

Aplikasi *Trichoderma harzianum* pada tanaman dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif, seperti tinggi tanaman dan jumlah daun. Peningkatan pertumbuhan vegetatif tersebut berkaitan dengan peningkatan aktivitas fotosintesis tanaman yang ditunjukkan oleh meningkatnya kandungan klorofil daun. Kandungan klorofil yang tinggi mencerminkan kemampuan tanaman dalam melakukan fotosintesis secara optimal sehingga mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Moreno *et al.*, 2025).

Keberhasilan pemanfaatan *Trichoderma harzianum* sebagai *biofertilizer* sangat dipengaruhi oleh media yang digunakan dalam proses perbanyakan. Media perbanyakan berfungsi sebagai sumber nutrisi dan energi bagi pertumbuhan jamur, sehingga pemilihan media yang tepat menjadi faktor

penting dalam menentukan kualitas *biofertilizer* yang dihasilkan. Media dengan kandungan sumber karbon yang cukup mampu mendukung pertumbuhan dan aktivitas jamur secara optimal (Setyowati *et al.*, 2022).

Kulit singkong menjadi salah satu limbah pertanian yang berpotensi dimanfaatkan sebagai media alternatif perbanyakan *Trichoderma harzianum*. Kulit singkong mengandung pati dan selulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan jamur. Pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai media perbanyakan turut mendukung pengelolaan limbah pertanian yang lebih ramah lingkungan (Izar *et al.*, 2025).

Meskipun berbagai penelitian telah melaporkan manfaat *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan tanaman tomat, kajian mengenai pemanfaatan *Trichoderma harzianum* yang diperbanyak menggunakan media kulit singkong masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh aplikasi *Trichoderma harzianum* yang diperbanyak pada media kulit singkong terhadap pertumbuhan tanaman tomat sebagai upaya pengembangan teknologi *biofertilizer* yang efektif dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana aktivitas *Trichoderma harzianum* yang diperbanyak pada media kulit singkong?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan dosis dan metode *Trichoderma harzianum* yang diperbanyak pada media kulit singkong terhadap pertumbuhan dan parameter fisiologis tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.)?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menguji pengaruh aplikasi *Trichoderma harzianum* yang diperbanyak pada media kulit singkong terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.)
2. Mengetahui pengaruh perbedaan dosis dan metode aplikasi

Trichoderma harzianum yang diperbanyak pada media kulit singkong terhadap pertumbuhan tanaman tomat dan parameter fisiologis tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.)

1.4 Hipotesis

1. Diduga aplikasi *Trichoderma harzianum* yang diperbanyak pada media kulit singkong berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.)
2. Diduga terdapat perbedaan pengaruh dosis dan metode aplikasi *Trichoderma harzianum* yang diperbanyak pada media kulit singkong terhadap parameter pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.).

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai aktivitas *Trichoderma harzianum* pada media kulit singkong sebagai *biofertilizer* dalam mendukung pertumbuhan tanaman tomat.
2. Memberikan alternatif pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai media pembawa *Trichoderma harzianum* yang berpotensi digunakan sebagai *biofertilizer* ramah lingkungan.

1.6 Kerangka Berpikir

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman tomat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara serta kondisi fisiologis tanaman selama fase pertumbuhan vegetatif. Kondisi tanah yang kurang optimal dan keterbatasan ketersediaan unsur hara dapat menghambat pertumbuhan tanaman tomat, sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan efisiensi penyerapan hara dan aktivitas fisiologis tanaman. Pemanfaatan *biofertilizer* berbasis mikroorganisme menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan.

Salah satu mikroorganisme yang banyak dikembangkan sebagai biofertilizer yaitu *Trichoderma harzianum*. Jamur ini memiliki kemampuan untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara di daerah perakaran serta mendukung aktivitas fisiologis tanaman. Keberhasilan pemanfaatan *Trichoderma harzianum* sangat dipengaruhi oleh kualitas inokulum yang dihasilkan, sehingga proses perbanyakan jamur menjadi tahap penting sebelum diaplikasikan ke tanaman.

Aktivitas *Trichoderma harzianum* dipengaruhi oleh media perbanyakan yang digunakan, karena media berfungsi sebagai sumber nutrisi dan energi bagi pertumbuhan jamur. Media yang mengandung sumber karbon yang cukup berpotensi mendukung pertumbuhan dan aktivitas jamur secara optimal. Kulit singkong mengandung pati dan selulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan jamur, sehingga berpotensi digunakan sebagai media alternatif perbanyakan *Trichoderma harzianum*. Aktivitas jamur pada media kulit singkong dapat ditunjukkan melalui pertumbuhan miselium dan pembentukan struktur jamur yang mencerminkan kemampuan adaptasi dan pemanfaatan nutrisi dari media tersebut. Aktivitas *Trichoderma harzianum* yang baik pada media kulit singkong diharapkan menghasilkan inokulum dengan kualitas yang optimal. Inokulum yang berkualitas kemudian diaplikasikan ke tanaman tomat dengan dosis yang berbeda. Perbedaan dosis aplikasi berpengaruh terhadap jumlah inokulum aktif yang terdapat di daerah perakaran tanaman. Jumlah inokulum yang berbeda diperkirakan akan memberikan respons yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kondisi fisiologis tanaman tomat.

Aplikasi *Trichoderma harzianum* dengan dosis yang sesuai berpotensi meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman tomat, seperti tinggi tanaman dan jumlah daun. Peningkatan pertumbuhan vegetatif berkaitan dengan peningkatan aktivitas fotosintesis tanaman yang tercermin dari parameter fisiologis, seperti kandungan klorofil daun. Kandungan klorofil yang meningkat menunjukkan kemampuan tanaman dalam melakukan

fotosintesis secara lebih optimal, sehingga mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara keseluruhan. Berdasarkan hubungan antara media perbanyakan, aktivitas *Trichoderma harzianum* dan perbedaan dosis aplikasi terhadap respon tanaman, maka penelitian ini diarahkan untuk menguji aktivitas *Trichoderma harzianum* pada media kulit singkong serta pengaruh perbedaan dosis dan metode aplikasinya terhadap pertumbuhan dan parameter fisiologis tanaman tomat. Kerangka berpikir ini menjadi dasar dalam penyusunan hipotesis dan pelaksanaan penelitian guna memperoleh informasi ilmiah yang mendukung pengembangan *biofertilizer* berbasis *Trichoderma harzianum* secara berkelanjutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)

2.1.1 Klasifikasi Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)



Gambar 1. Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.).
(Dokumentasi pribadi, Februari 2025).

Berdasarkan *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS) (2022), klasifikasi ilmiah tomat (*Solanum lycopersicum* L.) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Division : Tracheophyta

Class : Magnoliopsida

Order : Solanales

Family : Solanaceae

Genus : *Solanum*

Species : *Solanum lycopersicum* L.

2.1.2 Morfologi Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)

Tanaman tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura dari famili Solanaceae yang banyak dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomi dan kandungan gizi yang tinggi. Morfologi tanaman tomat dapat dibedakan menjadi organ vegetatif dan generatif. Sistem perakaran berupa akar tunggang dengan banyak akar lateral yang menyebar ke segala arah. Menurut Purwanto dan Wahyudi (2021) akar berfungsi utama dalam penyerapan air dan unsur hara, serta dapat mencapai kedalaman 60–80 cm, meskipun sebagian besar aktivitas penyerapan berada di lapisan tanah 20–30 cm.

Batang tomat berbentuk silindris, tegak, dan bercabang, berwarna hijau pada fase vegetatif dan mengeras seiring bertambahnya umur. Daun tersusun berseling, majemuk menyirip, berbulu halus, dan berwarna hijau tua. Bunga tomat berwarna kuning, berbentuk bintang, dan tersusun dalam tandan. Bunga termasuk bunga sempurna karena memiliki putik dan benang sari dalam satu bunga. Buah tomat berbentuk buni, berdaging tebal, berair, dengan banyak biji, dan mengalami perubahan warna dari hijau saat muda menjadi merah, kuning, atau oranye saat masak fisiologis (Wahyudi, 2012).

2.1.3 Syarat Tumbuh Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)

Tomat dapat tumbuh optimal pada suhu siang 25–30°C dan suhu malam 18–20°C. Cahaya matahari penuh selama 8–10 jam per hari dibutuhkan untuk fotosintesis maksimal. Kelembaban tomat relatif ideal 60–70% agar tanaman tidak mudah terserang penyakit jamur maupun kekeringan. Tanah yang sesuai adalah lempung berpasir dengan pH 5,5–6,8 dan kandungan bahan organik cukup. Kekurangan nitrogen menyebabkan daun menguning, kekurangan fosfor menghambat pembungaan, dan kekurangan kalium menurunkan kualitas buah (Suwandi *et al.*, 2019).

2.1.4 Fase Pertumbuhan dan Umur Optimal Tomat

Pertumbuhan tomat dibagi menjadi fase perkecambahan (5–7 hari setelah tanam), fase vegetatif (2–6 minggu setelah semai), fase generatif (30–40 hari setelah tanam), fase pembentukan buah (45–60 hari setelah tanam), dan fase pemasakan buah (60–80 hari setelah tanam). Setiap fase memerlukan kondisi lingkungan yang sesuai agar pertumbuhan dan hasil tanaman optimal. Umur optimal bibit tomat siap ditanam ketika berumur 21–28 hari setelah semai dengan 3–4 daun sejati. Bibit yang terlalu muda rentan stres, sedangkan bibit yang terlalu tua sulit beradaptasi (Mwangi *et al.*, 2017). Aplikasi *biofertilizer* melalui tanah sebaiknya diberikan saat transplantasi agar mikroba langsung berkolonisasi pada akar. Sedangkan aplikasi foliar efektif diberikan pada umur 15–30 hari setelah tanam, saat luas daun sudah cukup besar dan stomata berfungsi optimal (Purwanto dan Wahyudi, 2021).

2.2 *Biofertilizer*

2.2.1 Definisi dan Konsep Dasar

Biofertilizer merupakan inokulum yang mengandung mikroorganisme hidup yang berperan aktif dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara, menstimulasi pertumbuhan tanaman, serta memperbaiki kesuburan tanah. Berbeda dengan pupuk organik yang hanya menambahkan bahan organik ke dalam tanah, *biofertilizer* bekerja melalui aktivitas mikroba yang berlangsung secara biologis. Menurut Singh dan Yadav (2020), penggunaan *biofertilizer* dapat menurunkan ketergantungan terhadap pupuk kimia sampai sekitar 40% tanpa menyebabkan penurunan hasil panen. Salah satu mikroorganisme yang banyak digunakan sebagai *biofertilizer* adalah *Trichoderma harzianum*. Jamur ini tidak hanya membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui produksi hormon pertumbuhan seperti auksin dan sitokinin serta meningkatkan penyerapan unsur hara pada

perakaran, tetapi juga berfungsi sebagai agen biokontrol yang mampu menekan patogen tular tanah melalui mekanisme kompetisi dan produksi senyawa antimikroba. Dengan demikian, penggunaan *Trichoderma harzianum* sebagai *biofertilizer* mampu memberikan manfaat ganda, yaitu memperbaiki pertumbuhan tanaman sekaligus menjaga kesehatan akar dan tanah secara berkelanjutan.

2.2.2 Mekanisme Kerja

Mekanisme kerja *biofertilizer* berjalan melalui beberapa proses biologis yang dilakukan oleh mikroorganisme di dalamnya. Mikroba tersebut mampu melakukan fiksasi nitrogen, yaitu mengikat nitrogen bebas dari udara dan mengubahnya menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman. Selain itu, *biofertilizer* juga berperan dalam melarutkan fosfat yang terikat di dalam tanah sehingga dapat tersedia bagi tanaman. Mikroorganisme ini juga menghasilkan hormon pertumbuhan seperti auksin, giberelin, dan sitokinin yang berfungsi merangsang pembentukan akar, pemanjangan sel, serta pembentukan daun baru sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih optimal. Selain itu, *biofertilizer* memproduksi siderofor yang mampu mengikat besi di tanah dan membuatnya lebih mudah diserap oleh tanaman. Secara keseluruhan, *biofertilizer* tidak hanya meningkatkan pertumbuhan tanaman, tetapi juga memperkuat ketahanan tanaman terhadap stres biotik seperti serangan patogen maupun stres abiotik seperti kekeringan dan kondisi lingkungan yang kurang ideal (Rizal *et al.*, 2019).

2.2.3 Jenis-Jenis *Biofertilizer*

Biofertilizer dapat berasal dari berbagai kelompok mikroorganisme yang memiliki fungsi spesifik dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Beberapa di antaranya adalah bakteri penambat nitrogen seperti *Rhizobium* dan *Azotobacter* yang berperan menyediakan nitrogen dalam bentuk yang dapat diserap tanaman. Selain itu,

terdapat bakteri pelarut fosfat seperti *Bacillus* yang membantu melepaskan fosfat terikat di dalam tanah sehingga lebih tersedia bagi akar. Jamur mikoriza juga berperan penting dalam memperluas daerah jelajah akar melalui hifa yang membantu penyerapan air dan unsur hara (Moreno *et al.*, 2025). Di sisi lain, jamur saprofit seperti *Trichoderma harzianum* tidak hanya berperan dalam dekomposisi bahan organik, tetapi juga mendukung pertumbuhan tanaman melalui produksi hormon pertumbuhan dan mekanisme pengendalian hayati terhadap patogen tular tanah (Hermosa *et al.*, 2014). Penggunaan kombinasi beberapa jenis *biofertilizer* sering memberikan hasil yang lebih optimal, karena masing-masing mikroorganisme memiliki peran yang saling melengkapi dalam memperbaiki ketersediaan hara dan kesehatan tanaman (Rizal *et al.*, 2019).

2.2.4 Dosis Efektif *Biofertilizer* pada Tomat

Menurut Sudartini dkk. (2024), aplikasi *Trichoderma harzianum* sebanyak 10 g per tanaman melalui tanah terbukti mampu meningkatkan bobot kering tanaman sampai 20% melalui kolonisasi pada daerah perakaran dan peningkatan penyerapan hara. Selain itu, Sudarti dkk. (2023). melaporkan bahwa pelapisan benih (*seed coating*) menggunakan suspensi *Trichoderma harzianum* dengan konsentrasi 10^6 spora/ml mampu meningkatkan vigor dan pertumbuhan awal bibit. Aplikasi foliar dengan konsentrasi yang sama pada 15 dan 45 hari setelah tanam dapat meningkatkan kadar klorofil daun sampai 30% karena mekanisme induksi fisiologis yang memperkuat aktivitas fotosintesis. Pemilihan dosis 2 g dan 4 g bertujuan untuk membandingkan efektivitas dosis rendah dan sedang, berdasarkan penelitian sebelumnya yang menunjukkan peningkatan pertumbuhan pada kisaran 2-10 g per tanaman (Kumar dkk., 2021).

2.3 *Trichoderma harzianum*

2.3.1 Klasifikasi *Trichoderma harzianum*



Gambar 2. *Trichoderma harzianum*
(Dokumentasi pribadi, 2025).

Menurut Ismaiel dkk. (2024), klasifikasi *Trichoderma harzianum* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Phylum	: Ascomycota
Class	: Sordariomycetes
Order	: Hypocreales
Family	: Hypocreaceae
Genus	: <i>Trichoderma</i>
Species	: <i>Trichoderma harzianum</i>

2.3.2 Karakteristik Umum

Trichoderma harzianum merupakan cendawan antagonis yang banyak dimanfaatkan sebagai agen hayati karena kemampuannya menghambat patogen tular tanah sekaligus mendukung pertumbuhan tanaman. *Trichoderma harzianum* banyak ditemukan di habitat alami seperti tanah, serasah daun, kayu yang membusuk, dan berbagai bahan organik lainnya. Jamur ini termasuk mikroorganisme yang umum terdapat pada ekosistem tanah serta berperan penting dalam proses dekomposisi bahan organik. Sebagai cendawan saprofit, *Trichoderma*

harzianum hidup dengan memanfaatkan sisa-sisa bahan organik, namun juga memiliki kemampuan sebagai agen hayati karena mampu berasosiasi dengan tanaman sekaligus berperan dalam menekan perkembangan patogen tular tanah. Biakan *Trichoderma harzianum* telah banyak digunakan dalam bidang pertanian, salah satunya sebagai dekomposer yang mampu menguraikan limbah organik cair menjadi kompos berkualitas (Khoiriyah dkk., 2025).

Isolat *Trichoderma harzianum* diperoleh dengan cara mengambil sampel tanah \pm 100 gram dari lima titik pengambilan sampel yang ditentukan secara acak disekitar perakaran tanaman tebu yang sehat pada kedalaman 0-20 Cm. Selanjutnya tanah ditimbang seberat 1 gram lalu dimasukkan ke dalam testube yang telah berisi air steril sebanyak 9 mL. Campuran tanah dan air steril tersebut dikocok hingga merata. Setelah homogen, hasil pengenceran ditumbuhkan pada media PDA dan diinkubasi selama 3 hari untuk melihat cendawan yang tumbuh. Isolat murni *Trichoderma* diperoleh dengan mengisolasi potongan agar berukuran 5x5 mm dari miselium jamur *Trichoderma* yang kemudian diinkubasi pada suhu ruang. Peremajaan isolat dilakukan ketika isolat telah memenuhi cawan petri \pm 7 hari (Mukarlina, 2010).

Secara morfologi, koloni *Trichoderma harzianum* pada awal pertumbuhan berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau seiring dengan pembentukan konidia. Warna hijau pekat menandakan bahwa jamur sudah memasuki fase matang dan siap digunakan sebagai inokulum. Menurut Kusnadi dkk. (2020), *Trichoderma harzianum* mampu tumbuh dengan cepat pada media organik yang kaya karbohidrat, sehingga pemanfaatan limbah pertanian seperti singkong, jagung, dan beras sering dijadikan alternatif media pertumbuhannya. Kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap berbagai substrat organik inilah yang menjadikan *Trichoderma harzianum* sebagai salah satu cendawan antagonis yang paling banyak digunakan dalam

pengendalian hayati.

2.3.3 Peran sebagai *Biofertilizer*

Selain berperan sebagai agen biokontrol, *Trichoderma harzianum* juga diketahui mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini karena kemampuannya menghasilkan hormon pertumbuhan seperti auksin, sitokinin, dan giberelin yang berperan dalam merangsang pembelahan dan pemanjangan sel. Produksi hormon tersebut membantu tanaman tumbuh lebih cepat dan sehat, terutama pada fase vegetatif. Selain itu, *Trichoderma* juga berperan dalam melarutkan fosfat yang semula tidak tersedia menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh tanaman (Moreno *et al.*, 2025). Aktivitas ini meningkatkan ketersediaan unsur hara esensial di sekitar perakaran. Peningkatan ketersediaan hara memungkinkan tanaman menyerap nutrisi dengan lebih efisien untuk mendukung proses fotosintesis. Fotosintesis yang optimal, produksi biomassa tanaman seperti daun, batang, dan akar juga meningkat.

Peran fisiologis *Trichoderma* tersebut pada akhirnya membuat tanaman lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang kurang mendukung. Dengan demikian, aplikasi *Trichoderma harzianum* tidak hanya berfungsi sebagai pengendali penyakit, tetapi juga sebagai *biofertilizer* yang meningkatkan produktivitas tanaman secara keseluruhan. Hal ini menjadikan *Trichoderma* sebagai salah satu agen hayati yang memiliki potensi besar dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Menurut Rizal *et al.*, (2019) menemukan bahwa aplikasi 4 g inokulum *Trichoderma harzianum* per polybag meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun. Menurut Sudartini dkk. (2024), melaporkan peningkatan bobot kering 20% dengan dosis 10 g/tanaman.

2.4 Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong sebagai Media Pertumbuhan *Trichoderma harzianum*

2.4.1 Karakteristik Limbah Kulit Singkong



Gambar 3. Kulit Singkong yang Berwarna Putih (Dokumentasi pribadi, 2025).

Kulit singkong merupakan salah satu limbah pertanian yang melimpah ketersediaannya di Indonesia. Pemanfaatan kulit singkong masih terbatas, padahal bahan ini memiliki potensi besar sebagai substrat pertumbuhan mikroorganisme. Kulit singkong yang berwarna putih mengandung pati, selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang dapat mendukung kebutuhan nutrisi mikroba (Gusriani dan Koto, 2022). Kandungan lignoselulosa pada kulit singkong memberikan peluang bagi mikroorganisme tertentu, seperti *Trichoderma harzianum*, untuk menghasilkan enzim lignolitik dan selulolitik. Enzim-enzim tersebut berperan penting dalam proses degradasi bahan organik yang kompleks menjadi senyawa sederhana yang lebih mudah dimanfaatkan. Selain itu, ketersediaan nutrisi pada kulit singkong dapat menunjang pertumbuhan miselium *Trichoderma* secara optimal.

Dengan pertumbuhan yang baik, *Trichoderma* dapat menghasilkan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai agen pengendali hayati. Pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai media juga sejalan dengan

konsep pertanian berkelanjutan karena dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah pertanian. Selain ramah lingkungan, penggunaan kulit singkong sebagai substrat juga lebih ekonomis dibandingkan media komersial lainnya. Oleh karena itu, kulit singkong memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai media alternatif dalam produksi *Trichoderma harzianum* sekaligus mendukung pengelolaan limbah pertanian secara lebih efisien.

2.4.2 Potensi Kulit Singkong untuk Media Jamur

Kulit singkong merupakan substrat murah dan mudah diperoleh, dapat menekan biaya produksi *biofertilizer*, serta mengurangi limbah. Menurut Viji *et al.* (2018), viabilitas spora *Trichoderma harzianum* pada kulit singkong setara bahkan lebih baik dibanding media beras. Pemanfaatan kulit singkong sebagai media kultur jamur telah banyak diteliti oleh berbagai peneliti. Menurut Sari dkk. (2022), limbah kulit singkong mampu mendukung pertumbuhan *Trichoderma harzianum* serta meningkatkan produksi spora. Penelitian yang dilakukan oleh Yusuf dkk. (2023) juga menunjukkan bahwa media kulit singkong menghasilkan viabilitas spora lebih tinggi dibandingkan dengan media beras. Hasil serupa dilaporkan oleh Rahmiyah dkk. (2023), yang menemukan bahwa kulit singkong dapat dijadikan substrat alternatif efektif bagi *Trichoderma harzianum* karena mampu mendukung perkembangan koloni sekaligus meningkatkan produksi metabolit sekunder yang berperan penting dalam *biofertilizer*. Menurut Maryani dkk. (2020) inokulum berbasis kulit singkong meningkatkan pertumbuhan tomat sebesar 25%, sedangkan menurut Izar *et al.* (2025) aplikasi *biofertilizer* kulit singkong meningkatkan tinggi tanaman cabai sebesar 18%. Hal ini menegaskan bahwa kulit singkong tidak hanya layak digunakan sebagai media kultur, tetapi juga dapat menjadi pilihan yang aplikatif dan ekonomis dalam pengembangan agen hayati sekaligus berkontribusi dalam pengelolaan limbah pertanian secara berkelanjutan.

2.4.3 Keunggulan dalam Pertanian Berkelanjutan

Pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai media pertumbuhan *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu upaya mendukung sistem pertanian berkelanjutan, karena tidak hanya mengurangi akumulasi limbah organik tetapi juga memberikan nilai tambah pada bahan yang sebelumnya tidak dimanfaatkan (Setyowati dkk., 2022). Penggunaan limbah kulit singkong sebagai substrat perbanyakan *Trichoderma harzianum* dinilai lebih ekonomis dan mudah diaplikasikan, sehingga berpotensi diterapkan langsung pada tingkat petani tanpa membutuhkan biaya produksi yang tinggi. Selain itu, kulit singkong memiliki kandungan pati yang cukup untuk mendukung pertumbuhan dan sporulasi jamur, sehingga dapat meningkatkan produksi spora secara efektif (Rahmiyah dkk., 2023). Dengan demikian, pengembangan media alternatif berbasis limbah kulit singkong tidak hanya meningkatkan efisiensi perbanyakan *Trichoderma harzianum* sebagai agen hayati, tetapi juga mendukung pengelolaan limbah pertanian yang lebih ramah lingkungan serta memperkuat konsep pertanian berkelanjutan.

2.5 Metode Aplikasi *Trichoderma harzianum* pada Tanaman Tomat

2.5.1 Aplikasi Melalui Tanah (Perakaran)

Metode aplikasi melalui tanah merupakan salah satu cara yang umum digunakan dalam pemanfaatan *Trichoderma harzianum* pada sistem pertanian. Aplikasi ini dilakukan dengan menambahkan inokulum *Trichoderma harzianum* langsung ke media tanam sehingga jamur dapat berkolonisasi pada zona perakaran. Kolonisasi ini memungkinkan jamur melindungi akar dari serangan patogen tular tanah melalui mekanisme antagonisme, kompetisi ruang dan nutrisi, serta produksi enzim hidrolitik. Selain itu, keberadaan *Trichoderma harzianum* di sekitar akar juga mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dengan cara melarutkan fosfat dan menghasilkan metabolit

sekunder yang bermanfaat bagi tanaman. Penelitian Maryani dkk. (2020) aplikasi *Trichoderma harzianum* melalui tanah dapat meningkatkan tinggi tanaman tomat sampai 28% dibandingkan kontrol. Aplikasi tanah dilakukan dengan menaburkan inokulum di sekitar perakaran. Metode ini efektif meningkatkan biomassa akar dan serapan hara. Sudartini dkk. (2024), melaporkan peningkatan bobot kering tomat sampai 20% dengan dosis 10 g per tanaman. Peningkatan pertumbuhan akar yang lebih kuat juga mendukung efisiensi penyerapan air dan nutrisi. Metode aplikasi melalui tanah tidak hanya berfungsi sebagai perlindungan terhadap patogen, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman. Keunggulan lain dari metode ini adalah penerapannya yang relatif mudah dilakukan oleh petani. Namun demikian, efektivitasnya dapat dipengaruhi oleh kondisi tanah, tingkat kelembapan, serta interaksi dengan mikroorganisme lain di lingkungan rhizosfer.

2.5.2 Aplikasi Melalui Daun (*Foliar Spray*)

Metode aplikasi semprotan daun atau *foliar spray* merupakan salah satu alternatif penerapan *Trichoderma harzianum* pada tanaman, yaitu dengan menyemprotkan suspensi spora langsung ke permukaan daun. Aplikasi ini memungkinkan *Trichoderma harzianum* berinteraksi dengan jaringan epidermis daun, memproduksi hormon pertumbuhan seperti auksin dan sitokinin, serta menghasilkan senyawa bioaktif yang mampu meningkatkan pembukaan stomata dan akumulasi klorofil, sehingga fotosintesis berlangsung lebih optimal. Menurut Kumar dkk. (2021), aplikasi foliar *Trichoderma harzianum* terbukti dapat meningkatkan kadar klorofil dan aktivitas fotosintesis yang berpengaruh pada peningkatan hasil panen tomat sampai 22%. Temuan tersebut sejalan dengan Tucci *et al.* (2011) yang menunjukkan bahwa aplikasi foliar dengan konsentrasi 10^6 spora/ml dapat meningkatkan kadar klorofil sampai 30%, khususnya bila diaplikasikan dua kali pada umur 15 dan 30 hari setelah tanam

sebagaimana direkomendasikan oleh Sesan *et al.* (2020). Selain meningkatkan kapasitas fotosintetik, aplikasi foliar juga memicu mekanisme ketahanan sistemik terinduksi ISR (*Induced Systemic Resistance*), sehingga tanaman menjadi lebih resisten terhadap patogen yang menyerang jaringan daun. Sebagian spora yang terbawa oleh air siraman dapat mencapai tanah dan berkolonisasi pada rhizosfer, sehingga memberikan keuntungan ganda, yaitu mendukung kesehatan daun sekaligus sistem perakaran. Meskipun efektivitas metode foliar dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti curah hujan dan intensitas cahaya, pendekatan ini tetap dianggap potensial karena efek fisiologisnya yang cepat dan penerapannya yang praktis serta ramah lingkungan.

2.5.3 Perbandingan Kedua Metode

Perbandingan antara aplikasi melalui tanah dan *foliar spray* menunjukkan bahwa keduanya memiliki efektivitas yang signifikan terhadap pertumbuhan dan kesehatan tanaman tomat. Penelitian oleh Sudarti dkk. (2023) membuktikan bahwa metode aplikasi melalui tanah lebih dominan dalam meningkatkan pertumbuhan akar dan penyerapan nutrisi. Sebaliknya, aplikasi melalui daun atau *foliar spray* memberikan dampak yang lebih besar terhadap peningkatan kadar klorofil dan aktivitas fotosintesis. Aplikasi melalui tanah paling efektif saat transplantasi (21–28 hari setelah semai), sedangkan foliar paling efektif saat fase vegetatif aktif (15–30 hari setelah tanam). Interval aplikasi yang umum digunakan adalah 15 hari sekali agar populasi mikroba tetap stabil. Dengan demikian, metode aplikasi melalui tanah lebih unggul untuk mendukung fase pertumbuhan vegetatif, sedangkan aplikasi *foliar* lebih berperan dalam meningkatkan efisiensi metabolisme tanaman.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada 22 Desember 2025 – 16 Februari 2026, di Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (LPTPH) Gadingrejo Kabupaten Pringsewu dan Laboratorium Botani Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu neraca analitik, centong nasi, botol semprot, tabung reaksi, rak tabung reaksi, baskom, dandang, kompor, mika plastik, kertas steril, polybag ukuran 35 x 35 cm, vortex, gelas ukur, penggaris, beaker glass, kertas saring, corong gelas, dan oven.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan media kulit singkong bagian dalam berwarna putih, isolat cendawan *Trichoderma harzianum*, akuades steril, bibit tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.), kertas amplop, alkohol 70%, tissue dan tanah.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan empat ulangan, sehingga terdapat 20 unit percobaan. Adapun rincian perlakuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

P0 (Kontrol) : tanpa aplikasi *Trichoderma harzianum*

P1 (Tanah) : 2 g inokulum *Trichoderma harzianum*/polybag melalui metode tanah

- P2 (Tanah) : 4 g inokulum *Trichoderma harzianum*/polybag melalui metode tanah
- P3 (Daun) : 2 g inokulum *Trichoderma harzianum*/100 mL aplikasi *foliar spray*
- P4 (Daun) : 4 g inokulum *Trichoderma harzianum*/100 mL aplikasi *foliar spray*
- Keterangan** : Tanah yang digunakan sebanyak 1,2 g/Cm³.

Tabel 1. Rancangan Perlakuan Penelitian

KODE	JENIS	DOSIS	PERLAKUAN		TOTAL	
			Ulangan	Frekuensi	Inokulum <i>Trichoderma harzianum</i>	Akuades
P0	Kontrol	0	4	-	0 g	0 ml
P1	Lewat Tanah	2 g inokulum <i>Trichoderma harzianum</i> / polybag	4	1x	8 g	0 ml
P2	Lewat Tanah	4 g inokulum <i>Trichoderma harzianum</i> / polybag	4	1x	16 g	0 ml
P3	Lewat Daun	2 g inokulum <i>Trichoderma harzianum</i> / 100 ml	4	4x	32 g	1600 ml
P4	Lewat Daun	4 g inokulum <i>Trichoderma harzianum</i> / 100 ml	4	4x	64 g	1600 ml

Tabel 2. Tata Letak Penelitian

P0U2	P4U1	P0U1	P3U1
P1U1	P3U4	P4U2	P1U4
P3U2	P1U2	P2U2	P0U4
P4U3	P2U4	P3U3	P2U3
P2U1	P0U3	P1U3	P4U4

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Perbanyak Inokulum *Trichoderma harzianum*

Isolat *Trichoderma harzianum* yang digunakan berasal dari Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gadingrejo. Perbanyak *Trichoderma harzianum* dilakukan dengan menyiapkan kulit singkong bagian dalam berwarna putih sebanyak 500 g. Perbanyak *Trichoderma harzianum* dibagi menjadi empat tahap (setiap tahap 125 g kulit singkong) yang akan diinokulasi secara bertahap setiap minggu. Kulit singkong ditimbang, direndam selama 5 menit kemudian dicuci sampai bersih, dan ditiriskan. Kulit singkong selanjutnya dikukus selama 10 menit untuk sterilisasi sampai kulit singkong sedikit lunak, lalu dipindahkan pada mika plastik yang telah dilapisi kertas steril dan tunggu sampai dingin. Setelah dingin, starter *Trichoderma harzianum* dilarutkan dengan akuades steril pada tabung reaksi yang berisi media agar miring yang terdapat *Trichoderma harzianum* yang telah tumbuh. Media diinkubasi pada suhu ruang (25–28°C) selama 7–14 hari sampai seluruh permukaan media tertutup koloni hijau. Media dianggap matang apabila warna hijau sporulasi tampak merata pada permukaan. Proses pembuatan bertahap ini dilakukan agar inokulum yang digunakan selalu berada pada fase aktif spora, sesuai hasil penelitian Rahmiyah *et al.* (2023) dan Hermosa *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa fase pertumbuhan optimal *Trichoderma harzianum* terjadi pada umur

7–14 hari setelah inokulasi.

3.4.2 Aplikasi *Trichoderma harzianum* Melalui Tanah

Perlakuan yang diberikan melalui tanah yaitu menyiapkan bibit tomat yang berumur 17 hari setelah semai (memiliki 3-4 daun sejati), dipindahkan ke masing-masing polybag. Perlakuan aplikasi tanah (P1 dan P2) dilakukan dengan menaburkan media kulit singkong yang telah diinokulasi *Trichoderma harzianum* sebanyak 2 g atau 4 g di sekitar perakaran tanaman dan ditutup dengan sedikit tanah. Aplikasi tanah diberikan satu kali, karena inokulum akan berkolonisasi secara alami pada zona perakaran pada awal masa tanam (Sudartini dkk., 2024). Setelah aplikasi, tanaman disiram secukupnya untuk menjaga kelembapan media, kemudian penyiraman dilanjutkan secara rutin setiap hari 2–3 kali per minggu. *Trichoderma harzianum* yang telah berkolonisasi pada akar berperan melindungi akar dan meningkatkan efisiensi penyerapan hara. Selain itu, pemberian inokulum pada awal fase pertumbuhan memungkinkan *Trichoderma harzianum* beradaptasi lebih cepat dengan kondisi media tanam. Kolonisasi yang stabil pada perakaran ini diharapkan mampu memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif tomat pada fase-fase berikutnya.

3.4.3 Aplikasi *Trichoderma harzianum* Melalui Daun

Bibit tomat berumur 17 hari setelah semai (memiliki 3-4 daun sejati) dipindahkan ke polybag. Setelah tanaman beradaptasi di media baru, aplikasi foliar mulai dilakukan pada umur 7 hari setelah tanam (HST). Perlakuan foliar (P3 dan P4) dibuat dengan mencampurkan inokulum *Trichoderma harzianum* dari media kulit singkong sebanyak 2 g dan 4 g ke dalam 100 mL akuades steril, kemudian dihomogenkan. Larutan tersebut disemprotkan ke seluruh permukaan daun sampai basah merata. Penyemprotan diulang setiap 7 hari sekali sebanyak empat kali, yaitu pada 7, 14, 21, dan 28 HST.

Inokulum yang digunakan pada setiap aplikasi berasal dari kultur segar berumur 7–14 hari agar spora yang diaplikasikan tetap aktif (Kumar *et al.*, 2021). Penyemprotan dilakukan pada pagi hari untuk mengurangi penguapan dan meningkatkan efisiensi penyerapan larutan oleh daun. Pemberian larutan secara berkala ini diharapkan dapat meningkatkan aktivitas fisiologis daun dan mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman secara optimal.

3.4.4 Kontrol Tanpa *Trichoderma harzianum*

Tanaman hanya diberi pemeliharaan standar tanpa *biofertilizer*. Tanaman dipelihara dengan penyiraman rutin, penyiangan gulma secara manual, serta pengendalian hama dan penyakit tanpa pestisida kimia agar tidak mengganggu aktivitas *biofertilizer*.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman diukur dengan menggunakan mistar dari pangkal batang pada permukaan media sampai pucuk tertinggi tanaman. Pengukuran dilakukan setiap 7 hari sekali, yaitu pada 7, 14, 21, dan 28 HST. Hasil nilai pengukuran dicatat untuk setiap ulangan pada masing-masing percobaan.

3.5.2 Jumlah Daun

Pengukuran jumlah daun dihitung berdasarkan jumlah daun sejati yang telah membuka sempurna pada setiap tanaman. Pengamatan dilakukan bersamaan dengan pengukuran tinggi tanaman, yaitu setiap 7 hari sekali pada 7, 14, 21, dan 28 HST.

3.5.3 Panjang Akar

Pengukuran panjang akar dilakukan pada akhir penelitian setelah penyemprotan foliar terakhir pada 28 HST. Tanaman dicabut secara hati-hati dan sisa media dibersihkan tanpa merusak akar. Panjang akar utama diukur menggunakan mistar dari pangkal batang sampai ujung akar terpanjang.

3.5.4 Berat Basah

Pengukuran berat basah dilakukan pada akhir pengamatan 28 HST. Tanaman dipisahkan dari media, dibersihkan dari tanah, kemudian seluruh biomassa segar ditimbang menggunakan timbangan analitik. Nilai yang diperoleh dicatat sebagai berat basah tanaman.

3.5.5 Berat Kering

Sampel tanaman yang telah ditimbang berat basah dimasukkan ke dalam kertas amplop kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 48 jam atau sampai mencapai berat konstan. Setelah pengeringan selesai, sampel ditimbang kembali menggunakan timbangan analitik untuk memperoleh berat kering.

3.5.6 Kadar Klorofil

Kadar klorofil diukur pada hari ke-28 pengamatan pada daun ke-3 dari pucuk, kadar klorofil dapat ditentukan menggunakan spektrofotometer. Sebanyak 0,1 g daun digerus menggunakan mortar dan martir, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 mL alkohol 70%. Ekstrak klorofil alkohol disaring menggunakan kertas saring Whatman No.1 dan dimasukkan ke dalam kuvet lalu ditutup rapat. Sebanyak 1 mL larutan sampel dan larutan standar alkohol 70% dimasukkan ke dalam kuvet, kemudian dilakukan pembacaan serapan dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang (λ) 648 nm dan

664 nm (Alfisyahrin dkk., 2025). Kadar klorofil dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Arnon, 1949).

$$\text{Klorofil total} = \{(5,24 \times A664) + (22,24 \times A648)\} \text{ mg/L}$$

$$\text{Klorofil a} = \{(13,36 \times A664) - (5,19 \times A648)\} \text{ mg/L}$$

$$\text{Klorofil b} = \{(27,43 \times A648) - (8,12 \times A664)\} \text{ mg/L}$$

Keterangan :

A664 : nilai absorbansi sampel pada panjang gelombang 664 nm

A648 : nilai absorbansi sampel pada panjang gelombang 648 nm

Mg/L : miligram per liter (satuan ekstrak kadar klorofil)

Konversi hasil ekstrak kadar klorofil mg/L ke mg/g dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Miazek, 2002).

$$\text{Klorofil (mg/g)} = \frac{\text{mg/L} \times \text{L}}{\text{g}}$$

Keterangan :

C : konsentrasi ekstrak (mg/L)

V : volume ekstrak (L)

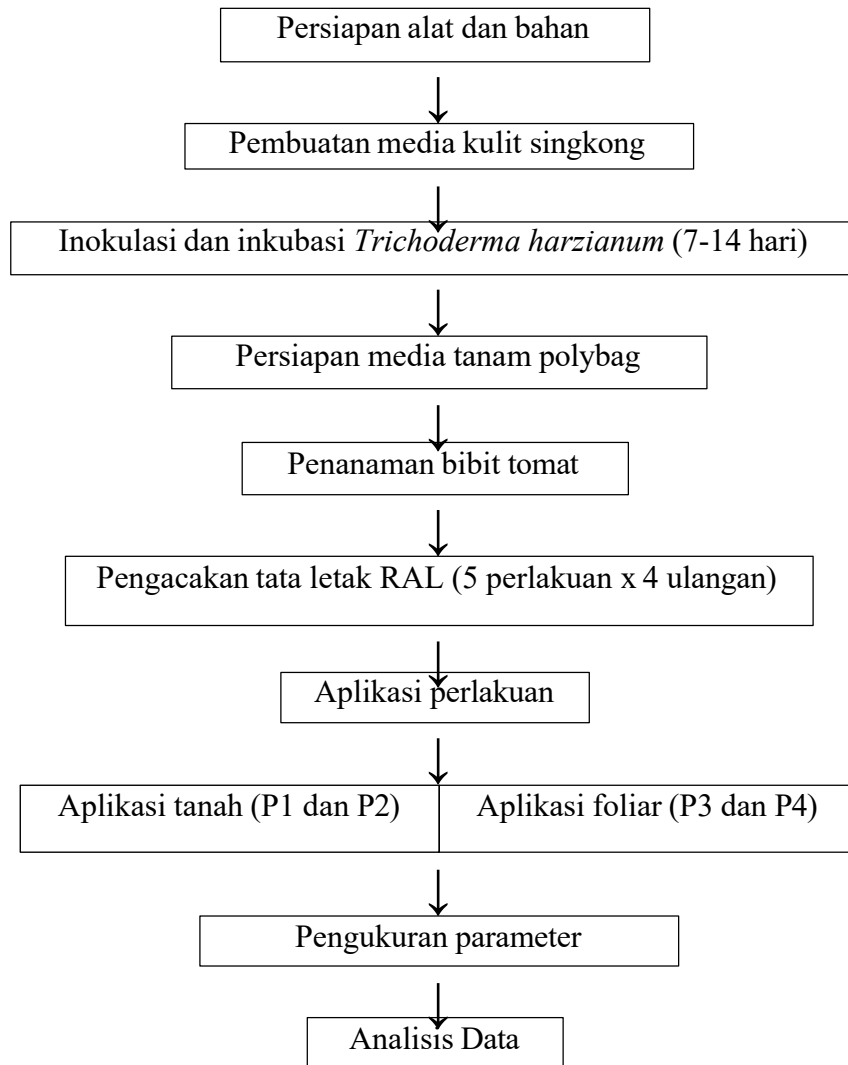
W : berat sampel (g)

3.6 Analisis Data

Data hasil pengamatan untuk setiap parameter dianalisis menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) satu arah untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan nyata pada taraf kepercayaan 5% ($p < 0,05$), maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% untuk mengetahui perbedaan nyata antar perlakuan.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan diagram alir berikut:



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Didapatkan aktivitas *Trichoderma harzianum* secara signifikan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah, dan berat kering.
2. Didapatkan dosis terbaik *Trichoderma harzianum* yang diperbanyak pada media kulit singkong terhadap pertumbuhan tanaman tomat diperoleh pada perlakuan P2 (4 g inokulum *Trichoderma harzianum*/polybag melalui tanah) untuk parameter pertumbuhan vegetatif (tinggi tanaman, jumlah daun dan panjang akar), sedangkan perlakuan P4 (4 g inokulum *Trichoderma harzianum* inokulum *Trichoderma harzianum* /100 mL aplikasi melalui daun) memberikan hasil terbaik pada parameter berat basah dan berat kering.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi dosis yang lebih luas serta waktu pengamatan yang lebih panjang untuk mengetahui pengaruh *Trichoderma harzianum* terhadap parameter fisiologis seperti kadar klorofil secara lebih optimal.
2. Pemanfaatan kulit singkong sebagai media alternatif perbanyakan *Trichoderma harzianum* dapat dikembangkan lebih lanjut dalam skala yang lebih besar sebagai upaya mendukung pertanian berkelanjutan dan pemanfaatan limbah pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedin, M.S., Hoque, M.A., Khokon, M.A., and Hossain, I. (2018). *Efficacy of Trichocompost on the Growth and Yield of Tomato. Journal of Plant Science*, 6(2): 15-20.
- Alfisyahrin, A., Anjani, D., Khairani, D., Persela, J., dan Sarjani, T.M. (2025). Analisis Perbedaan Kandungan Pigmen Klorofil pada Beberapa Varietas Sayuran (*Lactuca sativa* dan *Amaranthus* sp.). *Journal of Biological Education and Science*, 6(1): 61-69.
- Arnon, D. I. (1949). *Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology*, 24(1): 1–15.
- Gusriani, I., dan Koto, H. (2022). Fermentasi Tepung Kulit Ubi Kayu oleh *Trichoderma harzianum* untuk Memproduksi Glukosa. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(1): 38-49.
- Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., dan Monte, E. (2014). *Plant-beneficial effects of Trichoderma and of its genes. Microbiology*, 160(7): 1451–1462.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS)*. (2022). *Solanum lycopersicum (L.) classification and taxonomic information. Retrieved from <https://itlis.gov>* diakses pada tanggal 10 Oktober 2025 pukul 08.00
- Ismail, A., Jambhulkar, P. P., Sinha, P., dan Lakshman, D. K. (2024). *Trichoderma harzianum Clade in Soils from Central and South America, Journal of Fungi*, 10(1): 1–15.
- Izar, K.M., Chusnah, M., dan Naim, A. (2025). *The Effect of Adding Cassava Peel to Liquid Organic Fertilizer on Kale. Advances Agriculture Science and Farming*. 5(2): 111-115.
- Kumar, S., Sharma, R., dan Singh, P. (2021). *Foliar application of Trichoderma harzianum enhances tomato growth and yield. Journal of Plant Protection Research*, 61(2): 133–140.
- Kusnadi, E., Prasetyo, B., dan Sari, R. (2020). Pertumbuhan *Trichoderma harzianum* pada berbagai media organik. *Jurnal Mikrobiologi Terapan Indonesia*, 9(2): 150–159.

- Kusnadi, E., Prasetyo, B., dan Sari, R. (2020). Pertumbuhan *Trichoderma harzianum* pada berbagai media organik. *Jurnal Mikrobiologi Terapan Indonesia*, 9(2): 150–159.
- Khoiriyah, A., Tanzil, A.I., Muhlison, W., dan Sholikhah, U. (2025). Pengaruh Pemberian *Trichoderma* sp. sebagai Dekomposer Berbagai Limbah Pertanian terhadap Lama Pengomposan dan Kualitas Kompos yang dihasilkan. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(2): 29-38.
- Lakitan, B. (2011). *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Maryani, A., Putra, Y., dan Rahayu, D. (2020). Pengaruh aplikasi *Trichoderma harzianum* melalui tanah terhadap pertumbuhan tomat. *Jurnal Perlindungan Tanaman Tropika*, 10(2): 87–95.
- Miazek K. 2002. *Chlorophyll Extraction From Harvested Plant Material*. Supervisor. Ha. Inz.Stainslaw Lekadowicz
- Moreno, K.G., Martinez, A.I.O., Martinez, A.C.M., and Villalobos, S.D.L.S. (2025). *Trichoderma in Sustainable Agriculture and the Challenges Related to Its Effectiveness*. *Journal of Diversity*, 17(734): 1-30.
- Mukarlina, S. Khotimah dan R. Rianti. 2010. Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Fusarium spp.* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) Secara In Vitro. *J. Fitomedika*. 7 (2): 80–85.
- Mwangi, M., Gitau, D., dan Kamau, J. (2017). Effect of seedling age at transplanting on growth and yield of tomato, *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 6(2): 231–238.
- Purwanto, B. dan Wahyudi, A. (2021). Pertumbuhan tanaman tomat pada berbagai kondisi tanah dan iklim, *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 12(1): 77–85.
- Rahmiyah, M., Maesaroh, N.U., dan Laeshita, P. (2023). Media Alternatif Perbanyak *Trichoderma* sp. dari Berbagai Jenis Limbah sebagai Agen Pengendali Hayati. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 30(3): 217-227.
- Rizal, M., Santoso, B., dan Hidayat, A. (2019). Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai agen hayati pada tanaman hortikultura. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 23(2): 98–105.
- Sari, M., Lestari, R., dan Wibowo, H. (2022). Limbah kulit singkong sebagai substrat alternatif untuk kultur jamur antagonis. *Jurnal Bioteknologi Pertanian*, 7(2): 121–130.

- Sesan, T. E., Oancea, A. O., Stefan, L. M., Manoiu, V. S., Ghiurea, M., Raut, I., Oancea, F. (2020). *Effects of foliar treatment with a Trichoderma plant biostimulant consortium on Passiflora caerulea L. yield and quality. Microorganisms*, 8(1), 123.
- Setyowati, E., Pramono, A., dan Dini, R. (2022). Pemanfaatan limbah singkong untuk mendukung pertanian berkelanjutan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(4): 301–310.
- Singh, R., dan Yadav, A. (2020). Role of *biofertilizers* in sustainable agriculture: a review, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(1): 2365–2374.
- Sudarti, W., Anisa, F., dan Rahmadani, Y. (2023). Perbandingan metode aplikasi *Trichoderma harzianum* pada tanaman tomat. *Jurnal Perlindungan Tanaman*, 28(2): 143–151.
- Sudartini, S., Lestari, H., dan Prasetyo, B. (2024). Kombinasi *Trichoderma harzianum* dengan PGPR pada pertumbuhan dan hasil tomat. *Jurnal Hortikultura Tropika*, 14(1): 1–9.
- Sudartini, T., Sunarya, Y., Undang, Dari, V.W., Rahmawati, D., dan Saepudin, A. (2024). Pengaruh Kombinasi Dosis *Trichoderma harzianum* dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Solanum lycopersicum L.*) serta Efektivitasnya dalam Menekan Penyakit Layu Fusarium. *Jurnal of Agrotechnology and Crop Science*, 2(1): 9-23.
- Suwandi, S., Yuliana, T., dan Fajar, A. (2019). Pengaruh ketersediaan hara terhadap pertumbuhan dan hasil tomat. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 4(2): 101–110.
- Tucci, M., Ruocco, M., De Masi, L., De Palma, M., and Lorito, M. (2011). The beneficial effect of *Trichoderma harzianum* on tomato is modulated by the plant genotype. *Molecular Plant Pathology*, 12(4): 341–354.
- Viji, V.S., Veena, S.S., Karthikeyan and Jeeva, M.L. (2018). *Cassava Based Substrates-Conducive Media for Mass Multiplication of Trichoderma asperellum*. *Journal of Root Crops*, 44(1): 41-46.
- Wahyudi, I. (2012). *Bertanam Tomat di Dalam Pot dan Kebun Mini*. Jakarta: AgroMedia.
- Yusuf, H., Ramadhani, A., dan Sari, K. (2023). Efektivitas kulit singkong dibandingkan beras sebagai media pertumbuhan *Trichoderma harzianum*. *Jurnal Mikrobiologi Terapan*, 12(3): 201–210.