

**PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BAWANG MERAH (*Allium
ascalonicum* L.) YANG DIAPLIKASI BIOCHAR SEKAM PADI
DAN TIGA JENIS CENDAWAN**

***GROWTH AND PRODUCTION OF SHALLOTS (*Allium
ascalonicum* L.) APPLIED WITH RICE HUSK BIOCHAR
AND THREE TYPES OF FUNGUS***

**PADIL WIJAYA
G012211002**



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BAWANG MERAH (*Allium
ascalonicum* L.) YANG DIAPLIKASI BIOCHAR SEKAM PADI
DAN TIGA JENIS CENDAWAN**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Agroteknologi

Disusun dan diajukan oleh

PADIL WIJAYA

G012211002

kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

TESIS

**PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BAWANG MERAH (*Allium
ascalonicum* L.) YANG DIAPLIKASI BIOCHAR SEKAM PADI
DAN TIGA JENIS CENDAWAN**

PADIL WIJAYA


G012211002


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin
pada tanggal 15 Juni 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama


Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Elkawakib Syam'un, M.P.
NIP. 19560318 198503 1 001

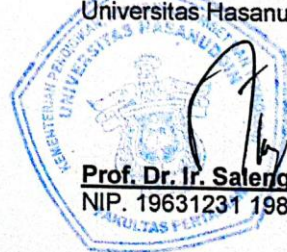

Dr. Ir. Svatrianty A. Syaiful, M.S.
NIP. 19620324 198702 2 001

Ketua Program Studi
Magister Agroteknologi

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin


Dr. Ir. Muh. Riadi, M.P.
NIP. 19640905 198903 1 003


Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc.
NIP. 19631231 198811 1 005



**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) yang Diaplikasi Biochar Sekam Padi dan Tiga Jenis Cendawan" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Prof. Dr. Ir. Elkawakib Syam'un, M.P. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Syatrianty A. Syaiful, M.S. sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal IJLSAR (*International Journal of Life Science and Agriculture Research*, Volume 02 Issue 05 May 2023, Halaman 71-79, DOI: <https://doi.org/10.55677/ijlsar/V02I05Y2023-05>) sebagai artikel dengan judul "Interaction between Rice Husk Biochar and Three Species of Fungus on Growth and Yield of Shallot (*Allium ascalonicum* L.)".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, Juni 2023



Padil Wijaya
G012211002

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT sebagai sumber segala kebenaran dan ilmu pengetahuan. Salawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa dan menuntun umat manusia pada kebenaran Islam. Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, Hidayah, dan Inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) yang Diaplikasi Biochar Sekam Padi dan Tiga Jenis Cendawan”.

Secara khusus penulis menyampaikan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta, ayahanda H. Kanna dan ibunda Hj. Wali atas kasih sayang yang selalu tercurahkan kepada penulis, memberikan dukungan dan motivasi baik secara moril maupun materil, keikhlasan dalam mengasuh dan mendidik serta doa yang selalu dipanjatkan agar penulis menjadi generasi “*Pattola Palallo*” (pewaris melampaui) menjadi anak yang lebih baik dari generasi sebelumnya. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan perlindungan, kesehatan, kebahagiaan dunia dan akhirat atas seluruh perjuangan ayahanda dan ibunda tercinta.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada yang terhormat dosen pembimbing Prof. Dr. Ir. Elkawakib Syam'un, M.P. dan Dr. Ir. Syatrianty A. Syaiful, M.S. atas kesabaran dan keikhlasan dalam memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan motivasi serta telah meluangkan waktu ditengah-tengah kesibukannya untuk membimbing penulis selama penelitian dan penyusunan tesis. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan perlindungan, kesehatan, dan pahala yang berlipat ganda serta menjadi amal jariah atas segala kebaikan yang tercurahkan kepada penulis selama ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Sahardi Mulia, M.S., Dr. Ir. Katriani Mantja, M.P., dan Dr. Ir. Feranita Haring, M.P., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran serta arahan yang sangat berguna dalam penyelesaian tesis ini.
2. Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin dan Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengenyam pendidikan di Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

3. Dr. Ir. Muh. Riadi, M.P., selaku Ketua Program Studi Magister Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin yang telah mengatur segala proses akademik dan kebijakan yang menjadi tuntunan penulis selama menjadi mahasiswa Magister Agroteknologi Universitas Hasanuddin.
4. Bapak dan ibu dosen Program Studi Magister Agroteknologi Universitas Hasanuddin yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu pengetahuan yang tak ternilai harganya.
5. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Magister Agroteknologi angkatan 2021-1, Kurniawan Dwi Paloli, S.P., Azmi Nur Karimah Amas, S.P., Anjasasmara, S.P., Andi Zulfiana Abu Darwis, S.Tr.P., Widya Ningsih, S.Tr.P., Husaipa, S.P., Rosdiana, S.P., dan Adinda Nurul Jannati Chaerunnisa, S.P., yang telah kebersamai penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.
6. Rekan-rekan seperjuangan selama pelaksanaan penelitian, Muh. Faried, S.P., Krisna G.K. S.P, Cennawati, S.P., dan Abdul Jalil, S.P., yang telah kebersamai dan mengingatkan dalam segala hal kepada penulis selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan tesis.
7. Keluarga, kerabat, dan sahabat yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Magister Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.
8. Kepada semua pihak yang telah berjasa dan tidak sempat penulis sebutkan satu persatu dalam tulisan ini, atas segala bantuan, dukungan, dan motivasi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tesis ini.

Berbagai kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki oleh penulis sehingga terdapat kekeliruan dalam penulisan tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun sebagai perbaikan sehingga penulis dapat berkarya lebih baik lagi dimasa yang akan datang. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat terhadap keberlanjutan ilmu pengetahuan khususnya dibidang pertanian. *Amin Yaa Rabbal Alamin.*

Makassar, Juni 2023

Padil Wijaya

ABSTRAK

PADIL WIJAYA. **Pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) yang diaplikasi biochar sekam padi dan tiga jenis cendawan** (dibimbing oleh Elkawakib Syam'un dan Syatrianty A. Syaiful).

Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian biochar sekam padi dan tiga jenis cendawan terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah. Penelitian dilaksanakan di *Teaching Farm*, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar dengan titik koordinat 5°7'40.07"S 119°28'48.94"E dan ketinggian 9 m dpl pada Juli hingga November 2022. Penelitian dilaksanakan dalam bentuk rancangan petak terpisah. Sebagai petak utama yaitu biochar sekam padi dengan 3 taraf yaitu kontrol 0 t ha⁻¹, 2 t ha⁻¹, dan 4 t ha⁻¹. Sebagai anak petak yaitu tiga jenis cendawan yaitu tanpa cendawan/kontrol, *Trichoderma asperellum*, *Beauveria bassiana*, dan *Metarhizium anisopliae*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara biochar sekam padi 4 t ha⁻¹ dengan *Trichoderma asperellum* yang memberikan hasil terbaik terhadap indeks klorofil (19,70), kandungan N (2,35%), dan kandungan P (0,57%) pada daun bawang merah. Aplikasi biochar sekam padi 4 t ha⁻¹ memberikan hasil terbaik terhadap diameter umbi (3,57 cm). Aplikasi jenis cendawan yaitu pada *Trichoderma asperellum* memberikan hasil terbaik terhadap tinggi tanaman 42 HST (43,47 cm), jumlah daun 42 HST (7,30 helai), bobot umbi segar (22,53 g), bobot umbi kering (21,23 g), diameter umbi (3,53 cm), tinggi umbi (2,75 cm), jumlah umbi per tanaman (1,61), produksi per hektare (11,56 t), kejadian penyakit layu fusarium terendah (1,36%), dan *Beauveria bassiana* memberikan persentase serangan *Spodoptera exigua* terendah (5,33%).

Kata kunci: bawang merah, *Beauveria bassiana*, biochar sekam padi, *Metarhizium anisopliae*, *Trichoderma asperellum*

ABSTRACT

PADIL WIJAYA. **Growth and production of shallots (*Allium ascalonicum* L.) Applied with rice husk biochar and three types of fungus** (supervised by Elkawakib Syam'un and Syatrianty A. Syaiful).

This study aims to analyse the effect of rice husk biochar and three types of fungus on the growth and production of shallots. The research was conducted at the Teaching Farm, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University, Makassar with coordinates of 5° 7'40.07"S 119°28'48.94"E and an altitude of 9 m asl from July to November 2022. The research was carried out in the form of a split plot design. The main plot was rice husk biochar with 3 levels, namely control 0 t ha⁻¹, 2 t ha⁻¹, and 4 t ha⁻¹. As subplots, there were three types of fungus namely without fungus/control, *Trichoderma asperellum*, *Beauveria bassiana*, and *Metarhizium anisopliae*. The results showed that there was an interaction between the of rice husk biochar 4 t ha⁻¹ and *Trichoderma asperellum* which gave the best results for the chlorophyll index (19.70), N content (2.35%), and P content (0.57%) on shallots. The application of rice husk biochar 4 t ha⁻¹ gave the best results on the bulb diameter (3.57 cm). The application of this types of fungus namely in the of *Trichoderma asperellum* gave the best results on plant height 42 DAT (43.47 cm), number of leaves 42 DAT (7.30 leaves), fresh bulb weight (22.53 g), dry bulb weight (21.23 g), bulb diameter (3.53 cm), bulb height (2.75 cm), bulbs number per plant (1.61), production per hectare (11.56 t), the lowest incidence of fusarium wilt disease (1.36%), and *Beauveria bassiana* gave the lowest attack percentage of *Spodoptera exigua* (5.33%).

Keywords: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, rice husk biochar, shallot, *Trichoderma asperellum*

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 .Latar Belakang.....	1
1.2 .Rumusan Masalah	4
1.3 .Tujuan.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Bawang Merah.....	5
2.2 Biochar Sekam Padi	6
2.3 <i>Trichoderma asperellum</i>	7
2.4 <i>Beauveria bassiana</i>	8
2.5 <i>Metarhizium anisopliae</i>	9
2.6 Kerangka Pikir	11
2.7 Hipotesis.....	12
BAB III. METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Tempat dan Waktu	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Rancangan Penelitian.....	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.5 Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel.....	17
3.6 Parameter Pengamatan.....	18
3.7 Analisis Data.....	21
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Hasil	22
4.2 Pembahasan.....	46
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Teks	Halaman
3.1	Kombinasi perlakuan biochar sekam padi dan tiga jenis cendawan	13
4.1	Tinggi tanaman bawang merah 21 HST (cm).....	23
4.2	Tinggi tanaman bawang merah 28 HST (cm).....	23
4.3	Tinggi tanaman bawang merah 35 HST (cm).....	24
4.4	Tinggi tanaman bawang merah 42 HST (cm).....	24
4.5	Jumlah daun tanaman bawang merah 28 HST (helai)	27
4.6	Jumlah daun tanaman bawang merah 35 HST (helai)	27
4.7	Jumlah daun tanaman bawang merah 42 HST (helai)	28
4.8	Rata-rata bobot umbi segar tanaman bawang merah (g)	29
4.9	Rata-rata bobot umbi kering tanaman bawang merah (g)	31
4.10	Rata-rata diameter umbi bawang merah (cm)	31
4.11	Rata-rata tinggi umbi bawang merah (cm)	32
4.12	Rata-rata jumlah umbi per tanaman bawang merah.....	33
4.13	Rata-rata produksi per hektare tanaman bawang merah (t)	35
4.14	Rata-rata indeks klorofil tanaman bawang merah	37
4.15	Rata-rata kandungan N daun bawang merah (%)	38
4.16	Rata-rata kandungan P daun bawang merah (%)	39
4.17	Rata-rata persentase serangan <i>S. exigua</i> (21 HST) tanaman bawang merah (%)	40
4.18	Rata-rata persentase serangan <i>S. exigua</i> (28 HST) tanaman bawang merah (%)	41
4.19	Rata-rata persentase serangan <i>S. exigua</i> (35 HST) tanaman bawang merah (%)	41
4.20	Rata-rata persentase serangan <i>S. exigua</i> (42 HST) tanaman bawang merah (%)	42
4.21	Rata-rata kejadian penyakit layu fusarium tanaman bawang merah (%)	42
4.22	Korelasi antar parameter pengamatan pada perlakuan biochar sekam padi	44
4.23	Korelasi antar parameter pengamatan pada perlakuan tiga jenis cendawan	45

Nomor urut	Lampiran	Halaman
1.	Rekapitulasi hasil analisis sidik ragam pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah	63
2a.	Rata-rata tinggi tanaman bawang merah 21 HST (cm)	64
2b.	Sidik ragam tinggi tanaman bawang merah 21 HST	64
3a.	Rata-rata tinggi tanaman bawang merah 28 HST (cm)	65
3b.	Sidik ragam tinggi tanaman bawang merah 28 HST	65
4a.	Rata-rata tinggi tanaman bawang merah 35 HST (cm)	66
4b.	Sidik ragam tinggi tanaman bawang merah 35 HST	66
5a.	Rata-rata tinggi tanaman bawang merah 42 HST (cm)	67
5b.	Sidik ragam tinggi tanaman bawang merah 42 HST	67
6a.	Rata-rata tinggi tanaman bawang merah 49 HST (cm)	68
6b.	Sidik ragam tinggi tanaman bawang merah 49 HST	68

7a. Rata-rata jumlah daun bawang merah 21 HST (helai)	69
7b. Sidik ragam jumlah daun bawang merah 21 HST	69
8a. Rata-rata jumlah daun bawang merah 28 HST (helai)	70
8b. Sidik ragam jumlah daun bawang merah 28 HST	70
9a. Rata-rata jumlah daun bawang merah 35 HST (helai)	71
9b. Sidik ragam jumlah daun bawang merah 35 HST	71
10a. Rata-rata jumlah daun bawang merah 42 HST (helai)	72
10b. Sidik ragam jumlah daun bawang merah 42 HST	72
11a. Rata-rata jumlah daun bawang merah 49 HST (helai)	73
11b. Sidik ragam jumlah daun bawang merah 49 HST	73
12a. Rata-rata bobot brangkasan segar (g)	74
12b. Sidik ragam bobot brangkasan segar.....	74
13a. Rata-rata bobot umbi segar (g)	75
13b. Sidik ragam bobot umbi segar	75
14a. Rata-rata bobot brangkasan kering (g).....	76
14b. Sidik ragam bobot brangkasan kering.....	76
15a. Rata-rata bobot umbi kering (g)	77
15b. Sidik ragam bobot umbi kering.....	77
16a. Rata-rata diameter umbi (cm)	78
16b. Sidik ragam diameter umbi	78
17a. Rata-rata tinggi umbi (cm).....	79
17b. Sidik ragam tinggi umbi.....	79
18a. Rata-rata jumlah umbi per tanaman.....	80
18b. Sidik ragam jumlah umbi per tanaman	80
19a. Rata-rata kadar air umbi (%).....	81
19b. Sidik ragam kadar air umbi	81
20a. Rata-rata susut umbi (%)	82
20b. Sidik ragam susut umbi.....	82
21a. Rata-rata produksi per hektare (t)	83
21b. Sidik ragam produksi per hektare.....	83
22a. Rata-rata indeks panen.....	84
22b. Sidik ragam indeks panen.....	84
23a. Rata-rata indeks klorofil	85
23b. Sidik ragam indeks klorofil	85
24a. Rata-rata luas bukaan stomata (μm^2).....	86
24b. Sidik ragam luas bukaan stomata	86
25a. Rata-rata kandungan N (%)	87
25b. Sidik ragam kandungan N.....	87
26a. Rata-rata kandungan P (%)	88
26b. Sidik ragam kandungan P	88
27a. Rata-rata persentase serangan <i>S. exigua</i> 21 HST (%)	89
27b. Sidik ragam persentase serangan <i>S. exigua</i> 21 HST	89
28a. Rata-rata persentase serangan <i>S. exigua</i> 28 HST (%)	90
28b. Sidik ragam persentase serangan <i>S. exigua</i> 28 HST	90
29a. Rata-rata persentase serangan <i>S. exigua</i> 35 HST (%)	91
29b. Sidik ragam persentase serangan <i>S. exigua</i> 35 HST	91
30a. Rata-rata persentase serangan <i>S. exigua</i> 42 HST (%)	92
30b. Sidik ragam persentase serangan <i>S. exigua</i> 42 HST	92
31a. Rata-rata kejadian penyakit layu fusarium (%)	93
31b. Sidik ragam kejadian penyakit layu fusarium.....	93
32. Deskripsi bawang merah varietas Maserati.....	94
33. Hasil analisis kandungan biochar sekam padi.....	95
34. Hasil analisis tanah sebelum dan setelah penelitian	95

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Teks	Halaman
2.1	Kerangka pikir penelitian.....	11
3.1	Alat CCM-200 plus.....	20
4.1	Rata-rata tinggi tanaman bawang merah 21 HST, 28 HST, 35 HST, 42 HST, dan 49 HST.....	22
4.2	Rata-rata tinggi tanaman bawang merah 49 HST	25
4.3	Rata-rata jumlah daun bawang merah 21 HST, 28 HST, 35 HST, 42 HST, dan 49 HST.....	26
4.4	Rata-rata jumlah daun tanaman bawang merah 21 HST	26
4.5	Rata-rata jumlah daun tanaman bawang merah 49 HST	28
4.6	Rata-rata bobot brangkasan segar tanaman bawang merah.....	29
4.7	Rata-rata bobot brangkasan kering tanaman bawang merah.....	30
4.8	Rata-rata kadar air umbi tanaman bawang merah	34
4.9	Rata-rata susut umbi tanaman bawang merah.....	34
4.10	Rata-rata indeks panen tanaman bawang merah.....	36
4.11	Rata-rata luas bukaan stomata tanaman bawang merah	37
4.12	Rata-rata persentase serangan <i>S. exigua</i> bawang merah 21 HST, 28 HST, 35 HST, dan 42 HST	40
Nomor urut	Lampiran	Halaman
1.	Denah rancangan petak perlakuan.....	96
2.	<i>Layout</i> bedengan	97
3.	Proses pembuatan biochar sekam padi	98
4.	Proses persiapan benih dan bibit bawang merah	98
5.	Proses persiapan lahan.....	99
6.	Proses pengaplikasian biochar sekam padi dan tiga jenis cendawan.....	99
7.	Pengamatan pertumbuhan dan produksi.....	100
8.	Penampilan fisik (a) serangan <i>Spodoptera exigua</i> , (b) layu fusarium	100
9.	Penampilan fisik umbi pada setiap kombinasi perlakuan	101

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah salah satu komoditas hortikultura yang tergolong populer di masyarakat Indonesia. Komoditas sayuran rempah ini memiliki banyak manfaat dan nilai ekonomi yang tinggi. Bawang merah biasanya banyak dibutuhkan sebagai bumbu masakan dan obat tradisional. Permintaan dan kebutuhan bawang merah terus meningkat dari tahun ketahun seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan keragaman kebutuhan yang semakin meningkat serta tingginya daya beli masyarakat.

Konsumsi bawang merah oleh sektor rumah tangga tahun 2021 mencapai 790,63 ribu ton, naik sebesar 8,33% (60,81 ribu ton) dari tahun 2020 yaitu 729,82 ribu ton dengan rata-rata konsumsi bawang merah di Indonesia tahun 2021 mencapai 0,56 ons per kapita per minggu (Badan Pusat Statistik, 2021). Keberagaman kebutuhan akan bawang merah menyebabkan permintaan bawang merah di dalam negeri terus meningkat, bahkan pada saat tertentu terjadi kelangkaan. Bawang merah masuk dalam tujuh komoditas penting karena dapat menyebabkan inflasi jika persediaan dimasyarakat kurang (Kustiari, 2017).

Peningkatan kebutuhan bawang merah harus diimbangi dengan peningkatan produksinya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2021) bahwa luas panen tahun 2019 sebesar 159.195 ha dan tahun 2020 meningkat sebesar 17,40% menjadi 186.900 ha. Peningkatan luas panen bawang merah diikuti dengan peningkatan produksi yang besar, namun tingkat produktivitasnya menurun. Produksi bawang merah nasional tahun 2019 sebanyak 1.580.247 ton dengan produktivitas 9,93 t ha⁻¹. Sedangkan tahun 2020 produksi mencapai 1.815.445 ton dengan produktivitas 9,71 t ha⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan produksi bawang merah sejalan dengan peningkatan luas panen, namun produktivitasnya tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan.

Penurunan produktivitas bawang merah umumnya disebabkan oleh penurunan kesuburan tanah. Pada saat ini budidaya bawang merah dengan hasil yang tinggi umumnya sangat bergantung pupuk anorganik. Namun, pupuk anorganik banyak menimbulkan masalah kerusakan lingkungan (Hawayanti dan Palmasari, 2018) dan produktivitas lahan pertanian menjadi menurun (Supartha et al., 2012). Selain itu, penggunaan pestisida kimia dalam jangka panjang dan

berlebihan merupakan beban yang sangat besar bagi masyarakat dan lingkungan serta dapat meningkatkan resistensi hama (Wang et al., 2021).

Permasalahan dalam budidaya bawang merah yaitu pemberian pupuk anorganik dan pestisida yang terus menerus secara berlebihan. Akibatnya, selain mencemari lingkungan juga akan merusak kesuburan fisik, kimia, dan biologi tanah yang akhirnya akan menurunkan produktivitas lahan pertanian. Selain itu, penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus juga dapat meningkatkan keasaman tanah sehingga populasi organisme penyubur tanah menjadi berkurang dan bahkan mati. Punahnya mikroba alami yang mengurai dalam tanah sehingga tanaman rentan terhadap serangan hama dan penyakit sehingga mempengaruhi produksi dan produktivitas bawang merah serta tidak ramah lingkungan.

Salah satu upaya dalam mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan pendekatan teknologi yang digunakan untuk meningkatkan produksi bawang merah yaitu teknologi Produksi Lipat Ganda (PROLIGA) diantaranya dengan mengatur jarak tanam untuk melipatgandakan populasi, pengendalian hama dan penyakit ramah lingkungan, serta budidaya tanaman bawang merah menggunakan biji botani atau *True Shallot Seed* (TSS). Penggunaan biji botani (TSS) selain sebagai alternatif saat bibit bawang dari umbi menjadi langka ataupun harganya sangat tinggi, juga lebih hemat bibit dan lebih sehat karena terbebas dari patogen tular yang umumnya banyak terdapat pada umbi bibit serta memiliki potensi produksi yang tinggi.

Selain penggunaan bahan tanam, penambahan bahan organik berupa biochar sekam padi merupakan alternatif dalam peningkatan kandungan bahan organik dalam tanah. Biochar sekam padi merupakan salah satu pemanfaatan limbah pertanian yang dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah dan dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah. Menurut Lehmann dan Rondon (2006); Widyantika dan Prijono (2019) bahwa residu dari prosesing biji-bijian seperti sekam padi dapat digunakan untuk membuat biochar. Mengingat bahwa pemanfaatan limbah sekam padi belum maksimal, sehingga saat ini sekam sebagai limbah penggilingan padi jumlahnya 20-23% dari gabah.

Pemanfaatan biochar merupakan salah satu bagian utama dari pengelolaan limbah pertanian dan aplikasi biochar dapat meningkatkan kesuburan tanah dan produksi bawang merah (Pakpahan et al., 2020). Verdiana et al., 2016, melaporkan bahwa penggunaan biochar sekam padi dapat memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan

tanpa biochar. Aplikasi biochar 2 t ha⁻¹ dan 4 t ha⁻¹ mampu menurunkan dosis pupuk anorganik (NPK) hingga 45% pada tanaman jagung.

Permasalahan dalam budidaya bawang merah yang perlu menjadi perhatian selain penurunan kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan sehingga menurunkan produksi, yakni serangan hama dan penyakit. Hama utama bawang merah adalah *Spodoptera exigua* dan penyakit layu fusarium. *S. exigua* menyebabkan kerusakan tanaman bawang merah sekitar 44,72% hingga 81,90% sebelum panen dan kerusakan umbi bawang merah mencapai 10-12% setelah panen (Soumia et al., 2020), serta menyebabkan penurunan hasil hingga 70% (Nilamsari et al. 2021). Sedangkan layu fusarium menyebabkan kehilangan hasil bawang merah di atas 50% (Supyani et al., 2021). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian untuk mencegah kerugian yang lebih besar. Salah satu upaya pengendalian yang dapat dilakukan yaitu penggunaan cendawan sebagai agens pengendali hayati berupa *Trichoderma asperellum*, *Beauveria bassiana*, dan *Metarhizium anisopliae*.

T. asperellum selain berperan dalam melarutkan fosfor yang terikat dalam tanah dan dapat memacu pertumbuhan tanaman (Wang et al., 2021), juga berperan sebagai agens pengendali hayati yang bersifat antagonis terhadap penyakit layu fusarium (Stracquadanio et al., 2020). Menurut Dermawan et al., (2018) pengaplikasian *T. asperellum* 4 g per tanaman secara nyata memberikan hasil terbaik pada panjang buah cabai per tanaman. Hasil penelitian Haring et al. (2020) *Trichoderma* sp. 4 g per tanaman memiliki pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah pada parameter yang diamati dengan produksi umbi bawang merah 5,84 t ha⁻¹. Selain itu, aplikasi *T. asperellum* mampu meningkatkan hasil bawang merah sebesar 32,36% pada komponen berat umbi kering dibanding kontrol (Septania et al., 2022). Temuan Antari et al. (2020) bahwa aplikasi *T. asperellum* mampu menghasilkan daya hambat 100% terhadap pertumbuhan *F. oxysporum* f. sp. *capsica*.

B. bassiana merupakan cendawan entomopatogen yang banyak digunakan untuk mengendalikan hama. Aplikasi *B. bassiana* dapat menginfeksi *S. exigua* yang mengakibatkan serangga keracunan dan mati sehingga dapat menurunkan intensitas serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah. Menurut Wang et al. (2021), bahwa *B. bassiana* sebagai entomopatogen (hidup sebagai parasit pada serangga) sehingga dapat mengendalikan hama *S. exigua*. *B. bassiana* memiliki kemampuan dalam menghasilkan berbagai jenis zat racun berupa metabolit

sekunder yang berperan menjadi parasit dan membunuh serangga inang. Hasil penelitian Razak et al. (2016), melaporkan bahwa pengaplikasian *B. bassiana* berpengaruh terhadap intensitas serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah lokal Palu dengan intensitas serangan yang rendah yaitu pada perlakuan 10 g L⁻¹. Selanjutnya, hasil penelitian Marni (2018), menyatakan bahwa pemberian *B. bassiana* meningkatkan jumlah umbi segar tertinggi pada perlakuan 14 g L⁻¹ yaitu 2,94 kg/petak. Selain itu, temuan Pangestiningih (2011) pada uji efektifitas penggunaan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* yang diaplikasikan pada *S. exigua* dapat menekan persentase serangan secara berturut-turut 14,28% dan 11,25%.

Penggunaan biochar sekam padi dan tiga jenis cendawan diharapkan dapat menjadi alternatif peningkatan kandungan bahan organik dalam tanah sehingga dapat memperbaiki keadaan biologis tanah karena adanya penambahan biochar sekam padi sebagai pembenah tanah. Kemudian, dapat menekan serangan hama dan penyakit sehingga bawang merah dapat bertumbuh dan berproduksi secara optimal. Oleh karena itu, dipandang perlu dilakukan penelitian tentang pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium Ascalonicum* L.) yang diaplikasi biochar sekam padi dan tiga jenis cendawan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh interaksi pemberian biochar sekam padi dan tiga jenis cendawan terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah?
2. Bagaimana pengaruh pemberian berbagai dosis biochar sekam padi terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah?
3. Bagaimana pengaruh pemberian tiga jenis cendawan terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui dan mengkaji pengaruh interaksi pemberian biochar sekam padi dan tiga jenis cendawan terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah.
2. Untuk mengetahui dan mengkaji pengaruh pemberian berbagai dosis biochar sekam padi terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah.
3. Untuk mengetahui dan mengkaji pengaruh pemberian tiga jenis cendawan terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bawang Merah

Bawang merah adalah tanaman semusim yang tingginya berkisar 15-40 cm. Bawang merah tumbuh membentuk rumpun dengan akar serabut serta memiliki daun berbentuk silinder berongga dan memiliki umbi yang berlapis. Umbi bawang merah terbentuk dari lapisan-lapisan daun yang melebar dan menyatu (Dewi, 2012). Akar tanaman bawang merah memiliki akar serabut dengan sistem perakaran dangkal dan bercabang terpencair, pada kedalaman antara 15-20 cm di dalam tanah. Jumlah perakaran tanaman bawang merah dapat mencapai 20-200 akar. Diameter bervariasi antara 5-2 mm, akar cabang tumbuh dan terbentuk antara 3-5 akar (Suhaeni, 2007). Menurut Suriana (2011) bahwa morfologi serabut akar inilah yang menyebabkan akar bawang merah hanya berkembang di permukaan tanah (dangkal) yang menyebabkan tanaman ini sangat rawan kekeringan.

Tanaman bawang merah memiliki batang sejati (diskus) berbentuk seperti cakram, tipis dan pendek sebagai tempat melekat perakaran dan akar tunas. Di bagian atas diskus terbentuk batang semu yang tersusun dari pelepah-pelepah daun. Daun bawang merah berbentuk seperti pipa, yakni bulat kecil memanjang antara 50–70 cm, berlubang, bagian ujungnya meruncing, berwarna hijau muda sampai hijau tua, dan letak daun melekat pada tangkai yang ukurannya relatif pendek (Rukmana, 1994).

Bunga bawang merah ini memiliki panjang antara 30-90 cm, dan juga memiliki pangkal ujung kuntum bunga yang hampir menyerupai payung. Bunga bawang merah ini juga merupakan salah satu bunga sempurna dan juga dapat melakukan penyerbukan sendiri (Laia, 2017). Tiap kuntum bunga terdiri atas 5-6 helai daun bunga yang berwarna putih, 6 benang sari berwarna hijau atau kekuning-kuningan, 1 putik dan bakal buah berbentuk hampir segitiga (Wibowo, 2009).

Biji bawang merah dapat berkecambah pada kondisi kelembapan yang sesuai. Biji berbentuk bulat, pipih, berkerut dengan bentuk tidak beraturan dan memiliki lapisan pelindung berwarna hitam. Biji dihasilkan dari umbel bunga bawang merah yang telah masak. Bobot rata-rata 1000 biji berkisar 2-3 g, berat biji rata-rata berkisar 0,36–0,4 g dan 0,22-0,36 g (Brewster, 2008).

Umbi bawang merah merupakan umbi ganda ini terdapat lapisan tipis yang tampak jelas, dan umbi-umbinya tampak jelas juga sebagai benjolan kekanan dan kekiri, dan mirip siung bawang putih. Lapisan pembungkus siung umbi bawang merah tidak banyak, hanya sekitar dua sampai tiga lapis, dan tipis yang mudah kering. Sedangkan lapisan dari setiap umbi berukuran lebih banyak dan tebal (Suparman, 2007). Umbi lapis bawang merah sangat bervariasi. Bentuknya ada yang bulat, bundar sampai pipih, jika dipotong bahagian lapisan-lapisan umbi terlihat berbentuk cincin. Ukuran umbi meliputi besar, sedang dan kecil (Wibowo, 2009).

Pertumbuhan terbaik bawang merah yakni pada ketinggian 1-250 m di atas permukaan laut, sedangkan untuk menghasilkan umbi lapis, suhu yang sesuai berkisar antara 25-30 °C, dengan curah hujan 100-200 mm/bulan, kelembaban relatif 50-70%, pada tanah gembur, subur yang berisi bahan organik dalam jumlah besar dengan ketersediaan air dan aerasi yang cukup, tidak becek, serta tanah dengan pH 6,0-6,8 (Rosliani et al., 2005). Menurut Menurut Kusumayana dan Ronna (2016), tanaman bawang merah lebih menghendaki daerah yang terbuka dengan penyinaran \pm 70%. Apabila terlindung umbinya kecil.

2.2 Biochar Sekam Padi

Biochar adalah padatan arang tinggi karbon (C) hasil konversi biomassa diproses dengan pembakaran tidak sempurna dan tanpa oksigen (pirolisis). Biochar bersifat sukar teroksidasi dan bersifat lebih stabil dalam tanah (Mawardiana et al., 2013). Biochar atau arang aktif sudah sejak lama dikenal di Indonesia sebagai pembenah tanah. Pengaplikasian biochar diharapkan akan dapat memberikan peningkatan kesuburan tanah khususnya dalam memenuhi kebutuhan unsur hara seperti nitrogen, serta menjaga kondisi sifat kimia tanah seperti pH, KTK, dan C-Organik tanah (Sukartono et al., 2011).

Biochar memiliki kapasitas menahan air yang tinggi, sehingga dapat menjaga unsur hara N agar tidak mudah tercuci dan menjadikannya lebih tersedia untuk tanaman. Pemberian biochar dapat meningkatkan kelembaban dan pH tanah, sehingga merangsang proses mineralisasi N dan nitrifikasi yang menyebabkan serapan tanaman meningkat (Nguyen et al., 2017). Kualitas biochar ditentukan oleh proses pembuatan dan bahan bakunya. Biochar dapat diproduksi dari berbagai bahan yang mengandung ligniselulosa seperti kayu, sisa tanaman (jerami padi, sekam padi, tandan kosong kelapa sawit, dan limbah sagu) dan pupuk kandang (Maguire dan Aglevor, 2010).

Biochar sekam padi merupakan salah satu pemanfaatan limbah pertanian yang dapat meningkatkan kesuburan tanah. Menurut Lehmann dan Rondon (2006); Widyantika dan Prijono (2019) menyatakan bahwa residu dari prosesing biji-bijian seperti sekam padi dapat digunakan untuk membuat biochar. Mengingat bahwa pemanfaatan limbah sekam padi belum maksimal, untuk saat ini sekam sebagai limbah penggilingan padi jumlahnya 20-23% dari gabah.

Hasil temuan Kim et al. (2016), bahwa pemberian biochar sekam padi (10-50 t ha⁻¹) dapat meningkatkan sifat fisikokimia tanah dan peningkatan pertumbuhan tanaman. Verdiana et al. 2016, melaporkan bahwa penggunaan biochar sekam padi dapat memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tanpa biochar. Aplikasi biochar 2 t ha⁻¹ dan 4 t ha⁻¹ mampu menurunkan dosis pupuk anorganik (NPK) hingga 45% pada tanaman jagung. Pemanfaatan biochar merupakan salah satu bagian utama dari pengelolaan limbah pertanian dan aplikasi biochar dapat meningkatkan kesuburan tanah dan produksi bawang merah (Pakpahan et al., 2020).

2.3 *Trichoderma asperellum*

Trichoderma sp. merupakan cendawan antagonis yang sangat penting untuk pengendalian hayati. Mekanisme pengendalian *Trichoderma sp.* yang bersifat spesifik target, mengkoloni rhizosfer dengan cepat dan melindungi akar dari serangan cendawan patogen, mempercepat pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil produksi tanaman (Purwantisari dan Hastuti, 2009). *Trichoderma sp.* merupakan cendawan yang hidup bebas yang banyak terdapat di dalam tanah dan sistem akar dan diketahui dapat melarutkan fosfat dan unsur hara mikro (Saravanakumar et al., 2013).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa agens hayati seperti *Trichoderma sp.* juga dapat berfungsi sebagai dekomposer. *Trichoderma sp.* berperan sebagai dekomposer dalam proses pengomposan untuk mengurai bahan organik seperti selulosa menjadi senyawa glukosa. *Trichoderma sp.* sebagai dekomposer membantu mendegradasi bahan organik sehingga lebih tersedianya hara bagi pertumbuhan tanaman (Viterbo et al., 2007). Keunggulan lain dari *Trichoderma sp.* yaitu dapat digunakan sebagai biofungisida yang ramah lingkungan (Soesanto, 2004).

Keadaan lingkungan yang kurang baik, miskin hara atau kekeringan, *Trichoderma sp.* akan membentuk klamidospora sebagai propagul untuk bertahan dan berkembang kembali jika keadaan lingkungan sudah

menguntungkan. Oleh karena itu, dengan sekali aplikasi *Trichoderma* sp. akan tetap tinggal dalam tanah. Hal ini merupakan salah satu kelebihan pemanfaatan *Trichoderma* sp. sebagai agensia pengendalian hayati khususnya untuk patogen tular tanah (Berlian et al., 2013). Mekanisme *Trichoderma* sp. sebagai agensia pengendali patogen tular tanah dapat melalui mekanisme parasitisme, kompetisi ruang dan nutrisi, membentuk lingkungan yang cocok, membentuk zat pemicu pertumbuhan, serta antibiosis dan induksi ketahanan tanaman (Berlian et al., 2013).

Menurut Valentine (2017) pengaplikasian *Trichoderma* sp. 15 g per tanaman terbukti dapat mendukung pertumbuhan tanaman seperti meningkatkan panjang akar tanaman, bobot buah, dan bobot kering benih melon hibrida. Hasil penelitian Haring et al. (2020) *Trichoderma* sp. 4 g per tanaman memiliki pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah pada parameter yang diamati dengan produksi umbi bawang merah 5,84 t ha⁻¹.

Beberapa Spesies *Trichoderma* yang sudah diketahui bersifat endofit diantaranya yaitu *T. harzianum*, *T. hamatum*, dan *T. asperellum* (Bailey et al., 2008). *T. asperellum* selain berperan sebagai agens pengendali hayati yang bersifat antagonis terhadap penyakit layu fusarium (Stracquadanio et al., 2020), juga dapat memacu pertumbuhan tanaman (Wang et al., 2021). Hasil penelitian Dermawan et al. (2018) menemukan bahwa pengaplikasian *T. asperellum* 4 g per tanaman secara nyata memberikan hasil terbaik pada panjang buah cabai per tanaman pada 110 hari setelah tanam (HST). Menurut Ismail (2020) menjelaskan bahwa pengaplikasian kombinasi *T. asperellum*, mulsa dan kompos bahan tanaman memberikan peningkatan produksi bawang merah lokal palu sebesar 125% terhadap kontrol. Selain itu, aplikasi *T. asperellum* mampu meningkatkan hasil tanaman bawang merah sebesar 32,36% pada komponen berat umbi kering dibanding kontrol (Septania et al., 2022). Temuan Antari et al., (2020) bahwa aplikasi *T. asperellum* mampu menghasilkan daya hambat 100% terhadap pertumbuhan *F. oxysporum f.sp. capsica*.

2.4 *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana sebagai entomopatogen (hidup sebagai parasit pada serangga) sehingga dapat mengendalikan hama *S. exigua*. *B. bassiana* memiliki kemampuan dalam menghasilkan berbagai jenis zat racun berupa metabolit sekunder yang berperan menjadi parasit dan membunuh serangga inang (Wang et al., 2021). *B. bassiana* dapat diisolasi dari bangkai serangga maupun tanah,

karena tanah merupakan tempat terbaik untuk propagul infeksi dan bertahan hidup dalam bentuk konidia atau hifa saprofit (Abebe, 2002; Gottwald dan Tedders, 1984; Rosfiansyah, 2009). Jika kondisi lingkungan tidak menguntungkan, cendawan ini akan melakukan dormansi dan akan aktif apabila mendapatkan inang untuk diinfeksi (Boucias dan Pendland, 1998; Rosfiansyah, 2009).

Penempelan konidia ke tubuh serangga biasanya terjadi secara pasif melalui bantuan angin atau air, sehingga menyebabkan kontak antara konidia dengan permukaan integumen (Inglis et al., 2001; Rosfiansyah, 2009). Setelah terjadi kontak, konidia *B. bassiana* membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat berkecambah dan menginfeksi serangga, karena perkecambahan konidia tergantung pada kelembaban, suhu, cahaya dan nutrisi (Tanada dan Kaya, 1993; Inglis et al., 2001; Rosfiansyah, 2009).

Sistem kerja *B. bassiana* masuk ke tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel, dan lubang lainnya. Selain itu, inokulum cendawan yang menempel pada tubuh serangga inang dapat berkecambah dan berkembang membentuk tabung kecambah, kemudian masuk menembus kutikula tubuh serangga. Penembusan dilakukan secara mekanis dan atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin yang disebut *beauvericin*, antibiotik ini dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hemolimfa serangga, sehingga mengakibatkan pembengkakan yang disertai pengerasan yang membuat kerusakan jaringan tubuh serangga dan dalam hitungan hari, serangga akan mati. Setelah itu, miselia cendawan akan tumbuh ke seluruh bagian tubuh serangga (Thomas dan Read, 2007).

Hasil temuan Razak et al. (2016), melaporkan bahwa pengaplikasian *B. bassiana* berpengaruh terhadap intensitas serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah lokal Palu dengan intensitas serangan yang rendah yaitu pada perlakuan 10 g L⁻¹. Selanjutnya, hasil penelitian Marni (2018), menyatakan bahwa pemberian *B. bassiana* meningkatkan jumlah umbi segar tertinggi pada perlakuan 14 g L⁻¹ yaitu 2,94 kg/petak. Selain itu, menurut Pangestiningih (2011) pada uji efektifitas penggunaan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* yang diaplikasikan pada *S. exigua* dapat menekan persentase serangan secara berturut-turut 14,28% dan 11,25%.

2.5 *Metarhizium anisopliae*

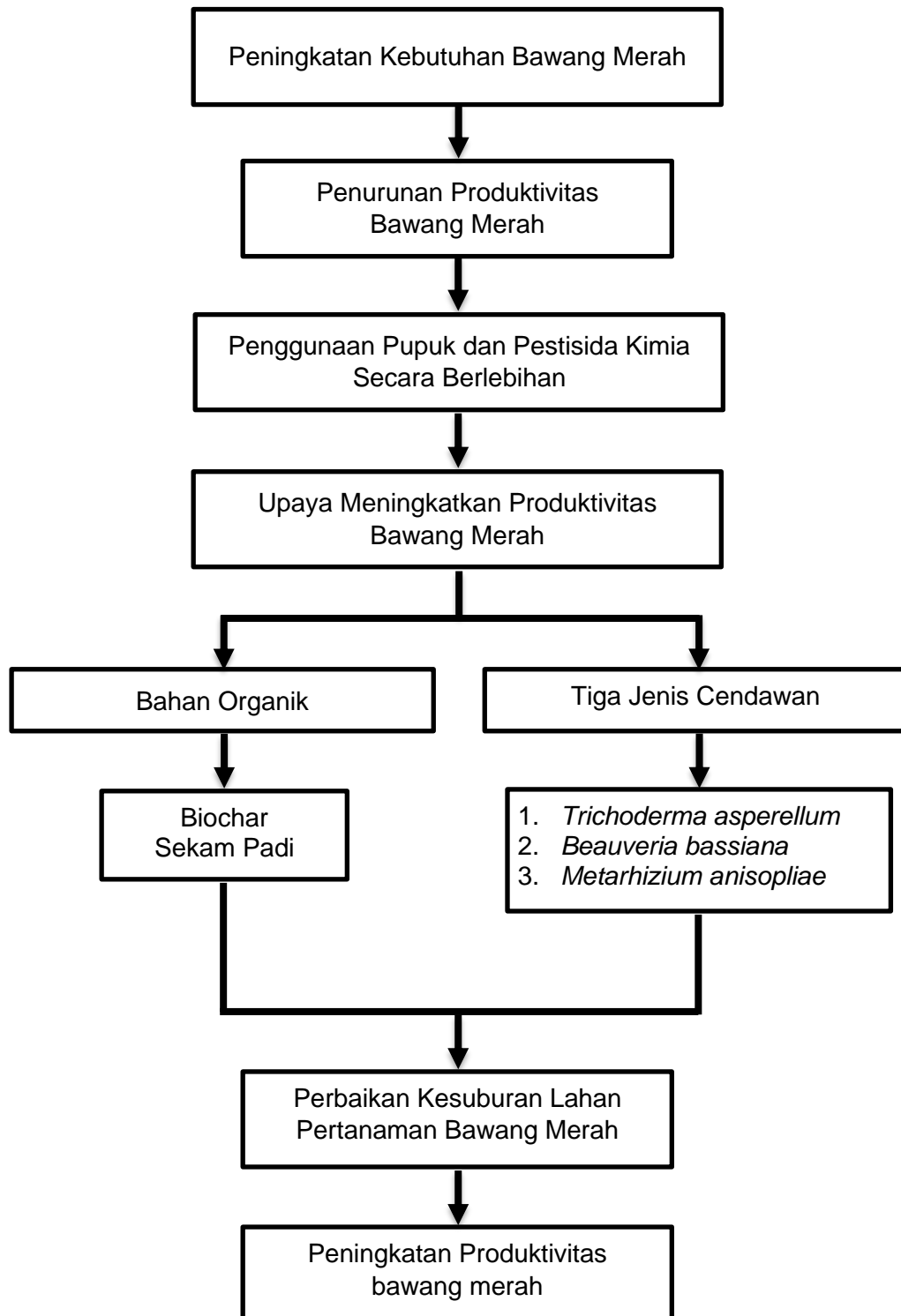
Metarhizium anisopliae adalah cendawan entomopatogen yang termasuk dalam divisi Deuteromycotina: Hyphomycetes. Cendawan ini biasa disebut *Green*

Muscardine Fungus dan telah lama digunakan sebagai agens hayati dan dapat menginfeksi beberapa jenis serangga (Prayogo et al., 2005). Kebanyakan cendawan entomopatogen terutama *M. anisopliae* telah banyak digunakan untuk mengendalikan serangga hama (Moorhouse et al. 1992, 1993, Booth & Shanks 1998, Bruck 2005, Bruck & Donahue 2007, Freed et al., 2012). *M. anisopliae* dapat diisolasi dari tanah dan serangga yang terinfeksi serta dapat persisten di dalam tanah terutama jika propagulnya kontak dengan inang yang rentan. Di dalam tanah cendawan ini bersifat sebagai saprofit (Ferron 1978, Keller et al. 2003, Meyling & Eilenber 2007, Tkaczuk et al. 2014, Hasyim & Azawana 2003).

M. anisopliae dapat melakukan penetrasi ke dalam tubuh inang dengan adanya tekanan mekanik dan bantuan toksin yang dikeluarkan oleh cendawan. Serangga dapat terinfeksi konidia melalui kutikula atau melalui celah di antara segmen-segmen tubuhnya. Kemudian cendawan berkecambah dengan membentuk tabung kecambah sehingga cendawan dapat masuk ke tubuh inang dan menyebar ke jaringan *haemocoel* (Feng et al., 2004). Selanjutnya cendawan menginfeksi saluran makanan dan sistem pernapasan. Akibatnya serangga mati. Konidia cendawan yang infeksiif segera terbentuk pada bagian luar tubuh inang dan siap untuk disebar oleh angin, air dan bahkan serangga (Tkaczuk et al. 2014, Shaw et al. 2002, Shahid et al., 2012).

M. anisopliae menghasilkan hifa yang mengadakan penetrasi pada kutikula serangga dan berkembang di dalam tubuh serangga serta menghasilkan destruksin yang dapat membunuh serangga. *M. Anisopliae* ini bersifat parasit pada serangga dan bersifat saprofit pada tanah atau bahan organik. Cendawan ini mengadakan penetrasi ke dalam tubuh serangga melalui kontak dengan kulit di antara ruas-ruas tubuh. Mekanisme penetrasinya di mulai dengan menempelkan konidia pada kutikula atau mulut serangga. Konidia ini selanjutnya berkecambah dengan membentuk tubuh kecambah. *Apresorium* mula-mula dibentuk dengan menembus epitikula, selanjutnya menembus jaringan yang lebih dalam (Heriyanto, 2008).

2.6 Kerangka Pikir



Gambar 2.1. Kerangka pikir penelitian

2.7 Hipotesis

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan di atas, dapat disusun hipotesis yaitu:

1. Terdapat interaksi antara biochar sekam padi dan tiga jenis cendawan yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah.
2. Terdapat satu atau lebih dosis biochar sekam padi yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah.
3. Terdapat satu atau lebih jenis cendawan yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah.