

**PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN LADA (*Piper
ningrum* L) YANG DITANAM MENGGUNAKAN TAJAR MATI
PADA BERBAGAI JENIS KOMPOS DAN DOSIS
Trichoderma asperellum, DI KABUPATEN LUWU TIMUR**

GROWTH AND PRODUCTION OF PEPPERS (*Piper ningrum* L)
GROWN USING DEAD SUPPORTING ON VARIOUS TYPES OF
COMPOST AND DOSAGES *Trichoderma asperellum*,
IN EAST LUWU DISTRICT

**R I N A
P012201012**



**PROGRAM STUDI SISTEM-SISTEM PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN LADA (*Piper
ningrum* L) YANG DITANAM MENGGUNAKAN TAJAR MATI**

PADA BERBAGAI JENIS KOMPOS DAN DOSIS

***Trichoderma asperellum*, DI KABUPATEN LUWU TIMUR**

Tesis sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Sistem-Sistem Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

R I N A

P012201012

Kepada

PROGRAM STUDI SISTEM-SISTEM PERTANIAN

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN LADA (*Pipper nigrum L.*) YANG
DITANAM MENGGUNAKAN TAHAR MATI PADA BERBAGAI JENIS KOMPOS
DAN DOSIS *Trichoderma asperellum* DI KABUPATEN LUWU TIMUR**

Disusun dan diajukan oleh :

**RINA
P012201012**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Sistem Sistem Pertanian
Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 09 Februari 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



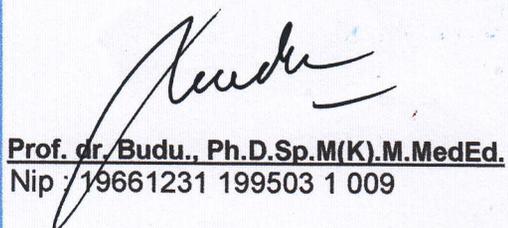
Prof. Dr. Ir. Nasaruddin, M.S.
Nip : 19550106 198312 1 001



Dr. A. Nixia Tenriawaru, S.P., M.Si
Nip : 19721107 199702 2 001

**Plt Ketua Program Studi
Sistem-Sistem Pertanian**

**Dekan Sekolah Pascasarjana,
Universitas Hasanuddin**



Prof. dr. Budu., Ph.D.Sp.M(K).M.MedEd.
Nip : 19661231 199503 1 009



Prof. dr. Budu., Ph.D.Sp.M(K).M.MedEd.
Nip : 19661231 199503 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rina
Nomor Pokok : P012201012
Program Studi : Sistem-Sistem Pertanian

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 09 Februari 2023

Yang menyatakan



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan rasa syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas kasih, nikmat dan karunia-Nya, serta kesehatan maupun kesempatan yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Penyusunan tesis ini merupakan salah satu tahap dalam penyelesaian studi pada Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. Penyelesaian tesis penelitian ini merupakan hasil bimbingan dan arahan dari komisi pembimbing dan berbagai pihak lainnya. Penulis mengucapkan terima kasih dan apresiasi kepada: Bapak Prof. Dr. Ir. Nasaruddin, MS dan ibu Dr. A. Nixia Tenriawaru, S.P., M.Si. atas segala perhatian, keikhlasan, keluasan waktu dalam membimbing dan menerima kami, baik pada saat perkuliahan maupun dalam penyusunan tesis ini.

Penulis juga mengucapkan apresiasi dan terima kasih kepada Rektor, Dekan, dan Wakil Dekan, Ketua Program Studi Sistem-sistem Pertanian Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin beserta staf yang telah menyediakan fasilitas selama menjadi mahasiswa pada Program Studi Sistem-Sistem Pertanian dan dosen-dosen yang telah membimbing dan memberikan ilmu pengetahuan.

Secara khusus dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih setulusnya kepada Ayahanda (Almarhum) dan Ibunda (atas segala kasih sayang, pengorbanan, perhatian, didikan, dan petunjuknya. Demikian pula kepada seluruh keluarga atas kesabaran, kesetiaan dan kebersamaannya.

Kepada teman-teman pada Program Studi Sistem-Sistem Pertanian Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin atas kebersamaan dan motivasinya serta telah menjadi teman diskusi selama perkuliahan, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga. Demikian juga kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama mengikuti pendidikan.

Makassar, 09 Februari 2023

Penulis

ABSTRAK

RINA. *Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Lada (*Piper nigrum* L) yang Ditanam Menggunakan Tajar Mati pada Berbagai Perlakuan Kompos dan Dosis *Trichoderma asperellum* di Kabupaten Luwu Timur* (dibimbing oleh **Nasaruddin** dan **A. Nixia Tenriawaru**).

Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh berbagai perlakuan kompos dan dosis *T. asperellum* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman lada ditanam menggunakan tajar mati di Kabupaten Luwu Timur. Penelitian disusun dalam percobaan faktorial 2 faktor berdasarkan pola rancangan petak terpisah. Faktor petak utama adalah jenis kompos terdiri 3 (tiga) taraf: tandan kosong kelapa sawit (k1), jerami dan (k2) pupuk kandang sapi (k3). Faktor anak petak adalah dosis *T. asperellum* terdiri 4 (empat) taraf: tanpa *T. asperellum* (t0), dosis 15 g/tan (t1), dosis 30 g/tan (t2) dosis 45 g/tan (t3). Hasil penelitian menunjukkan jenis kompos pupuk kandang sapi menghasilkan rata-rata tertinggi C-organik (2,14%), nitrogen (0,205%) dan produksi biji kering per pohon (1,00 kg), per hektar (4,78 ton). Kompos tandan kosong kelapa sawit menghasilkan rata-rata C/N tertinggi (14,08%), kompos jerami menghasilkan rata-rata intensitas serangan penyakit busuk pangkal batang terendah (2,82%). Dosis *T. asperellum* 15 g/tanaman menghasilkan rata-rata tertinggi C-organik (2,03%) dan energi cahaya transmisi (25,6%), dosis 30 g/tanaman menghasilkan rata-rata tertinggi berat malai (6,37 g) jumlah biji (42,86 biji), dosis 45 g/tanaman menghasilkan rata-rata tertinggi nitrogen (0,196%), produksi biji kering per pohon (1,07 kg), per hektar (5,16 ton) dan dosis 0 menghasilkan rata-rata C/N tertinggi (16,04). Kompos pupuk kandang sapi pada *T. asperellum* 15 dan 30 g/tan (k3t1) menghasilkan rata-rata tertinggi pada pH (6,6). Kompos pupuk kandang sapi pada *Trichoderma asperellum* 30 g/tan menghasilkan rata-rata tertinggi pH (6,6) Mg ($1,85 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$). Kompos pupuk kandang sapi pada *T. asperellum* 45 g/tan menghasilkan rata-rata tertinggi P₂O₅ (13,6 ppm), K ($0,41 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$), KTK ($25,61 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$). Sedangkan kompos tandan kelapa sawit pada *T. asperellum* 15 g/tan menghasilkan rata-rata Na tertinggi ($0,52 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$). Kompos pupuk kandang sapi pada *T. asperellum* 45 menghasilkan pendapatan tertinggi (Rp 347.806.960) dengan nilai B/C ratio tertinggi (5,86).

Kata kunci: *lada, tajar mati, kompos dan Trichoderma asperellum*



ABSTRACT

RINA. *Growth and Production of Pepper Plants (*Piper nigrum* L) Grown Using Dead Supporting at Various Compost and Doses of *Trichoderma asperellum* in East Luwu Regency* (supervised by **Nasaruddin** and **A. Nixia Tenriawaru**).

The aim of the study was to analyze the effect of various compost and doses of *T. asperellum* on the growth and production of pepper grown using a dead supporting in East Luwu Regency. The research was arranged in a split plot design with a 2-factor factorial experiment. The main plot was the type of compost consisting of 3 (three) levels: empty palm oil bunches compost (k1), straw compost (k2), and cow manure compost (k3). The sub plot was the dose of *T. asperellum* consisting of 4 (four) levels, i.e: without *T. asperellum* (t0), dose of 15 g/plant (t1), dose of 30 g/plant (t2) dose of 45 g/plant (t3). The results showed that the type of cow manure compost (k3) produced the highest average C-organic (2.14%), nitrogen (0.205%), dry seed production per tree (1.00 kg), per hectare (4.78 tons). Compost of empty palm oil bunches produced the highest C/N average (14.08%), straw compost produced the lowest average intensity of stem rot disease (2.82%). *T. asperellum* dose of 15 g/plant produced the highest average C-organic (2.03%) light energy transmission (25.6%), a dose of 30 g/plant produced the highest average panicle weight (6.37 g) number of seeds (42.86 seeds), a dose of 45 g/plant produced the highest average nitrogen (0.196%), dry seed production per tree (1.07 kg), per hectare (5, 16 tons) and dose 0 produced the highest average C/N (16.04). Cow manure compost on *T. asperellum* 15 and 30 g/plant produced the highest average pH (6.6). Cow manure compost on *T. asperellum* 30 g/plant produced the highest average pH (6.6) Mg ($1.85 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$). Cow manure compost on *T. asperellum* 45 g/tan produced the highest average P₂O₅ (13.6 ppm), K ($0.41 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$), CEC ($25.61 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$). While the compost of oil palm bunches on *T. asperellum* 15 g/tan produced the highest average Na ($0.52 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$). Cow manure compost on *T. asperellum* 45 produced the highest income (Rp 347,806,960) with the highest B/C ratio value (5.86).

Keywords: *pepper, dead supporting, compost and Trichoderma asperellum*



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Kegunaan Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Sistem Tanam Tanaman Lada (<i>Piper nigrum</i> L)	6
2.1.1 Tajar atau Tiang Panjat	6
2.1.2 Pola Tanam Tumpang Sari.....	8
2.2. Kompos	9
2.3 Aplikasi <i>Trichoderma asperellum</i> dan Penyakit Busuk Pangkal Batang .	10
2.3.1 <i>Trichoderma asperellum</i>	10
2.3.2 Penyakit Busuk Pangkal Batang.....	12
2.4 Analisis Produksi	14

	Halaman
2.5 Kerangka Pikir	16
2.6 Hipotesis	17
BAB III. BAHAN DAN METODE	18
3.1 Tempat dan Waktu	18
3.2 Bahan dan Alat.....	18
3.3 Metode Penelitian.....	18
3.4 Model Statistika Penelitian	19
3.5 Rancangan Analisis.....	19
3.6 Pelaksanaan Penelitian	20
3.6.1 Pemilihan Tanaman	20
3.6.2 Persiapan Lahan	20
3.6.3 Aplikasi <i>Trichoderma Asperrellum</i>	20
3.6.4 Aplikasi Pupuk Kompos.....	20
3.6.5 Pemeliharaan	21
3.7 Pengamatan.....	21
3.7.1 Komponen Ekofisiologis	21
3.7.2 Komponen Produksi	21
3.7.3 Komponen Organisme Pengganggu Tanaman.....	22
3.7.4 Analisis Ekonomi	22

Halaman

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Hasil.....	24
4.1.1	Komponen Ekofisiologis.....	24
a.	Tingkat kemasaman tanah (pH)	24
b.	C-Organik.....	25
c.	Nitrogen	26
d.	Rasio karbon terhadap nitrogen (C/N).....	26
e.	Posfor (P_2O_5)	27
f.	Kalsium (Ca).....	28
g.	Magnesium (Mg)	29
h.	Kalium (K).....	30
i.	Natrium (Na)	30
j.	Kapasitasi Tukar Kation (KTK)	31
k.	Klorofil a.....	32
l.	Klorofil b.....	32
m.	Total Klorofil.....	32
n.	Energi cahaya absorsi (%)	32
o.	Energi cahaya transmisi (%).....	32
p.	Energi cahaya refleksi (%)	33
4.1.2	Komponen Produksi.....	33
a.	Panjang Malai	33
b.	Berat Malai.....	33
c.	Jumlah Biji.....	34
d.	Berat Segar 1000 butir	35
e.	Berat Kering 1000 butir	35

Halaman

f.	Produksi Biji Kering	35
4.1.3	Komponen Organisme Pengganggu Tanaman.....	37
a.	Busuk Pangkal Batang (BPB).....	37
b.	Penggerek Batang (PB)	37
4.1.4	Analisis Ekonomi.....	38
4.2	Pembahasan.....	39
4.2.1	Berbagai Jenis Kompos	39
4.2.2	Berbagai Dosis <i>Trichoderma asperellum</i>	43
4.2.3	Interaksi Berbagai Jenis Kompos dan Dosis <i>Trichoderma asperellum</i>	45
4.2.4	Analisis ekonomi	48
	BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	50
	DAFTAR PUSTAKA.....	51
	LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Nilai Konstanta a,b dan c.....	21
2. Rata-rata tingkat kemasaman tanah (pH).....	24
3. Rata-rata C-Organik (%).....	25
4. Rata-rata nitrogen (N, %).....	26
5. Rata-rata rasio karbon terhadap nitrogen, C/N.....	27
6. Rata-rata posfor (P_2O_5 , ppm).....	29
7. Rata-rata kalsium (Ca) ($cmol (+) kg^{-1}$).....	29
8. Rata-rata Magnesium (Mg, ($cmol (+) kg^{-1}$)).....	30
9. Rata-rata kalium (K, ($cmol (+) kg^{-1}$)).....	30
10. Rata-rata natrium (Na, ($cmol (+) kg^{-1}$)).....	31
11. Rata-rata kapasitas tukar kation (KTK, ($cmol (+) kg^{-1}$)).....	31
12. Rata-rata energi cahaya transmisi (%).....	33
13. Rata-rata berat per malai (g).....	34
14. Rata-rata jumlah biji (biji).....	34
15. Rata-rata produksi biji kering per pohon (kg).....	35
16. Rata-rata produksi biji kering per petak (kg) dan per hektar (ton).....	36
17. Rata-rata penyakit busuk pangkal batang.....	37
18. Analisis biaya dan pendapatan usahatani lada yang ditanam menggunakan tajar mati dalam luasan hektar pada berbagai jenis kompos dan dosis <i>Trichoderma asperellum</i>	38

Nomor Urut Lampiran	Halaman
1. Tingkat kemasaman tanah (pH)	60
2. C-organik (%).....	60
3. Nitrogen, N (%)	61
4. Rasio karbon terhadap nitrogen, C/N (%)	61
5. Posfor, P ₂ O ₅ (ppm)	62
6. Kalsium, Ca (cmol (+) kg ⁻¹).....	62
7. Magnesium, Mg, (cmol (+) kg ⁻¹)	63
8. Kalium, K (cmol (+) kg ⁻¹)	63
9. Natrium, Na, (cmol (+) kg ⁻¹).....	64
10. Kapasitas tukar kation, KTK (cmol (+) kg ⁻¹)	64
11. Klorofil a (μmol/m ²)	65
12. Klorofil b (μmol/m ²)	65
13. Total klorofil (μmol/m ²)	66
14. Energi cahaya absorsi (%)	66
15. Energi cahaya transmisi (%)	67
16. Energi cahaya refleksi (%)	67
17. Sidik ragam komponen ekofisiologis	68
18. Panjang malai (cm).....	69
19. Berat per malai (g)	70
20. Jumlah biji (biji)	70
21. Berat segar 1000 butir (g)	71
22. Berat kering 1000 butir (g)	71
23. Produksi biji kering per pohon (kg).....	72
24. Produksi biji kering per petak (kg)	72
25. Produksi biji kering per hektar (ton).....	73

26. Sidik ragam komponen produksi	73
27. Intensitas serangan penyakit busuk pangkal batang (%) pada pengamatan pertama.....	74
28. Transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ intensitas serangan penyakit busuk pangkal batang pada pengamatan pertama	75
29. Intensitas serangan penyakit busuk pangkal batang (%) pada pengamatan kedua	75
30. Transformasi $\sqrt[3]{x + 0,5}$ intensitas serangan penyakit busuk pangkal batang pada pengamatan kedua.....	76
31. Intensitas serangan penggerek batang (%).....	76
32. Transformasi $\sqrt[7]{x + 0,5}$ intensitas serangan penggerek batang.....	77
33. Sidik ragam komponen organisme pengganggu tanaman.....	77
34. Biaya produksi per hektar usahatani lada yang ditanam menggunakan tajar mati dalam luasan hektar pada berbagai perlakuan kompos dan dosis <i>Trichoderma asperillum</i>	79

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	16
2. Denah penelitian di lapangan.....	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman lada (*Piper nigrum* L.) merupakan komoditas tradisional yang telah dibudidayakan sejak lama dan telah dikenal luas oleh masyarakat pedesaan. Tanaman lada merupakan sumber pendapatan utama bagi petani lada dan salah satu sumber devisa negara (2009; Ali, 2011). Di pasar internasional, lada Indonesia mempunyai kekuatan dan daya jual tersendiri karena cita rasanya yang khas. Lada Indonesia dikenal dengan nama *Muntok white pepper* untuk lada putih dan *Lampung black pepper* untuk lada hitam (Yuhono, 2007). Perkembangan ekspor Lada di Kabupaten Luwu Timur dalam 5 tahun terakhir berfluktuasi. Pada tahun 2015, ekspor lada di Luwu Timur 2.987,35 ton tahun 2020 2.908,37 ton, tetapi nilai ekspornya cenderung terus mengalami kenaikan dari 11.736.017,86 \$US pada tahun 2015 menjadi 9.348.332,14 \$US pada tahun 2019 (Dinas Perdagangan koperasi dan UKM Kab. Luwu Timur, 2021).

Lada merupakan komoditas yang telah lama dibudidayakan dimasyarakat dan menjadi pendapatan serta penyedia lapangan kerja terutama di daerah sentra produksi. Peran komoditas lada dalam perekonomian nasional dipengaruhi oleh keberlanjutan usahatani lada di tingkat petani. Komoditas lada di Kabupaten Luwu Timur merupakan salah satu produk unggulan di bidang pertanian. Luas areal pertanaman lada, yaitu seluas 5.926,13 ha dengan produksi mencapai 4.174,36 ton dan produktivitas 0,70 ton/ha (BPS Luwu Timur, 2019). Produktivitas tersebut masih rendah atau hanya 50 % dari kemampuan genetiknya. Pada umumnya petani di Luwu Timur menanam varietas Malonan 1 dengan estimasi produksi lada putih 2,17 ton ha⁻¹ (Ballitro, 2015). Rendahnya produktivitas tanaman lada disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya adalah kecenderungan penurunan luas lahan yang disebabkan oleh kematian tanaman oleh kekeringan, serangan OPT terutama penyakit busuk pangkal batang (Kementan 2013) dan konversi lahan lada menjadi

tanaman lain. Penyakit busuk pangkal batang sebagai penyebab utama kematian tanaman disebabkan oleh *Phytophthora capsici* (Lee and Lum, 2004; Bande et al., 2010).

Tanaman lada merupakan tanaman yang menjalar/memanjat sehingga sistem budidayanya menggunakan tajar tempat tanaman memanjat/menjalat. Tajar panjatan tanaman lada dapat berupa tanaman hidup seperti tanaman gamal (*Gliricidae sepium*) atau Lamtoro gung (*Leucaena leucocephala* subsp. *glabrata*) dan tajar mati dari tiang beton atau kayu mati yang kuat. Penggunaan tajar hidup sebagai tiang panjatan, dilihat dari sistem pertanian dapat dikategorikan sebagai sistem tumpangsari pola agroforestry, sedang penggunaan tajar mati dikategorikan sebagai pola tanam sistem monokultur. Tanaman yang ditanam dengan sistem tumpangsari melalui penggunaan tajar hidup cenderung berumur lebih lama dibanding dengan tanaman yang ditanam dengan sistem tanam menggunakan tajar mati.

Tanaman lada termasuk dalam kelompok tanaman C3 yang membutuhkan intensitas matahari yang lebih rendah dibanding dengan tanaman C4. Penggunaan tajar hidup sekaligus dapat mereduksi sebagian intensitas yang diterima tanaman yang ditanam di daerah tropis, tetapi ada kemungkinan terjadi persaingan antara tanaman lada dengan tanaman panjatan dalam memanfaatkan hara dan air yang kemungkinan akan mengakibatkan produktivitas tanaman lebih rendah tetapi umur produktif tanaman lebih lama sampai 20-24 tahun.

Tanaman lada termasuk tanaman yang berbunga terminal dari kelompok tanaman C3 sehingga dikenal adanya siklus pembuahan maksimal setiap 4 tahun. Tanaman lada yang ditanam secara monokultur dengan penggunaan tajar mati cenderung mengalami over bering (Kelebihan buah) khususnya saat tanaman mengalami pembuahan maksimal. Setelah panen raya, kondisi fisik tanaman menurun yang mengakibatkan tanaman sebageian meranggas di ujung tanaman sehingga rentan terhadap OPT utama seperti busuk pangkal batang. Kondisi yang demikian diperparah oleh kekeringan setelah panen raya yang mengakibatkan umur produktif tanaman lebih pendek.

Petani di Kabupaten Luwu Timur pada umumnya menggunakan tajar mati dalam penerapan sistem budidaya. Salah satu kebiasaan petani lada di Luwu timur adalah penyiangan yang dilakukan menggeser tanah dari pangkal batang yang mengakibatkan terjadinya cekungan pada pangkal batang sehingga tanaman cenderung mengalami genangan pada musim hujan. Sebaliknya pada

saat musim kemarau tanaman, akan mengalami kekeringan dan kondisi seperti ini semakin diperparah oleh sistem perakaran lada yang dangkal. Pergantian kondisi genangan dan kekeringan setiap musim diduga memicu berkembangnya *Phytophthora capsici* penyebab penyakit busuk pangkal.

Penurunan produksi lada terutama diakibatkan oleh penyakit busuk pangkal batang lada yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici* (Wahyuno dan Manohara, 1995; Lee and Lum, 2004; Bande et al., 2010). Penyakit ini sangat ditakuti petani karena dapat menyebar dengan cepat dan mematikan tanaman dalam waktu singkat (Semangun, 2000,; Manohara et al., 2005).

Pengendalian BPB dengan fungisida kimia sintetik bersifat sistemik cenderung berdampak buruk bagi lingkungan, terjadinya resistensi dan terbentuknya strain baru patogen tanaman (Agrios 2005). Selain itu, kecenderungan permintaan produk yang bebas residu membuat pengendalian yang ramah lingkungan sangat dibutuhkan untuk mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan dan menekan penggunaan pestisida kimia sintetik. Pengelolaan BPB seharusnya dilakukan secara terpadu dengan mengutamakan pencegahan terjadinya penyakit pada kebun yang belum terserang atau menghambat penyebaran penyakit pada kebun yang baru terinfeksi (Manohara et al., 2005; Semangun, 2000).

Salah satu mikroorganisme fungsional yang dikenal luas sebagai pupuk biologis tanah dan juga berfungsi sebagai biopestisida adalah *Trichoderma sp.* Mikroorganisme ini adalah cendawan penghuni tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman lapangan, misalnya kakao. Spesies *Trichoderma* disamping sebagai mikroorganisme pengurai, dapat juga berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman (Okoth, et al, 2011; Anad and Reddy, 2009; Saba, et al, 2012 dalam Marlina, 2017). Tahun 2009, pemerintah menetapkan kebijakan pembangunan pertanian yang menitikberatkan pembangunan pertanian berwawasan lingkungan. Dalam upaya mendukung kebijakan tersebut, maka pemanfaatan jasa teknologi mikroba dan teknologi pupuk alam untuk mempertahankan produktivitas lahan dan meningkatkan produksi tanaman perkebunan merupakan alternatif yang perlu diteliti dan di kaji secara intensif (Nasaruddin, 2013).

Penggunaan mikroorganisme fungsional seperti *Trichoderma Sp* sebagai pupuk biologis tanah dan juga berfungsi sebagai biopestisida (Marlina, Nasaruddin dan Ala, 2018). *Trichoderma sp* adalah cendawan penghuni tanah

sebagai organisme pengurai, sebagai agen pengendali hayati (Rosmana et al, 2016), dan stimulator pertumbuhan (Saba et al, 2012). *Trichoderma* sp merupakan salah satu mikroba Plan Grow Promoting Rhizobacteria (PGPR) yang menghasilkan fitohormon ET dan IAA yang berperan dalam keberlanjutan pertumbuhan tanaman dan ketahanan tanaman terhadap lingkungan yang merugikan. (Hermosa et, al 2012).

Trichoderma spp. merupakan fungi indigenous yang berpotensi sebagai biokontrol dalam menekan pertumbuhan *P. capsici*. Chantrapromma et al. (2014) dan Geraldine et al. (2013) menyatakan bahwa *T. asperellum* menghasilkan antibiotik trichodermaerin dan beberapa enzim yang mampu melisis dinding sel fungi seperti lipase, NAGase, B-1.3-glukanase, B-glukosidase, dan protease. Naher et al. (2014) menyatakan bahwa *T. asperellum* dapat merangsang ketahanan tanaman terhadap penyakit melalui mekanisme mikoparasit dimana hifa *Trichoderma*, sp akan melilit cendawan patogen tanaman dengan membentuk struktur seperti appresoria.

Tanah dengan kandungan bahan organik dan aktivitas mikroba yang rendah cenderung bersifat kondusif terhadap perkembangan penyakit akar tanaman (Abbasi et al., 2002 dan Stone et al., 2004 dalam Hoitink et al., 2006). Sementara itu, telah sering dilaporkan bahwa kompos yang diaplikasikan pada tanah dapat mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh pathogen tular tanah terutama *Pythium* dan *Phytophthora* (Agrios, 2005; Hoitink et al., 2006). Mekanisme penekanan penyakit tersebut ialah bahwa aplikasi kompos meningkatkan populasi mikroba tanah secara umum termasuk agensia hayati seperti *Trichoderma* (Agrios, 2005; Noveriza dan Quimio, 2004; Cook dan Baker, 1983; Isroi, 2008).

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut diatas, maka akan dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh *Trichoderma asperrellum* terhadap pertumbuhan Lada dan analisis ekonomisnya pada sistem budidaya tajar mati.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka dilakukan serangkaian penelitian untuk menjawab pertanyaan :

1. Apakah pemberian perlakuan berbagai jenis kompos dan dosis *Trichoderma asperillum* berdampak terhadap pertumbuhan dan produksi serta produktivitas tanaman lada monokultur yang menggunakan tajar mati.
2. Bagaimana tingkat pendapatan usaha tani petani lada perlakuan berbagai jenis kompos dan dosis *Trichoderma asperillum* pada tanaman lada yang ditanam menggunakan tajar mati.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis pengaruh berbagai jenis kompos dan berbagai dosis *Trichoderma asperillum* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman lada yang ditanam menggunakan tajar mati di Kabupaten Luwu Timur;
2. Menganalisis tingkat pendapatan usaha tani petani lada yang menggunakan perlakuan berbagai jenis kompos dan berbagai dosis *Trichoderma asperillum* pada tanaman lada yang ditanam menggunakan tajar mati di Kabupaten Luwu Timur.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai :

1. Bahan masukan yang bermanfaat bagi akademisi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dibidang pengendalian penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB), sebagai salah satu pedoman dalam mengendalikan penyakit BPB dan upaya peningkatkan produksi serta pendapatan petani lada di Kabupaten Luwu Timur.
2. Bahan informasi dan pertimbangan bagi praktisi, utamanya perencana dan para pengambil kebijakan pengembangan pertanian khususnya dalam penyusunan strategi peningkatan produksi dan mutu lada melalui pengendalian penyakit BPB secara hayati.
3. Sebagai bahan rekomendasi bagi petani dalam melakukan pemupukan dan pengendalian penyakit BPB secara hayati.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Tanam Tanaman Lada (*Piper nigrum* L)

Tanaman lada (*Piper nigrum* L.) merupakan tanaman rempah-rempah yang sudah lama ditanam di Indonesia. Tanaman ini berasal dari Ghats — Malabar di India. Tanaman lada secara klasifikasi berasal dari Divisi Spermatophyta (tanaman berbiji), Sub Divisi : Angiospermae (biji berada dalam buah), Kelas Monocotyledoneae (biji berkeping satu), Ordo Piperales, Famili Piperaceae, Genus Piper, Spesies *Piper nigrum* Linn (Rukmana, 2003).

2.1.1 Tajar atau Tiang Panjat

Pada pertanaman lada, tajar/tegakan merupakan sarana penopang tanaman lada sehingga dapat tegak berdiri lebih kokoh agar tanaman lada dapat menjulur ke atas, lebih mudah mengakses sinar matahari serta untuk memperluas ruang bagi perbanyak cabang dan pertumbuhan tanaman lada. Petani lada umumnya menggunakan dua jenis tegakan, yaitu tegakan mati dan tegakan hidup (Yudiyanto, 2015).

Secara umum tajar mati lebih baik daripada tajar hidup. Tajar mati tidak menjadi saingan tanaman lada dalam memperoleh cahaya, air, hara dan CO₂, tetapi harganya mahal dan tidak awet (Suwanto, 2013). Syarat tajar mati yaitu : tahan lama, permukaannya agak kasar, diameter tidak terlalu besar (kira-kira 20 cm), relatif aman terhadap serangan hama dan penyakit, tidak menyerap panas matahari terlalu banyak, murah dan mudah diperoleh.

Yudiyanto (2015) mengemukakan bahwa tegakan mati contohnya berupa batang dari kayu tanaman tertentu. Umumnya diambil dari kayu besi (*Acacia oraria* Von Muel), melangir (*Shorea balangeran* Burcle), gelam (*Melaleuca leucodendron* Linn), mendaru (*Urandra cormculata* Foxn), seru (*Shima baucana* Miq), dan pelawan (*Tristania maingayi* Duthie). Lebih lanjut Suwanto (2013) mengatakan bahwa tajar mati yang berkualitas, seperti jenis kayu besi, mendaru, melangir, mampu bertahan sampai sekitar 15 tahun.

Tajar hidup hendaknya memenuhi persyaratan tahan lama, memungkinkan akar melekat dengan baik, tidak menimbulkan berbagai pengaruh yang merugikan, mudah didapat, cepat tumbuh, mudah dipangkas serta murah. Berbagai jenis tajar hidup yang biasa digunakan yaitu : dadap duri, kapuk, gamal (Achroni, 2017). Penggunaan tajar hidup dapat memperbaiki struktur tanah dan memulihkan unsur hara tanah secara alami. Selain itu, penggunaan tajar hidup dapat menekan biaya produksi pada usaha budidaya tanaman lada. Hal ini dikarenakan komponen terbesar pada input budidaya tanaman lada adalah tajar/tiang panjat (junjung), sehingga pengalokasian modal untuk penggunaan tajar harus menjadi pertimbangan dan keputusan utama (Aprinando dan Yunara, 2020).

Baik tajar hidup maupun tajar mati perlu dipersiapkan sebelum penanaman. Tajar mati diletakkan ditengah-tengah lubang tanam. Waktu peletakkannya bersamaan dengan pengisian lubang tanam dengan top soil, yaitu pada saat mengubah lubang tanam menjadi gundukan. Sementara itu tajar hidup umumnya disiapkan 1-2 tahun (Suwanto, 2013) atau 3-4 tahun (Thankamani et al., 2009) sebelum stek lada ditanam (sebelum penanaman, tergantung kecepatan pertumbuhan jenis tanaman yang digunakan sebagai tajar hidup, yang diperkirakan pada saat penanaman lada, tajar hidup telah memiliki ketinggian batang pokok 1,5 meter dari permukaan tanah (Suwanto, 2013). Selain itu, tajar hidup yang digunakan/ditanam adalah berasal dari biji (seedlings) yang memiliki akar tunggang sehingga menekan risiko terjadinya persaingan dalam memanfaatkan sumberdaya air dan hara dari tanah (Sivaraman et al., 1999 dalam Daras, 2015).

Penggunaan tajar mati setinggi 2-3,5 m umumnya menghasilkan rataan produktivitas per pohon atau satuan luas lebih tinggi dibanding tajar hidup, tetapi mempunyai umur ekonomi lebih pendek (singkat). Hal tersebut sebagai konsekuensi dari tingginya ketersediaan energi surya dan rendahnya asupan, termasuk pupuk. Sebaliknya, penggunaan tajar hidup lebih tinggi dari 5 m menghasilkan produktivitas lebih rendah tetapi mempunyai umur ekonomi lebih panjang. Adanya kompetisi antara tajar hidup dan tanaman lada dalam memanfaatkan sumberdaya air, hara dan cahaya matahari serta penggunaan bibit yang berbeda menjadi penyebab adanya pola hasil berbeda (Daras, 2015).

2.1.2 Pola Tanam Tumpang Sari

Tumpang sari adalah bentuk pola tanam yang membudidayakan lebih dari satu jenis tanaman dalam satuan waktu tertentu, dan tumpangsari ini merupakan suatu upaya dari program intensifikasi pertanian dengan tujuan untuk memperoleh hasil produksi yang optimal, dan menjaga kesuburan tanah (Prasetyo et al., 2009). Tujuan dari sistem tanam tumpang sari adalah untuk mengoptimalkan penggunaan hara, air, dan sinar matahari seefisien mungkin untuk mendapatkan produksi maksimum. (Surtinah et al., 2015).

Sistem tumpang sari dapat meningkatkan produktivitas lahan pertanian jika jenis-jenis tanaman yang dikombinasikan dalam system ini membentuk interaksi saling menguntungkan (Vandermeer, 1989). Sehingga tanaman yang ditanam secara tumpang sari tersebut dapat memberikan hasil secara maksimal dan lebih menguntungkan daripada ketika ditanam secara monokultur. tanaman yang tumbuh bersama tanaman lain memiliki agen antagonis dari pathogen atau hama dari tanaman yang satunya. Tumpang sari digunakan untuk meningkatkan produktivitas lahan, mengurangi risiko usahatani, serta menjamin kelangsungan pendapatan. Dilakukan dengan pengusahaan tanaman semusim (khususnya untuk lahan-lahan datar/landai), dan penggunaan tanaman penayang produktif. Jenisnya disesuaikan dengan kebutuhan petani, peluang pasar, nilai ekonomi, dan iklim makro yang ada (Karya Tani Mandiri, 2010 dalam Warman dan Kristiana, 2018).

Tanaman Lada di Lampung umumnya ditanam secara tumpangsari terutama dengan tanaman kopi, kecuali di Lampung Timur dimana tanaman kopi sudah sedikit yang ditanam, lada lebih banyak ditanam secara monokultur (Asnawi et al., 2017). Budidaya lada campuran misalnya kebun campuran lada — kopi yang paling umum ditemukan di Lampung, seperti di Lampung Barat, Tanggamus, dan Way kanan. Di wilayah pegunungan seperti di Lampung Barat dimana dominan berupa kebun kopi maka tanaman lada ditanam pada pohon pelindung tanaman kopi yang sudah ada sehingga akan terbangun kebun kopi yang dicampur tanaman lada (Prasmatiwi dan Evizal, 2020).

Praktik agronomi lada di Lampung Utara agak sedikit berbeda, yaitu umumnya berbasis budidaya lada. Pertanaman lada dimulai sejak lahan masih subur yang dibuka dari hutan, kadar bahan organik tinggi, petani bertanam lada

monokultur. Selanjutnya tanaman lada semakin kurang bagus hasilnya karena kesuburan lahan yang menurun, maka mulai disisipi tanaman kopi atau tanaman lainnya, diiringi dengan semakin turunnya populasi dan hasil, tanaman lada berubah menjadi sistem multistrata yang disebut dengan agroforestry (Evizal, 2000).

2.2 Kompos

Kompos adalah hasil penguraian parsial/tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembap, dan aerobik atau anaerobik (Crawford, 2003 dalam Wikipedia, 2014 diakses dari <https://id.wikipedia.org/wiki/Kompos> pada 13 Oktober 2022).

Kompos merupakan salah satu pupuk organik yang digunakan pada pertanian untuk mengurangi pupuk anorganik. Penggunaan kompos dapat memperbaiki sifat fisik tanah dan mikrobiologi tanah. Kompos memiliki kandungan unsur hara seperti nitrogen dan fosfor dalam bentuk senyawa kompleks argon, protein, dan humat yang sulit diserap tanaman (Setyorini et al., 2006). Menurut Prihandini dan Purwanto (2007), kompos merupakan pupuk organik yang berasal dari sisa tanaman dan kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi atau pelapukan. Menurut Suriadikarta dan Simanungkalit (2006), pupuk organik dapat berperan sebagai pengikat butiran primer menjadi butir sekunder tanah dalam pembentukan agregat yang mantap. Keadaan ini besar pengaruhnya pada porositas, penyimpanan dan penyediaan air, aerasi tanah, dan suhu tanah. Pengolahan kotoran sapi yang mempunyai kandungan N, P dan K yang tinggi sebagai pupuk kompos dapat mensuplai unsur hara yang dibutuhkan tanah dan memperbaiki struktur tanah menjadi lebih baik (Setiawan, 2002).

Penggunaan kompos sebagai bahan pembedah tanah dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah sehingga mempertahankan dan menambah kesuburan tanah pertanian. Karakteristik umum yang dimiliki kompos antara lain (1) mengandung unsur hara dalam jenis dan jumlah bervariasi tergantung bahan asal; (2) menyediakan unsur hara secara lambat (*slow release*) dan dalam jumlah terbatas; dan (3) mempunyai fungsi utama memperbaiki kesuburan dan kesehatan tanah (Setyorini et al., 2006).

Aplikasi kompos pada tanah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena kompos dapat memperbaiki : a) sifat fisik tanah yaitu memperbaiki struktur, porositas, densitas tanah dan meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air, b) sifat kimia tanah yaitu menyediakan berbagai macam unsur makro dan mikro, memperbaiki kapasitas tukar kation tanah, memperbaiki dan menstabilkan pH tanah, c) sifat biologi tanah seperti mengontrol atau menekan mikroorganisme patogen tanah dan menyediakan mikroorganisme yang dapat memobilisasi unsur hara di dalam tanah (CCQC, 2001). Hal ini disebabkan karena kompos mengandung bahan organik yang tinggi (Sarwar et al., 2008) dan kaya akan mikroorganisme (Mehta et al., 2011 dalam Harso, 2017). Lebih lanjut dalam Wikipedia (2014 : diakses dari <https://id.wikipedia.org/wiki/Kompos> pada 13 Oktober 2022), dikatakan bahwa kompos memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan akan meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air tanah. Aktivitas mikrob tanah yang bermanfaat bagi tanaman akan meningkat dengan penambahan kompos. Aktivitas mikroba ini membantu tanaman untuk menyerap unsur hara dari tanah. Aktivitas mikrob tanah juga diketahui dapat membantu tanaman menghadapi serangan penyakit.

2.3 Aplikasi *Trichoderma asperellum* dan Penyakit Busuk Pangkal Batang

2.3.1 *Trichoderma asperellum*

Cendawan *Trichoderma sp.* merupakan mikroorganisme tanah bersifat saprofit yang secara alami menyerang cendawan patogen dan bersifat menguntungkan bagi tanaman. Cendawan *Trichoderma sp.* merupakan salah satu jenis cendawan yang banyak dijumpai hampir pada semua jenis tanah dan pada berbagai habitat yang merupakan salah satu jenis cendawan yang dapat dimanfaatkan sebagai agen hayati pengendali patogen tanah. Cendawan ini dapat berkembang biak dengan cepat pada daerah perakaran tanaman (Gusnawaty et al., 2014) dan dapat bertahan pada perakaran tersebut (Rosmana et al., 2016).

T. asperellum termasuk dalam kingdom fungi berdasarkan cara reproduksi dan struktur tubuhnya, divisi *Deuteromycetes* dengan konidiofor tegak

tidak menyolok mata dan kecil, bentuknya globus, subglobus dan sedikit kerucut, bercabang banyak dan teratur (berpasangan), dan dapat membentuk klamidospora (Samuels et al., 1999). Pada umumnya koloni dalam biakan tumbuh dengan cepat, berwarna putih sampai hijau gelap.

T. asperellum terdapat secara alami dalam tanah pertanian, hutan atau kebun. *T. asperellum* melimpah di rizosfer dan bersifat saprotrof (memanfaatkan sisa jasad renik untuk pertumbuhannya) sehingga secara ekologis mampu berkompetisi dengan cendawan lain dan mampu mengkolonisasi berbagai substrat yang ada di sekitar tanaman (EFSA, 2013). *T. asperellum* mampu berkembang secara endofit dalam jaringan akar sehingga dapat dikembangkan sebagai agensia pengendali hayati cendawan patogen tular tanah (Bayley et al. 2008). *T. asperellum* menghasilkan tiga tipe propagul yang dapat digunakan sebagai bahan formula, yaitu hifa, klamidiospora dan konidia. *T. asperellum* mempunyai daya antagonis yang tinggi dan dapat menghasilkan racun (trichotoxin), sehingga dapat menghambat dan mematikan cendawan patogen (Chutrakul dan Peberdy, 2005).

T. asperellum dapat tumbuh pada pH antara 5.5-7.5 °C (Singh et al., 2014). Singh et al., (2014) dan Watanabe et al., (2005) menyatakan bahwa suhu optimum untuk pertumbuhan *T. asperellum* adalah 25-30°C, dengan suhu maksimum 35 °C. Konidia *Trichoderma* spp. optimum pada kelembaban 30% di dalam tanah.

Galur-galur *Trichoderma* memproduksi senyawa metabolit sekunder yang bersifat antibakteri, antinematoda, antifungi, dan antikhmir. *T. asperellum* menghasilkan antibiotik *trichodermaerin* dan beberapa enzim yang mampu melisis dinding sel seperti lipase, NAGase, B-1.3-glukanase, B-glukosidase, dan protease (Chantrapromma et al., 2014 dan Geraldine et al., 2013). Selain itu *T. asperellum* dapat merangsang ketahanan, pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang mengakibatkan peningkatan produksi tanaman (Naher et al., 2014). Antibiotik dan antifungi yang telah diisolasi dari *Trichoderma* antara lain peptaibol (Chutrakul dan Peberdy, 2005), azafilon dan harzionolide (Vinale et al., 2006).

Pengendalian penyakit yang disebabkan cendawan patogen dengan menggunakan cendawan *Trichoderma* sp. selain dapat menekan pertumbuhan penyakit, juga dapat mempengaruhi keragaman serta kepadatan populasi cendawan tanah. Mekanisme pengendalian oleh *Trichoderma* sp., yaitu dengan

cara membelit atau tumbuh disepanjang hifa inang dan membentuk sruktur semacam kait yang membentuk penetrasi ke dalam dinding sel inang (Chet et al. 2006 dalam Jawak, 2016).

2.3.2 Penyakit Busuk Pangkal Batang

Penyakit akar atau busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *Phytophthora capsicii* Leon, merupakan salah satu penyakit penting pada pertanaman lada (Kasim, 1990). Penyakit ini pertama kali dilaporkan sebagai penyakit yang menyebabkan kematian tiba-tiba pada tanaman lada di Kecamatan Sekampung, Kabupaten Lampung Selatan tahun 1885. Penyakit ini kemudian disebut busuk pangkal batang (BPB) dan pertama kali diperkenalkan tahun 1928 (Manohara, 1992).

Phytophthora capsici Leon cendawan patogen penyebab penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) dapat menyebabkan kerusakan tanaman lada 10 sampai 15% dari luas areal lada di Lampung dengan jumlah kerugian 2 370 sampai 3 555 ton setiap tahun (Kasim, 1990). Lebih dari 40.000 ha tanaman lada di Lampung, Bangka dan Kalimantan Barat terinfeksi *P. capsici* penyebab BPB. Pada tahun 2000 lebih dari 2.000 ha tanaman lada telah mati akibat penyakit BPB (Deciyanto, 2001). Di India dan negara-negara di Asia Tenggara, serangan *P. capsici* dapat menyebabkan kerusakan tanaman lada sampai 30% (Sarma, 2002). *P. capsici* dapat menyerang akar, tajuk dan bahkan bagian daun tanaman lada melalui percikan hujan atau air irigasi (Nunez-Zofioa et al., 2011). *P. capsici* paling berbahaya jika menyerang akar dan pangkal batang.

Cendawan *P. capsici* dapat menyerang semua fase pertumbuhan tanaman, mulai pembibitan sampai tanaman produktif. Gejala kelayuan mendadak terjadi apabila terjadi serangan patogen pada pangkal batang. Pangkal batang yang terserang menjadi berwarna hitam dan pada keadaan lembap akan tampak lendir yang berwarna kebiruan. Serangan pada akar menyebabkan tanaman layu dan daun-daun menjadi berwarna kuning. Serangan pada daun menyebabkan gejala bercak daun pada bagian tengah atau tepi daun. Bercak berwarna hitam dengan tepi bergerigi seperti renda yang akan tampak jelas apabila daun diarahkan ke cahaya. Serangan pada buah menyebabkan buah berwarna hitam dan busuk; gejala ini biasanya banyak

ditemukan pada buah yang letaknya dekat permukaan tanah (Manohara dan Kasim, 1996).

Penyebaran cendawan *P. capsici* selain oleh air dan angin pada saat hujan, juga dapat terbawa oleh ternak peliharaan, siput/keong, manusia, alat pertanian bekas dipakai pada tanaman sakit, dan dapat terbawa pada bibit lada sehingga menjadi sumber inokulum bagi daerah pengembangan lada yang baru (Manohara et al., 2005). Percikan air hujan dapat membantu menyebarkan patogen ke tanaman (Suhaendah et al., 2014).

Penyakit BPB biasanya ditemukan pada daerah yang memiliki kandungan hara yang miskin. Serangan BPB akan menjadi berat, pada tanah yang mempunyai periode basah sangat panjang. Pada bagian tanaman di permukaan tanah gejalanya berbeda-beda. Gejala umum berupa penurunan vigor dan pertumbuhan tanaman, menguning atau klorosis pada daun dan akhirnya kolaps atau tanaman mati (JICA, 1993).

Kemampuan patogen bertahan hidup pada sisa tanaman lada yang ada di permukaan maupun di dalam tanah mempunyai peranan penting sebagai sumber inokulum. Propagul cendawan *P. capsici* dapat bertahan hidup selama 20 minggu di dalam tanah dengan kelengasan 100% kapasitas lapang, tanpa adanya tanaman inang. Di dalam jaringan tanaman terinfeksi seperti daun dan batang, jamur tersebut dapat bertahan hidup masing-masing selama 11 — 13 minggu dan 8 — 10 minggu. Pada keadaan lingkungan yang sesuai, lembab dan suhu berkisar 25°C, sporangium yang telah masak dapat langsung berkecambah membentuk tabung kecambah atau membentuk zoospora yang berflagella sehingga dapat bergerak. Lama geraknya ditentukan oleh suhu air. Pada suhu 20 — 24°C zoospora dapat bergerak selama 9 jam, sedangkan pada suhu air 28°C dan 32°C masing-masing selama 5 jam dan 1 jam. Tiga puluh menit setelah zoospora berhenti bergerak, akan terjadi perkecambahan bila lingkungan menguntungkan. Sebaliknya apabila keadaan lingkungan tidak menguntungkan, maka akan dibentuk struktur istirahat yaitu berbentuk kista (Manohara, 1992).

Berbagai upaya sudah banyak dilakukan untuk mengendalikan penyakit BPB pada tanaman lada, diantaranya penggunaan fungisida, penambahan bahan organik ke tanah, kultur teknis dan penanaman kultivar yang tahan/resisten. Cendawan *P.capsici* telah ditemukan tersebar hampir di semua pertanaman lada di Indonesia (Manohara et al., 2005). Struktur populasi

Phytophthora juga bervariasi. Manohara dan Sato (1992) pernah mendapatkan isolat *Phytophthora* asal lada yang mempunyai karakteristik morfologi yang berbeda dengan *P.capsici*, demikian juga dengan variasi virulensinya (Wahyuno et al., 2009). Pengendalian BPB juga menghadapi kendala non teknis, yaitu harga lada yang tidak stabil menyebabkan perhatian dan pemeliharaan yang diberikan petani pada tanamannya berkurang saat harga rendah (Manohara et al., 2005).

Pengendalian BPB perlu menggunakan pendekatan alternatif, salah satu komponen pengendalian yang sedang dikembangkan dan diharapkan dapat mempertahankan produksi lada nasional adalah mengembangkan varietas lada yang tahan BPB dan berproduksi tinggi serta melestarikan musuh alami, misal dengan penanaman tanaman berbunga (refugia) di sekitar tanaman lada yang berperan sebagai habitat musuh alami serta serangga berguna dan pengusir hama. Kelembaban mempengaruhi perluasan dan tingkat serangan penyakit dengan meningkatkan sukulen tumbuhan inang dan selanjutnya meningkatkan kerentanan tumbuhan terhadap patogen (Agrios, 1996 dalam Suhaendah et al., 2016).

2.4 Analisis Produksi

Produksi tanaman didefinisikan sebagai kegiatan atau sistem budidaya tanaman yang melibatkan beberapa faktor produksi seperti tanah, iklim, varietas, kultur teknik, pengelolaan serta alat-alat agar diperoleh hasil maksimum secara berkesinambungan (AAK, 1999). Sedangkan produktivitas adalah kemampuan tanah untuk menghasilkan produksi tanaman tertentu dalam keadaan pengolahan tanah tertentu. Produktivitas merupakan perwujudan dari keseluruhan faktor-faktor (tanah dan non tanah) yang berpengaruh terhadap hasil tanaman yang lebih berdasarkan pada pertimbangan ekonomi (Nurmala et al., 2012).

Berusahatani merupakan suatu kegiatan untuk memperoleh produksi di lapangan pertanian, yang pada akhirnya akan dinilai dari biaya yang dikeluarkan dan penerimaan yang diperoleh. Karena dalam kegiatan itu bertindak seorang petani yang berperan sebagai pengelola, sebagai pekerja dan sebagai seorang penanam modal pada usahanya, maka pendapatan itu dapat digambarkan sebagai balas jasa dari kerjasama faktor-faktor produksi (Festiani, 2011).

Usahatani sebagai suatu kegiatan untuk memperoleh produksi di lapangan pertanian pada akhirnya dinilai berdasarkan biaya yang dikeluarkan dan penerimaan yang diperoleh. Penerimaan usahatani adalah perkalian antara produksi yang diperoleh dengan harga jual produk. Penerimaan total atau pendapatan kotor ialah nilai produksi secara keseluruhan sebelum dikurangi biaya produksi. Pendapatan bersih usahatani merupakan selisih antara penerimaan dan semua biaya atau total biaya. Petani dapat memperoleh pendapatan bersih yang tinggi dengan cara mengupayakan penerimaan yang tinggi dan biaya produksi yang rendah (Rahim dan Astuti, 2008).

Pendapatan total usahatani adalah selisih antara penerimaan total usahatani dengan biaya total yang dikeluarkan dalam proses produksi yang bersangkutan. Pengeluaran total usahatani didefinisikan sebagai nilai semua masukan yang habis terpakai atau dikeluarkan didalam kegiatan produksi. Biaya pada usahatani terdapat dua jenis berdasarkan sifatnya yaitu biaya tetap dan biaya tidak tetap atau biaya variabel (Soekartawi et al., 1986). Biaya tetap yaitu biaya yang besarnya tidak dipengaruhi oleh jumlah barang yang akan diproduksi, misalnya yaitu biaya sewa lahan. Biaya sewa lahan tidak akan berkurang atau bertambah apabila jumlah produksi akan di kurang atau ditambahkan. Berapapun jumlah produksinya, biaya sewa lahan akan tetap dikeluarkan. Sedangkan biaya tidak tetap atau biaya variabel yaitu biaya yang besaran nilainya dipengaruhi oleh jumlah barang yang akan diproduksi, misalnya yaitu biaya pakan untuk ternak. Biaya pakan akan meningkat apabila jumlah ternak ditambahkan, begitu juga sebaliknya.

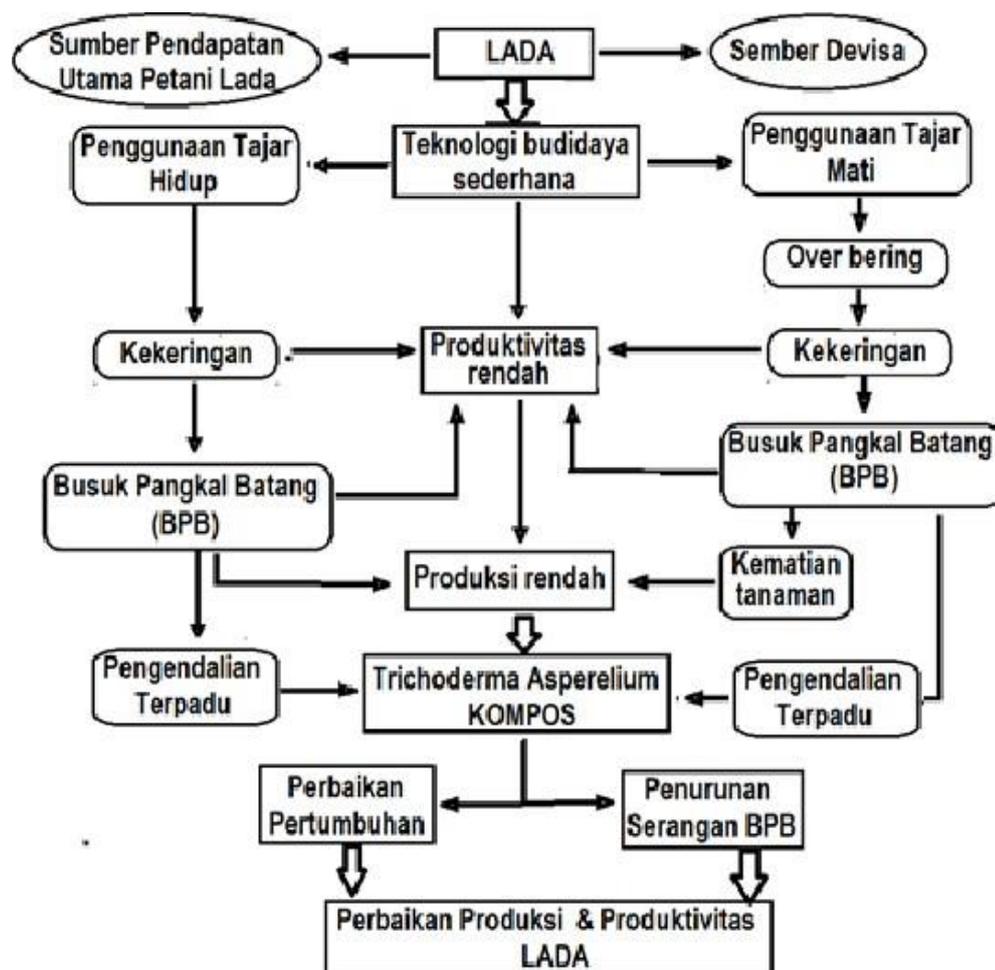
Biaya tunai yaitu biaya yang benar-benar dikeluarkan secara nyata. Contohnya yaitu biaya yang dikeluarkan untuk pembelian pakan. Biaya tersebut ada dan biaya tersebut benar-benar dikeluarkan secara nyata. Sedangkan biaya diperhitungkan yaitu biaya yang tidak dikeluarkan secara nyata namun biaya tersebut diperhitungkan. Misalnya yaitu biaya tenaga kerja dalam keluarga. Biaya TKDK tidak dikeluarkan namun biaya tersebut diperhitungkan (Hernanto, 1994).

Hernanto (1994) mendefinisikan pendapatan sebagai balas jasa dan kerja sama faktor-faktor produksi lahan, tenaga kerja, modal, dan pengelolaan. Sedangkan definisi pendapatan menurut Soekartawi (2006)

merupakan selisih antara total penerimaan yang diterima pada usahatani dengan total biaya yang dikeluarkan.

Pendapatan usahatani terdiri dari pendapatan atas biaya tunai dan pendapatan atas biaya total usahatani. Hasil akhir dari nilai pendapatan dikatakan untung apabila selisih antara penerimaan usahatani dan biaya usahatani bernilai positif. Para petani tentunya berharap akan dapat meningkatkan pendapatannya dari hasil kegiatan usahatani, karena pendapatan merupakan hal terpenting bagi petani untuk kebutuhan hidup. Menurut Hernanto (1994), besar dari hasil pendapatan usahatani yang diperoleh petani belum cukup untuk menggambarkan tingkat efisiensi. Oleh sebab itu, diperlukan ukuran untuk mengetahui tingkat efisiensi penghasilan usahatani.

2.5 Kerangka Pikir



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

2.6 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian :

1. Terdapat salah satu jenis kompos yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman lada;
2. Terdapat salah satu dosis *Trichoderma asperellum* yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman lada;
3. Terdapat interaksi antara jenis kompos dan dosis *Trichoderma asperellum* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman lada;
4. Terdapat salah satu kombinasi penggunaan satu jenis kompos dan dosis *Trichoderma asperellum* yang memberikan keuntungan paling tinggi dan manfaat lingkungan.