

Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) yang Diaplikasi Biochars Biomassa Jagung dan Metharizium

Growth and Production of Shallots (*Allium ascalonicum* L.) Applied with Corn Biomass Biochars and Metharizium

Nuniek Widiyani, Elkawakib Syam'un*, Ansar Anwar

Departemen Budidaya Pertanian, Universitas Hasanuddin, Tamalanrea, Makassar, 90241-90245, Indonesia

* E-mail: nuniekwidiyani@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menguji dosis biochars biomassa jagung dan *Metharizium* yang memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah. Penelitian dilaksanakan di *Experimental Farm*, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2022 sampai dengan Februari 2023. Penelitian ini disusun dalam bentuk rancangan percobaan faktorial 2 faktor (F2F) dalam rancangan acak kelompok (RAK). Faktor pertama yaitu dosis biochars biomassa jagung yang terdiri atas 4 taraf perlakuan yaitu biochar biomassa jagung 0 t ha⁻¹; biochar biomassa jagung 10 t ha⁻¹; biochar biomassa jagung 15 t ha⁻¹; dan biochar biomassa jagung 20 t ha⁻¹. Sedangkan faktor kedua yaitu dosis *Metharizium* yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu *Metharizium* 0 g/tanaman; *Metharizium* 4 g/tanaman; *Metharizium* 8 g/tanaman, dan *Metharizium* 12 g/tanaman. Hasil penelitian yang memberikan pengaruh interaksi terbaik pada pertumbuhan dan produksi bawang merah yang didapatkan adalah biochar 10 ton ha⁻¹ dengan metarhizium 12 g/L memberikan hasil terbaik pada parameter jumlah daun 50 hst (6,11 helai), sedangkan pengaruh kombinasi tanpa pemberian biochar (kontrol) dengan *Metarhizium* 12 g/L memberikan hasil terbaik pada parameter produksi umbi per petak (1,18 g) dan produksi umbi per hektar (8,19 ton).

Kata Kunci: *Bawang merah, Biochars biomassa jagung, Metharizium.*

ABSTRACT

This study aims to determine and test the dosage of corn biomass and Metharizium biochars that give the best results on the growth and production of shallots. The research was carried out at the Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University, Makassar City, South Sulawesi Province. This research was conducted from December 2022 to February 2023. This research was arranged in the form of a 2 factor factorial experimental design (F2F) in a randomized group design (RBD). The first factor was the dose of corn biomass biochar which consisted of 4 treatment levels, namely corn biomass biochar 0 t ha⁻¹; corn biomass biochar 10 t ha⁻¹; corn biomass biochar 15 t ha⁻¹; and corn biomass biochar 20 t ha⁻¹. While the second factor was the dose of Metharizium which consisted of 4 treatment levels, namely Metharizium 0 g/plant; Metharizium 4 g/plant; Metharizium 8 g/plant, and Metharizium 12 g/plant. The results of the study that gave the best interaction effect on the growth and production of shallots obtained were biochar 10 tons ha⁻¹ with metarhizium 12 g/L giving the best results on the parameter number of leaves 50 hst (6.11 strands), while the effect of the combination without giving biochar (control) with metarhizium 12 g/L gave the best results in terms of tuber production per plot (1.18 g) and tuber production per hectare (8.19 tons).

Keywords: Shallot, Biochars of corn biomass, Metharizium.

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas hortikultura yang telah lama diusahakan oleh petani secara intensif di Indonesia. Ketersediaan bawang merah terus

dijaga sepanjang tahun karena dibutuhkan setiap hari terutama sebagai bumbu penyedap masakan. Selain sebagai bumbu utama masakan, bawang merah juga memiliki berbagai potensi yang bisa dimanfaatkan atau

dapat di olah sebagai bahan baku industri seperti bawang goreng, tepung, irisan kering, irisan basah, oleoresin, minyak, pasta, dan acar (Darmawidah et al., 2005).

Bawang merah merupakan sayuran yang umum dibudidayakan oleh petani di Indonesia menggunakan benih dari umbi (Anwar et. al., 2005). Petani bawang merah menghadapi masalah-masalah yang sifatnya internal maupun eksternal. Permasalahan internal petani antara lain adalah masalah sempitnya penguasaan lahan, rendahnya penguasaan teknologi, serta lemahnya permodalan. Permasalahan eksternal mencakup masalah perubahan iklim, serangan organisme pengganggu tanaman, serta masalah fluktuasi harga jual. Permasalahan tersebut dapat menimbulkan risiko dan ketidakpastian bagi petani (Saptana et. al., 2010).

Untuk mencapai produktivitas yang maksimal, sistem budidaya bawang merah harus dilakukan secara intensif sehingga perlu keterampilan dan keuletan ekstra dari setiap individu petani. Mengkaji persoalan produktivitas pada dasarnya mengkaji masalah efisiensi usahatani. Hal ini dikarenakan ukuran produktivitas pada hakikatnya mempengaruhi tingkat efisiensi teknis budidaya yang dilakukan oleh petani yang menunjukkan pada seberapa besar

output maksimum yang dapat dihasilkan dari tiap input yang tersedia. Menurut Pusdatin (2016) pertumbuhan produksi bawang merah tahun 2010-2015 sekitar 3.93% per tahun. Kegiatan produksi bawang merah mempunyai beberapa permasalahan. Menurut Prayudi et al., (2015) salah satu permasalahan kegiatan produksi bawang merah adalah ketersediaan benih. Basuki (2009) menyatakan bahwa penyediaan benih membutuhkan biaya yang cukup tinggi, yaitu biaya distribusi dan penyimpanan benih. Kesulitan distribusi benih juga menjadi permasalahan dalam kegiatan produksi bawang merah (Rosliani, 2013).

Berdasarkan data lima tahun terakhir Kementerian Pertanian (2020) selama tahun 2015 hingga 2019 produktivitas bawang merah menurut Provinsi di Indonesia menunjukkan peningkatan fluktuatif pada setiap tahunnya, khususnya di tahun 2019 terjadi peningkatan sebesar 3,55 persen dari produktivitas tahun 2018.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2020) produktivitas bawang merah nasional pada tahun 2019 ke tahun 2020 mengalami penurunan. Pada tahun 2019, produksi bawang merah nasional yaitu 1.580.247 ton dengan luas panen 159.195 ha dan produktivitas 9,93 ton ha-1, pada tahun 2020, produksi bawang merah nasional

mencapai 1.815.445 ton dengan luas panen 186.700 ha dan produktivitas 9,72 ton ha⁻¹. Berdasarkan data tersebut produksi bawang merah perlu ditingkatkan mengingat kebutuhan masyarakat terhadap bawang merah dari tahun ke tahun terus meningkat.

Salah satu upaya untuk mendukung pertumbuhan tanaman bawang merah adalah penggunaan media tanam yang tepat. Media tanam yang porous sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dan produksi bawang merah dalam memperbaiki kesuburan tanah (fisik, kimia dan biologi), yaitu dengan menggunakan pembenah tanah alami seperti penggunaan biochar dan pupuk kascing (Luta et al., 2019).

Salah satu permasalahan yang ditemui di Indonesia yakni berbagai lahan di Indonesia termasuk dalam kategori lahan kering dan iklim kering. Ciri dari lahan tipe ini adalah terbatasnya ketersediaan air akibat curah hujan yang sangat rendah. Dalam upaya mengatasi keterbatasan air dan guna pemenuhan unsur hara maka telah dikembangkan penggunaan biochar pada lahan pertanian untuk meningkatkan produksi tanaman. Biochar merupakan substansi arang kayu yang berpori, sering juga disebut charcoal yang diproses melalui pembakaran dengan minimum oksigen. Bahan baku yang bisa digunakan untuk

pembuatan biochar adalah sampah biomassa yang tidak dimanfaatkan seperti sekam padi, cangkang kelapa sawit, tempurung kelapa, tongkol jagung dan limbah pertanian lainnya (Vici et al., 2017).

Biochar atau arang hayati sudah sejak lama dikenal di Indonesia sebagai pembenah tanah. Pengaplikasian biochar diharapkan akan dapat memberikan peningkatan kesuburan tanah khususnya dalam memenuhi kebutuhan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman seperti nitrogen, serta menjaga kondisi sifat kimia tanah seperti pH, KTK, dan C-Organik tanah (Utomo et al., 2011). Kualitas biochar ditentukan oleh proses pembuatan dan bahan bakunya. Biochar dapat diproduksi dari berbagai bahan yang mengandung ligniselulosa seperti sisa kayu sisa tanaman dan pupuk kandang (Maguire et al., 2010).

Potensi bahan baku biochar yang sangat besar ini memberikan peluang perbaikan lahan terutama di lahan kering. Limbah pertanian terdiri atas 2 jenis yaitu yang pertama ialah bahan yang mudah terdekomposisi seperti jerami, batang jagung, limbah sayuran dan yang kedua ialah bahan yang sulit terdekomposisi seperti sekam padi, kulit buah kakao, kayu-kayuan, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, dan tongkol jagung. Jenis bahan baku adalah faktor

penting lain yang menentukan aplikasi biochar dan efeknya di dalam tanah. Sifat-sifatnya dipengaruhi oleh biomasanya yakni tentang struktur biomassa yang mengungkapkan bahwa selulosa, hemiselulosa dan lignin memiliki pengaruh besar terhadap pembentukan biochar karena bertanggung jawab terhadap produk yang mudah menguap dan lignin untuk menghasilkan arang (Sihotang et al., 2018).

Salah satu bahan baku yang berlimpah di Indonesia dan berpotensi untuk dijadikan biochar yakni tongkol jagung. Pemanfaatan tongkol jagung sebagai biochar mampu mengurangi limbah tongkol jagung yang tidak termanfaatkan dengan baik. Pada tongkol jagung terdapat selulosa 69,937%, hemiselulosa 17,797% dan lignin 9,006% (Sari et al., 2018).

Beberapa teknik yang biasa dilakukan petani untuk meningkatkan produksi bawang merah yakni dengan pemberian pupuk secara berlebihan. Pemberian pupuk dengan dosis tinggi menyebabkan bawang merah menjadi sangat rentan terhadap serangan hama penyakit. Petani biasanya mengendalikan hama dengan menggunakan pestisida kimia organik sintetik dengan frekuensi dan konsentrasi tinggi. Dampak negatif dari pestisida kimia organik sintetik telah dirasakan seperti timbulnya hama dan

penyakit yang tahan pestisida tertentu. Dirasakan pula bahwa penggunaan pestisida tertentu menjadi kurang baik bagi lingkungan dengan segala akibatnya, tetapi masalah hama dan penyakit belum saja terpecahkan dengan memuaskan bahkan bertambah kompleks (Hadisoeganda dkk, 1993).

Timbulnya masalah-masalah akibat penggunaan pestisida kimia organik sintetik ini merangsang penggunaan bioinsektisida sebagai insektisida yang aman bagi lingkungan dengan memanfaatkan senyawa beracun dari mikroba, ataupun jamur patogen (Untung, 2001). Pemanfaatan jamur patogen serangga adalah salah satu alternatif pengendalian hama secara hayati. Patogen serangga kurang mengakibatkan resistensi hama, dan aman bagi organisme bukan sasaran (Mandal dkk, 2003). Selain itu, keefektifan jamur patogen dalam mengendalikan berbagai jenis serangga hama sudah tidak diragukan lagi. Hal tersebut dapat dibuktikan dalam beberapa penelitian yang telah ada dan menyatakan bahwa jamur patogen serangga mampu mengendalikan berbagai jenis serangga hama. Salah satu insektisida yang sering digunakan dalam mengendalikan hama yakni *Metharizium*.

Salah satu cendawan entomopatogen yang potensial untuk mengendalikan adalah *Metarhizium anisopliae*. Keuntungan peng-

gunaan cendawan *Metarhizium* untuk pengendalian hayati adalah dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai tingkat perkembangan serangga mulai dari telur, larva, pupa dan imago. Trizelia et al. (2011) menyatakan bahwa *M. anisopliae* dapat menginfeksi hama seperti ulat pada tanaman sayuran. Kemudian hasil penelitian Wulan (2009) menunjukkan bahan isolate *M. anisopliae* dapat mengendalikan dan mematikan larva *S. litura* berkisar antara 15-42,5%.

METODOLOGI

1. Tempat dan Waktu.

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (Exfarm), Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar mulai dari bulan Desember 2022 hingga Februari 2023.

2. Alat dan Bahan.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah meteran, cangkul, hand tractor, patok, papan nama, alat tulis, gembor, alat ukur, knapsack sprayer, penggaris, kamera digital, timbangan digital, timbangan analog.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah umbi bawang merah, *Metarhizium*, pupuk NPK (16:16:16), herbisida Supremo 490 SL, mulsa plastik, bambu dan fungisida Antracol 70 WP.

3. Metode Penelitian.

Penelitian ini disusun dalam bentuk rancangan percobaan faktorial 2 faktor dalam bentuk rancangan acak kelompok (RAK), dimana faktor pertama yaitu pemberian Biochars biomassa jagung (B) yang terdiri atas 4 taraf yaitu tanpa Biochars biomassa jagung (b0), 10 ton ha-1 (b1), 15 ton ha-1 (b2), 20 ton ha-1 (b3). Kemudian faktor kedua yaitu pemberian *Metarhizium* (M) yang terdiri atas 4 taraf yaitu tanpa *Metharizium* (m0), dosis 4g/L (m1), dosis 8g/L (m2), dosis 12g/L (m3).

4. Pelaksanaan Penelitian.

Pelaksanaan penelitian meliputi kegiatan pengolahan lahan, lahan penelitian yang akan digunakan terlebih dahulu dibersihkan dari sampah dan kotoran yang ada. Kemudian dilakukan pembasmian gulma dengan penyemprotan herbisida pra tanam yaitu Supremo 490 SL. Setelah itu, melakukan pengolahan lahan dengan hand tractor, lalu membuat bedengan sebanyak 48 petak menggunakan cangkul, mengukur bedengan dengan meteran dengan ukuran 120 cm × 120 cm, dan tinggi 20 cm serta jarak antar bedengan 30 cm. Setiap bedengan diberi patok dan papan nama. Kedua yaitu penanaman, umbi bawang merah yang telah siap tanam, kemudian dipindah kebedengan yang telah dibuat sebelumnya dengan

masing-masing lubang diisi dengan 1 tanaman. Umbi yang dipilih yaitu setidaknya memiliki keragaan yang baik serta terbebas dari serangan hama dan penyakit. Satu minggu sebelum penanaman, dilakukan pengaplikasian Biochar biomassa jagung sesuai dengan perlakuan yang ada. Jarak tanam 20 cm × 20 cm, sehingga terdapat 25 tanaman per bedengan atau total populasi dari seluruh perlakuan yaitu 1.200 individu. Setelah melakukan penanaman, kemudian dilakukan penyiraman dengan air secukupnya. Ketiga yaitu pengaplikasian Biochar biomassa jagung dan pengaplikasian *Metharizium*, pengaplikasian Biochar biomassa jagung dilakukan 1 minggu sebelum tanam pada setiap bedengan dengan cara disebar di atas permukaan bedengan sesuai dengan dosis perlakuan yaitu tanpa Biochar biomassa jagung (b0), 10 ton ha⁻¹ (1,44 kg per petak) (b1), 15 ton ha⁻¹ (2,16 kg per petak) (b2), 20 ton ha⁻¹ (2,88 kg per petak) (b3). Pengaplikasian *Metharizium* dilakukan dengan cara ditimbang terlebih dahulu menggunakan timbangan analitik sesuai dengan dosis perlakuan kemudian di larutkan ke dalam 1 liter air setelah itu di semprotkan ke tanaman, pemberian dosis *Metarhizium* (M) yakni tanpa dosis perlakuan (m0), dosis 4g/L (m1), dosis 8g/L (m2), dosis 12g/L (m3). Keempat yaitu pemeliharaan,

Pemeliharaan tanaman bawang merah meliputi penyiraman, penyulaman, pengendalian gulma, pengaplikasian pupuk dan pengendalian hama dan penyakit. Keenam yaitu panen, Pemanenan dilakukan ketika tanaman telah memasuki masa panen dengan kriteria yaitu umbi telah terbentuk dengan sempurna, umbinya terlihat dipermukaan tanah dengan warna yang kemerahan. Pemanenan dilakukan secara konvensional yaitu dengan melakukan pencabutan keseluruhan tanaman, hingga umbinya terangkat ke atas tanah, lalu dibersihkan dari sisa-sisa tanah yang menempel, dan yang terakhir yaitu pengeringan, umbi yang telah dipanen kemudian dipisahkan dengan daunnya, sesuai dengan perlakuan. Kemudian diletakkan diatas wadah kertas atau plastik dan dikering anginkan selama 7 hari.

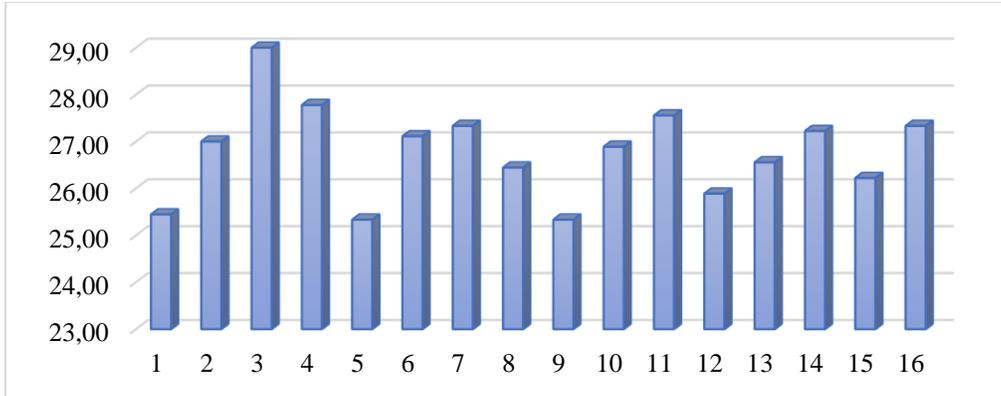
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

1.1 Tinggi tanaman

A. Tinggi tanaman 20 hst

Hasil pengamatan rata-rata dan analisis sidik ragam tinggi tanaman 20 hst dapat dilihat pada tabel lampiran 1a dan 1b. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung, metarhizium dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman bawang merah.



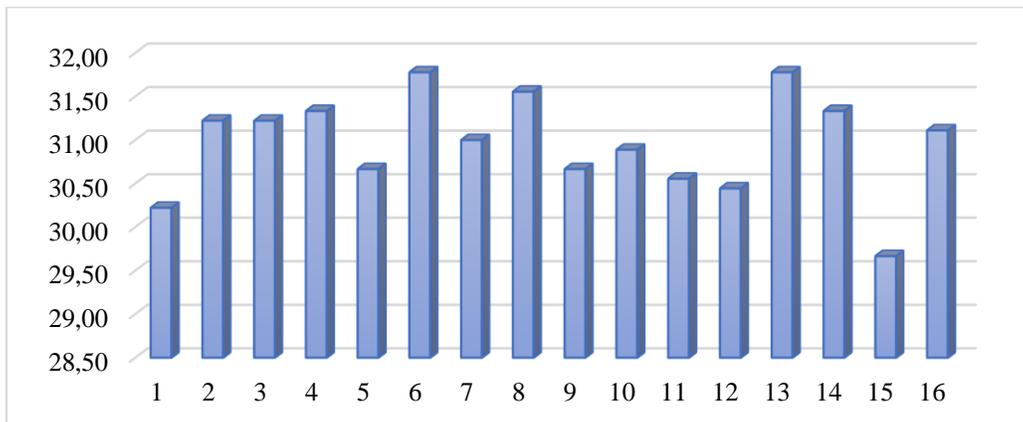
Gambar 1. Grafik Rata-rata Tinggi Tanaman 20 hst (cm) pada Perlakuan Biochar Biomassa Jagung dan *Metarhizium*.

Gambar 1 menunjukkan bahwa perlakuan b0m2 menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi yaitu 29,00 cm dan perlakuan b1m0 menghasilkan rata-rata terendah yaitu 25,33 cm.

B. Tinggi tanaman 30 hst

Hasil pengamatan rata-rata dan analisis sidik ragam tinggi tanaman 30 hst dapat

dilihat pada tabel lampiran 2a dan 2b. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung, *metarhizium* dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman bawang merah.



Gambar 2. Grafik Rata-rata Tinggi Tanaman 30 hst (cm) pada Perlakuan Biochar Biomassa Jagung dan *Metarhizium*.

Gambar 2 menunjukkan bahwa perlakuan b1m1 menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi yaitu 31,78 cm dan perlakuan b3m2 menghasilkan rata-rata terendah yaitu 29,67 cm.

C. Tinggi tanaman 40 hst

Hasil pengamatan rata-rata dan analisis sidik ragam tinggi tanaman 40 hst dapat

dilihat pada tabel lampiran 3a dan 3b. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung berpengaruh nyata, perlakuan metarhizium berpengaruh tidak nyata dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman bawang merah.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman 40 hst (cm) pada perlakuan biochar biomassa jagung dan Metarhizium.

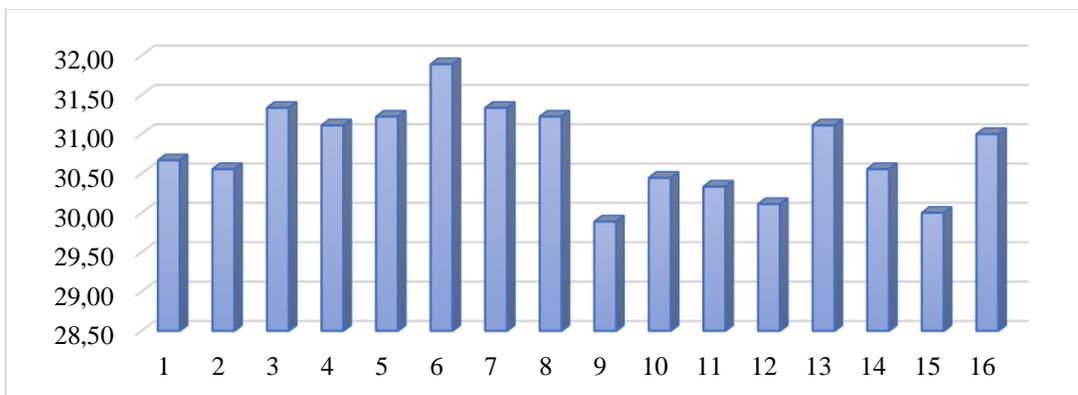
Biochar	Metarhizium				Rataan	NP (b) 0.05%	BNJ
	Kontrol (m0)	4g/L (m2)	8g/L (m2)	12g/L (m2)			
Kontrol (b0)	33.44	32.11	33.22	32.56	32.83b		
10 ton ha-1 (b1)	33.44	34.56	34.67	33.89	34.14ab	0.37	
15 ton ha-1 (b2)	32.78	32.89	33.78	32.33	32.94b		
20 ton ha-1 (b3)	34.00	33.67	33.67	35.89	34.31a		

Keterangan: Angka yang di ikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a,b) berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNJ α 0.05.

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung yang memberikan hasil rata-rata tinggi tanaman 40 hst tertinggi adalah perlakuan biochar 20 ton ha-1 (b3) dengan nilai rata-rata 34,31 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan biochar kontrol (b0) dan 15 ton ha-1 (b2) serta tidak berbeda nyata dengan perlakuan biochar 10 ton ha-1 (b1).

D. Tinggi tanaman 50 hst

Hasil pengamatan rata-rata dan analisis sidik ragam tinggi tanaman 50 hst dapat dilihat pada tabel lampiran 4a dan 4b. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung, metarhizium dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman bawang merah.



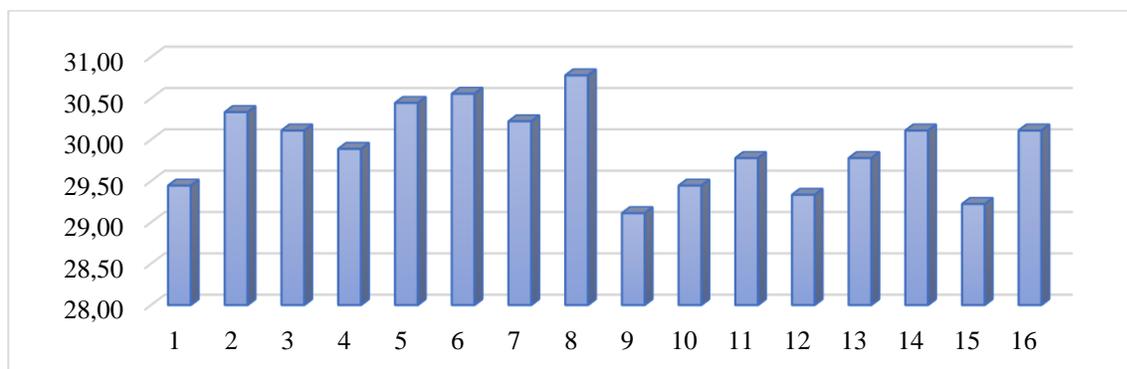
Gambar 3. Grafik Rata-rata Tinggi Tanaman 50 hst (cm) pada Perlakuan Biochar Biomassa Jagung dan Metarhizium.

Gambar 3 menunjukkan bahwa perlakuan b1m1 menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi yaitu 31,89 cm dan perlakuan b3m2 menghasilkan rata-rata terendah yaitu 29,89 cm.

E. Tinggi tanaman 60 hst

Hasil pengamatan rata-rata dan analisis sidik ragam tinggi tanaman 50 hst dapat

dilihat pada tabel lampiran 5a dan 5b. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung, metarhizium dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman bawang merah.



Gambar 4. Grafik Rata-rata Tinggi Tanaman 60 hst (cm) pada Perlakuan Biochar Biomassa Jagung dan Metarhizium.

Gambar 4 menunjukkan bahwa perlakuan b1m3 menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi yaitu 30,78 cm dan perlakuan b2m0

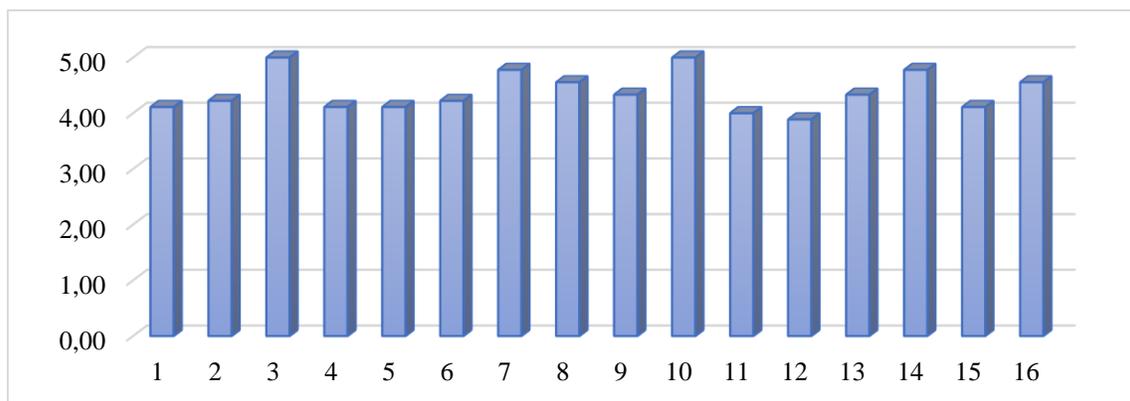
menghasilkan rata-rata terendah yaitu 29,11 cm.

1.2 Jumlah daun (helai)

A. Jumlah daun 20 hst

Hasil pengamatan rata-rata dan analisis sidik ragam jumlah daun 20 hst dapat dilihat pada tabel lampiran 6a dan 6b. Analisis sidik

ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung, metarhizium dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun bawang merah.

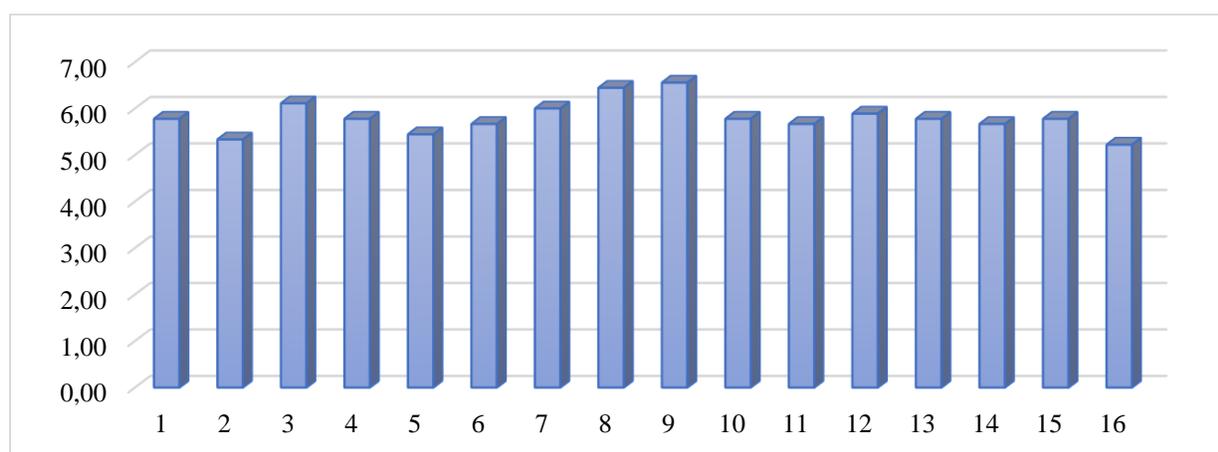


Gambar 5. Grafik Rata-rata Jumlah Daun 20 hst (helai) pada Perlakuan Biochar Biomassa Jagung dan Metarhizium.

Gambar 5 menunjukkan bahwa perlakuan b0m2 menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi yaitu 5,00 helai dan perlakuan b2m3 menghasilkan rata-rata terendah yaitu 3,89 helai.

B. Jumlah daun 30 hst

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung, metarhizium dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun bawang merah.



Gambar 6. Grafik Rata-rata Jumlah Daun 30 hst (helai) pada Perlakuan Biochar Biomassa Jagung dan Metarhizium

Gambar 6 menunjukkan bahwa perlakuan b2m0 menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi yaitu 6,56 helai dan perlakuan b3m3 menghasilkan rata-rata terendah yaitu 5,22 helai.

C. Jumlah daun 40 hst

Hasil pengamatan rata-rata dan analisis sidik ragam jumlah daun 40 hst dapat dilihat

pada tabel lampiran 8a dan 8b. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung berpengaruh nyata, metarhizium dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun bawang merah.

Tabel 2. Rata-rata jumlah daun 40 hst (helai) pada perlakuan biochar biomassa jagung dan metarhizium

Biochar	Metarhizium				Rataan	NP (b) BNJ 0.05%
	Kontrol (m0)	4g/L (m2)	8g/L (m2)	12g/L (m2)		
Kontrol (b0)	6.56	6.11	6.78	6.33	6.44ab	
10 ton ha-1 (b1)	6.56	6.89	6.78	6.78	6.75a	0,37
15 ton ha-1 (b2)	7.00	6.67	6.11	6.44	6.56ab	
20 ton ha-1 (b3)	6.44	6.33	6.44	6.22	6.36b	

Keterangan: Angka yang di ikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a,b,c) berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNJ α 0.05.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung yang memberikan hasil rata-rata jumlah daun 40 hst tertinggi adalah perlakuan biochar 10 ton ha-1 (b1) dengan nilai rata-rata 6,75 helai dan berbeda nyata dengan perlakuan biochar 20 ton ha-1 (b3) serta tidak berbeda nyata dengan perlakuan biochar kontrol (b0) dan 15 ton ha-1 (b2).

D. Jumlah daun 50 hst

Hasil pengamatan rata-rata dan analisis sidik ragam jumlah daun 40 hst dapat dilihat pada tabel lampiran 9a dan 9b. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung berpengaruh nyata dan perlakuan metarhizium berpengaruh nyata serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap jumlah daun bawang merah.

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun 50 hst (helai) pada perlakuan biochar biomassa jagung dan metarhizium

Biochar	Metarhizium				NP (b) BNJ 0.05%
	0 g/L (m0)	4g/L (m1)	8g/L (m2)	12g/L (m3)	
Kontrol (b0)	5.33abpq	5.11bpq	5.89abpq	5.56abpq	
10 ton ha-1 (b1)	5.22abq	5.67abpq	5.67abpq	6.11apq	0.99
15 ton ha-1 (b2)	5.89abpq	5.89abpq	5.56abpq	5.78abpq	
20 ton ha-1 (b3)	5.44abpq	5.67abp	5.89abpq	5.33abpq	
NP (m) BNJ 0.05%	0.99				

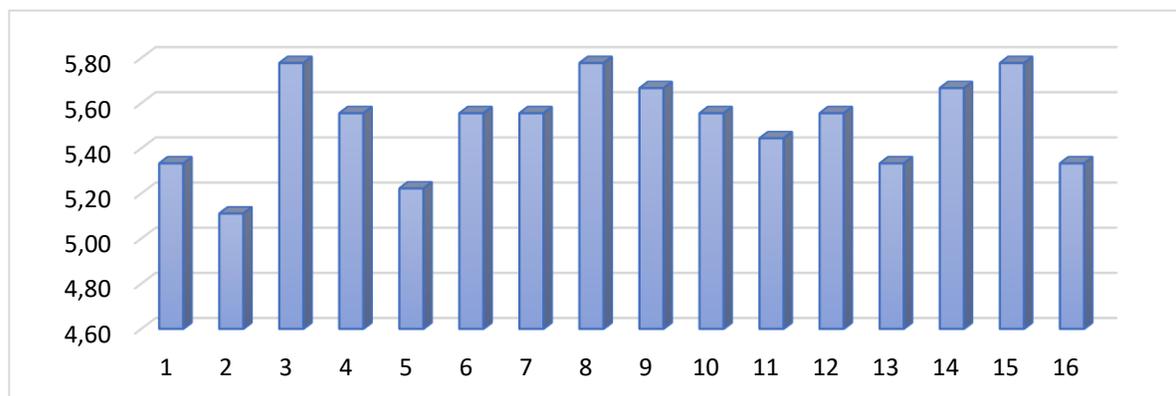
Keterangan: Angka yang di ikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a,b) dan baris (p,q) berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNJ α 0.05 .

Tabel 3 menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan biochar biomassa jagung 10 ton ha-1 (b1) dengan perlakuan metarhizium 12g/L (m3) memberikan rata-rata jumlah daun tertinggi dengan nilai rata-rata 6,11 helai dan tidak berbeda nyata dengan biochar kontrol (b0), 15 ton ha-1 (b2) dan 20 ton ha-1 (b3). Interaksi antara perlakuan biochar biomassa jagung 10 ton ha-1 (b1) dengan

perlakuan metarhizium 12g/L (m3) tidak berbeda nyata dengan perlakuan metarhizium kontrol (m0), 4g/L (m1) dan 8g/L (m2).

E. Jumlah daun 60 hst

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung, metarhizium dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun bawang merah.



Gambar 7. Grafik Rata-rata Jumlah Daun 60 hst (helai) pada Perlakuan Biochar Biomassa Jagung dan Metarhizium.

Gambar 7 menunjukkan bahwa perlakuan b0m2 menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi yaitu 5,78 helai dan perlakuan b0m1 menghasilkan rata-rata terendah yaitu 5,11 helai.

1.3 Bobot umbi segar

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung berpengaruh nyata dan perlakuan metarhizium serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap bobot umbi segar bawang merah.

Tabel 4. Rata-rata bobot umbi segar (g) pada perlakuan biochar biomassa jagung dan metarhizium

Biochar	Metarhizium				Rataan	NP (b) BNJ 0.05%
	Kontrol (m0)	4g/L (m1)	8g/L (m2)	12g/L (m3)		
Kontrol (b0)	16.89	15.56	17.11	16.67	16.56a	
10 ton ha-1 (b1)	15.11	15.56	15.89	15.78	15.58b	0.69
15 ton ha-1 (b2)	16.44	15.78	15.78	15.89	15.97ab	
20 ton ha-1 (b3)	15.78	16.00	16.00	16.00	15.94ab	

Keterangan: Angka yang di ikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a,b) berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNJ α 0.05.

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung yang memberikan hasil rata-rata bobot umbi segar tertinggi adalah perlakuan biochar kontrol (b0) dengan nilai rata-rata 16,56 g dan berbeda nyata dengan perlakuan biochar 10 ton ha-1 (b1) serta tidak berbeda nyata dengan perlakuan biochar 15 ton ha-1 (b2) dan 20 ton ha-1 (b3).

1.4 Bobot umbi kering

Hasil pengamatan rata-rata dan analisis sidik ragam produksi umbi per petak dapat dilihat pada tabel lampiran 13a dan 13b. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung berpengaruh nyata dan perlakuan metarhizium berpengaruh nyata serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap produksi umbi per petak bawang merah.

Tabel 5. Rata-rata bobot umbi kering (g) pada perlakuan biochar biomassa jagung dan metarhizium

Biochar	Metarhizium				Rataan	NP (b) BNJ 0.05%
	Kontrol (m0)	4g/L (m2)	8g/L (m2)	12g/L (m2)		
Kontrol (b0)	11.11	10.89	11.33	10.56	10.97b	
10 ton ha-1 (b1)	10.78	12.56	10.89	11.33	11.39ab	0.79
15 ton ha-1 (b2)	12.56	11.56	12.00	11.33	11.86a	
20 ton ha-1 (b3)	11.11	11.33	10.78	11.44	11.17ab	

Keterangan: Angka yang di ikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a,b) berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNJ α 0.05.

Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung yang memberikan hasil rata-rata bobot umbi kering tertinggi adalah perlakuan biochar 15 ton ha⁻¹ (b2) dengan nilai rata-rata 11,86 g dan berbeda nyata dengan perlakuan biochar kontrol (b0) serta tidak berbeda nyata dengan perlakuan biochar 10 ton ha⁻¹ (b1) dan 20 ton ha⁻¹ (b3).

1.5 Produksi umbi per petak (g)

Hasil pengamatan rata-rata dan analisis sidik ragam produksi umbi per petak dapat dilihat pada tabel lampiran 13a dan 13b. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung berpengaruh nyata dan perlakuan metarhizium berpengaruh nyata serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap produksi umbi per petak bawang merah.

Tabel 6. Rata-rata produksi umbi per petak (g) pada perlakuan biochar biomassa jagung dan metarhizium

Biochar	Metarhizium				NP (b) BNJ 0.05%
	Kontrol (m0)	4g/L (m1)	8g/L (m2)	12g/L (m3)	
Kontrol (b0)	0.99abpq	1.05abpq	1.06abpq	1.18aq	
10 ton ha-1 (b1)	1.00abpq	1.03abpq	2.02abq	1.01abpq	0.19
15 ton ha-1 (b2)	1.00abpq	0.95bpq	1.15ap	1.07abq	
20 ton ha-1 (b3)	0.92bp	1.05abpq	0.84bpq	1.00abpq	
NP (m) BNJ 0.05%	0.19				

Keterangan: Angka yang di ikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a,b) dan baris (p,q) berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNJ α 0.05 %

Tabel 6 menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan biochar biomassa jagung kontrol (b0) dengan perlakuan metarhizium 12g/L (m3) memberikan rata-rata produksi umbi per petak tertinggi dengan nilai rata-rata 1,18 g dan tidak berbeda nyata dengan biochar 10 ton ha-1 (b1), 15 ton ha-1 (b2) dan 20 ton ha-1 (b3). Interaksi antara perlakuan biochar biomassa jagung kontrol (b0) dengan perlakuan metarhizium 12g/L (m3) tidak berbeda nyata dengan perlakuan metarhizium kontrol (m0), 4g/L (m1) dan 8g/L (m2).

1.6 Produksi umbi per petak (ton)

Hasil pengamatan rata-rata dan analisis sidik ragam produksi umbi per hektar dapat dilihat pada tabel lampiran 14a dan 14b. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung berpengaruh nyata dan perlakuan metarhizium berpengaruh nyata serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap produksi umbi per hektar bawang merah.

Tabel 7. Rata-rata produksi umbi per hektar (ton) pada perlakuan biochar biomassa jagung dan metarhizium

Biochar	Metarhizium				NP (b) BNJ 0.05%
	Kontrol (m0)	4g/L (m1)	8g/L (m2)	12g/L (m3)	
Kontrol (b0)	6.89abpq	7.30abpq	7.37abpq	8.19aq	
10 ton ha-1 (b1)	6.97abpq	7.14abpq	7.05abq	6.99abpq	1.33
15 ton ha-1 (b2)	6.93abpq	6.59bpq	7.97ap	7.43abq	
20 ton ha-1 (b3)	6.37bp	7.26abpq	5.86bpq	6.95abpq	
NP (m) BNJ 0.05%	1.33				

Keterangan: Angka yang di ikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a,b) dan baris (p,q) berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNJ α 0.05.

Tabel 7 menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan biochar biomassa jagung kontrol (b0) dengan perlakuan metarhizium 12g/L (m3) memberikan rata-rata produksi umbi per hektar tertinggi dengan nilai rata-rata 8,19 ton dan tidak berbeda nyata dengan

biochar 10 ton ha-1 (b1), 15 ton ha-1 (b2) dan 20 ton ha-1 (b3). Interaksi antara perlakuan biochar biomassa jagung kontrol (b0) dengan perlakuan metarhizium 12g/L (m3) tidak berbeda nyata dengan perlakuan metarhizium kontrol (m0), 4g/L (m1) dan 8g/L (m2).

2. Pembahasan

2.1 Interaksi antara perlakuan biochar biomassa jagung dengan metarhizium

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi antara biochar biomassa jagung dengan metarhizium berpengaruh nyata pada parameter jumlah daun 50 hst, produksi umbi per petak dan produksi umbi per hektar. Secara umum hasil yang memberikan pengaruh interaksi terbaik pada pertumbuhan dan produksi bawang merah yang didapatkan adalah biochar 10 ton ha-1 dengan metarhizium 12 g/L memberikan hasil terbaik pada parameter jumlah daun 50 hst (6,11 helai), sedangkan pengaruh kombinasi tanpa pemberian biochar (kontrol) dengan metarhizium 12 g/L memberikan hasil terbaik pada parameter produksi umbi per petak (1,18 g) dan produksi umbi per hektar (8,19 ton).

Perlakuan biochar jagung 10 ton ha-1 menghasilkan jumlah jumlah daun pada umur 50 hst yang lebih banyak dibanding dengan perlakuan lainnya dan kontrol. Menurut Berek et al. (2017) menyatakan aplikasi biochar 10 ton/ha berpengaruh secara langsung terhadap tanaman melalui penambahan unsur hara dan peningkatan produktivitas tanah. Secara umum perlakuan biochar memberikan pengaruh terhadap jumlah daun pada tanaman bawang merah.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sahputra et al. (2017) bahwa perlakuan bahan organik menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman dan jumlah daun. Selain itu, penambahan biochar 10-12 ton/ha dapat meningkatkan serapan unsur hara tersedia (Supriyadi et al., 2022).

Perlakuan biochar mempengaruhi fase generatif bawang merah seperti produksi umbi perpetak dan produksi umbi perhektar. Salah satu peran penting biochar dalam aplikasi ini ialah memperbaiki sifat fisika tanah. Menurut Antonius et al. (2018) bahwa biochar membentuk granular yang mengikat liat, akibatnya tanah menjadi porus. Tanah yang porus mudah di tembus akar sehingga umbi lebih besar dan banyak. Meskipun demikian besar kecilnya umbi sangat dipengaruhi oleh kemampuan tanaman bersinergi dengan mikroba tanah yang bersinergi dengan akar tanaman selama pertumbuhannya.

Perlakuan metarhizium memberikan pengaruh signifikan terhadap produksi umbi bawang merah. Faktor perkembangan serta pertumbuhan tanaman yang baik dapat meningkatkan hasil tanaman. Produksi umbi pada perlakuan metarhizium 12g/L memberikan hasil tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya dan kontrol. Hal ini

menunjukkan bahwa metarhizium mampu menginfeksi beberapa jenis serangga pada pertanaman bawang merah. Hal ini didukung oleh Trizelia et al. (2018) yang menyatakan bahwa metarhizium adalah cendawan entomopatogen yang biasa disebut dengan green muscardine fungus dan telah lama digunakan sebagai agens hayati. Cendawan ini dapat menginfeksi beberapa jenis serangga, antara lain dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Homoptera, Hemiptera, dan Isoptera. Metarhizium bersifat parasit pada serangga dan bersifat saprofit pada tanah atau bahan organik. Cendawan ini melakukan penetrasi ke dalam tubuh serangga melalui kontak dengan kulit di antara ruas-ruas tubuh.

Pengaruh pemberian metarhizium berdampak pada pertumbuhan bawang merah. Metarhizium anisopliae dapat melakukan penetrasi ke dalam tubuh inang dengan adanya tekanan mekanik dan bantuan toksin yang dikeluarkan oleh jamur. Serangga dapat terinfeksi konidia melalui kutikula, atau melalui celah di antara segmen-segmen tubuhnya, kemudian jamur berkecambah dengan membentuk tabung kecambah sehingga jamur dapat masuk ke tubuh inang (Hasyim et al. 2016). Selanjutnya jamur menginfeksi saluran makanan dan sistem pernafasan. Akibatnya serangga mati. Konidia jamur yang infeksi

segera terbentuk pada bagian luar tubuh inang dan siap untuk disebarkan oleh angin, air dan bahkan serangga.

2.2 Pengaruh biochar biomassa jagung

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar biomassa jagung memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah pada parameter tinggi tanaman 40 hst, jumlah daun 40 hst, bobot umbi segar dan bobot umbi kering. Hal ini dikarenakan biochar mampu meningkatkan ketersediaan nitrogen melalui mineralisasi sehingga kebutuhan unsur hara bagi tanaman tercukupi. Selain itu, menurut Hidayatullah et al. (2021) menyatakan bahwa penggunaan biochar memiliki kandungan N yang tinggi dimana unsur ini sangat penting untuk pertumbuhan tanaman seperti bawang merah.

Pemberian biochar biomassa jagung dapat meningkatkan tinggi tanaman 40 hst. Tabel 1 menunjukkan bahwa biochar jagung 20 ton ha-1 memberikan hasil tinggi tanaman tertinggi yaitu 34,31 cm. Hal ini didukung berdasarkan hasil penelitian Sahputra et al. (2017) bahwa Pemberian biochar 20 ton ha-1 dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui sifat fisik tanah sehingga tanaman dengan mudah menyerap unsur hara baik tersedia maupun yang ditambahkan untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Menurut Hasibuan et

al. (2022) bahwa pengaruh biochar terhadap pertumbuhan tanaman tergantung pada jumlah yang ditambahkan, kebutuhan tanaman akan bermacam-macam unsur hara selama pertumbuhan dan perkembangannya tidak sama, membutuhkan waktu yang berbeda dan tidak sama banyaknya.

Berdasarkan hasil pengamatan, perlakuan tanpa biochar (kontrol) memberikan hasil terbaik pada parameter bobot umbi segar yaitu 15,56 g (Tabel 4). Sedangkan pemberian biochar 15 ton h-1 memberikan hasil terbaik pada parameter bobot umbi kering yaitu 11,86 g (Tabel 5). Pemberian biochar mampu meningkatkan unsur hara K yang dibutuhkan tanaman dalam proses pembentukan umbi (Urifa dan Bowo, 2020). Pembentukan umbi bawang merah berasal dari perbesaran lapisan-lapisan daun yang kemudian berkembang menjadi umbi bawang merah. Menurut Safitri (2018), kandungan K yang tinggi menyebabkan ion K⁺ yang mengikat air dalam tubuh tanaman akan mempercepat proses fotosintesis. Hasil fotosintesis inilah yang merangsang pembentukan umbi menjadi lebih besar sehingga dapat meningkatkan berat kering tanaman. Faktor perkembangan serta pertumbuhan tanaman yang kurang baik juga dapat meningkatkan resiko kerusakan tanaman. Daun yang memiliki serat yang

lebih sedikit akan memiliki berat kering yang relatif lebih rendah.

2.3 Pengaruh metarhizium

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan, perlakuan metarhizium tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, bobot umbi segar, bobot umbi kering, produksi umbi per petak dan produksi umbi per hektar tetapi untuk hasil yang memberikan pengaruh signifikan bukan perlakuan khusus metarhizium saja, tetapi signifikan berpengaruh pada interaksi antara biochar dengan metarhizium. Menurut Trizelia et al. (2018), adanya jamur entomopatogen di lahan pertanian dapat menyebabkan kematian serangga hama. Jamur ini mampu menginfeksi serangga dengan cara masuk kedalam tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel dan lubang lainnya. Penetrasi jamur dilakukan secara mekanis dan atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin. Jamur akan berkembang dalam tubuh inang dan menyebar keseluruh jaringan tubuh sehingga menyebabkan serangga mati.

Metarhizium anisopliae merupakan jamur entomopatogen karena memiliki aktivitas larvasida karena menghasilkan cyclopeptide, destruxin A, B, C, D, E dan

desmethyldestruxin B9. Jamur metarhizium anisopliae menghasilkan endotoksin yang mematikan yaitu destruxins yang menyebabkan kelumpuhan dan kematian pada serangga (Sopialena et al., 2022). Selain itu, potensi ini memberikan dampak yang baik dan memberikan manfaat bagi tanaman yang terendofit yaitu jamur ini mampu meningkatkan pertumbuhan dan dapat melindungi tanaman dari serangan hama dan patogen tanaman (Trizelia et al., 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa, perlakuan biochar biomassa jagung memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah pada parameter tinggi tanaman 40 hst, jumlah daun 40 hst, bobot umbi segar dan bobot umbi kering. Perlakuan metarhizium tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, bobot umbi segar, bobot umbi kering, produksi umbi per petak dan produksi umbi per hektar, akan tetapi pengaruhnya signifikan antara interaksi biochar dengan metarhizium. Hasil yang memberikan pengaruh interaksi terbaik pada pertumbuhan dan produksi bawang merah yang didapatkan adalah biochar 10 ton ha-1 dengan

metarhizium 12 g/L memberikan hasil terbaik pada parameter jumlah daun 50 hst (6,11 helai), sedangkan pengaruh kombinasi tanpa pemberian biochar (kontrol) dengan metarhizium 12 g/L memberikan hasil terbaik pada parameter produksi umbi per petak (1,18 g) dan produksi umbi per hektar (8,19 ton).

DAFTAR PUSTAKA

- Antonius, S., Sahputra, R. D., Nuraini, Y dan Dewi, T. K. 2018. Manfaat Pupuk Organik Hayati, Kompos dan Biochar pada Pertumbuhan Bawang Merah dan Pengaruhnya terhadap Biokimia Tanah Pada Percobaan Pot Menggunakan Tanah Ultisol. *Jurnal Biologi Indonesia*. Vol. 14(2):243-250.
- Anwar, A., Sudarsono, S. Ilyas. 2005. Perbenihan sayuran di Indonesia : kondisi terkini dan prospek bisnis benih sayuran. *Buletin Agronomi*. 33(1): 38-47.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Laporan tahunan data hortikultura per provinsi, Badan Pusat Statistik.
- Baehaki, S.E. dan Noviyanti. 1993. dalam Halawa, Berijayanti. 2014. Kepekaan Larva Spodoptera litura terhadap kerpatan spora cendawan *Metarhizium anisopliae* pada tanaman bawang merah (*Allium cepa*) di Laboratorium. Skripsi

- Fakultas Pertanian. Program Studi Agroteknologi. Universitas Medan Area.
- Basuki, R. S. 2009. Analisis kelayakan teknis dan ekonomis teknologi budidaya bawang merah dengan benih biji botani dan benih umbi tradisional. *J. Hort.*
- Berek, A. K., Tabati, P. O., Keraf, U. U., Bere, E., Taekab, R dan Wora, A. 2017. Perbaikan Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah di Tanah Entisol Semiarid melalui Aplikasi Biochar. *Jurnal Penelitian Konservasi Lahan Kering*. Vol. 2(3):56–58.
- Darmawidah, W. Dewayani, dan C. Purwani. 2005. Teknologi pengolahan bawang merah. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian, Bogor 7-8 Sep 2005*. Buku 1: Proses dan pengolahan hasil/Munarso, Prabawati, S. Abubakar; Setyadjit; Risfaheri; Kusnandar, F.; Suaib, F. (eds.) Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor. Bogor: BB Litbang Pascapanen. p. 628 – 636.
- Hadisoeganda W.W., Euis Suryaningsih dan Tony K. Moekasan. 1995. Penyakit dan Hama Bawang Merah dan Cara Pengendaliannya. Dalam *Teknologi Bawang Merah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. Hlm.12-13.
- Hasibuan, N. H., Hutapea, S dan Rahman, A. 2022. Pemanfaatan Limbah Kulit Jengkol sebagai Bahan Baku Kompos dan Biochar dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Ilmiah Pertanian*. Vol. 4(1):32-44.
- Hasyim, A., Setiawati, W., Hudayya, A dan Luthfy. 2016. Sinergisme Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Dengan Insektisida Kimia untuk Meningkatkan Mortalitas Ulat Bawang *Spodoptera exigua*. *Jurnal Hort*. Vol. 26(2):257-266.
- Hidayatullah, T., Pakpahan, T. E dan Mardiana, E. 2021. Respon Mini Bulb Bawang Merah Terhadap Jarak Tanam, Aplikasi Biochar, dan Kascing Pada Tanah Ultisol. *Agrium*. Vol. 24(2): 73-79.
- Kementerian Pertanian, 2020. Data Lima Tahun Terakhir Produktivitas Bawang Merah Menurut Provinsi, Tahun 2015-2019. <https://www.pertanian.go.id>. Diunduh 19 Juni 2020.

- Maguire, R. O dan F. A. Aglevor. 2010. Biochar in Agricultural Systems. (Virginia state: Virginia Polytechnic Institute and State University).
- Mandal, S.M.A., Mishar, B.K. & Mishar, P.R. 2003. Efficacy and Economics of Some Biopesticides in Managing *Hellicoverpa armigera* (Hubner) on Chickpea. *Annals of Plant Protection Sciences*, 11 (2): 201-203.
- Prayudi, B., P. Retno, C.K. Aryana. 2015. Produksi umbi mini bawang merah asal True Shallot Seed (TSS). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Pusdatin (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian). 2016. Outlook komoditas pertanian sub sektor hortikultura bawang merah. epublikasi.pertanian.go.id/arsip-outlook/76-outlook-hortikultura/426-outlook-bawang-merah-2016.pdf. (25 Mei 2018).
- Roslani, R. 2013. Peningkatan produksi dan mutu benih botani (True Shallot Seed) bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) dengan BAP dan boron, serta serangga penyerbuk. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Safitri, I. N., Setiawati, T. C dan Bowo, C. 2018. Biochar dan Kompos untuk Meningkatkan Sifat Fisika Tanah dan Efisiensi Penggunaan Air. *Techno*. Vol. 7(1):116-127.
- Sahputra, R. D., Nuraini, Y dan Antonius, S. 2017. Dampak Biochar dan Pupuk Organik Hayati Terhadap Aktivitas Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Pada Tanah Ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. Vol. 10(10): 1-11.
- Saptana, Daryarto, A., Daryanto, H. K., & Kuntjoro. 2010. Strategi manajemen resiko petani cabai merah pada lahan sawah dataran rendah di Jawa Tengah. *Jurnal Manajemen & Agribisnis* 7 (2).
- Sari, P. D., Puri, W. A., & Hanum, D. (2018). Delignifikasi Bonggol Jagung Dengan Metode Microwave Alkali. *Agrika*, 12(2).
- Sihotang, T., & Rauf, A. (2018). Pengaruh Pemberian Biochar Dari Beberapa Bahan Baku Dan Produksi Tanaman Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) Di Lahan Sawah. *Jurnal Mantik Penusa*, 2(2), 206–211.
- Sopialena., Sahid, A dan Hutajulu, J. 2022. Efektivitas Jamur *Metarhizium Anisoplae* dan *Beauveria bassiana* Bals

- Lokal dan Komerisial Terhadap Hama Kutu Daun (*Aphis craccivora* C.L. Koch) Pada Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Agrifor*. Vol. 21(1): 147-160.
- Supriyadi, S., Rahman, F. A dan Purwati, B. D. 2022. Respon Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Rubaru Terhadap Biochar Sekam Padi dan Mikoriza Di Vertisol. *Jurnal Pertanian Persisi*. Vol. 6(2):74-84.
- Trizelia, dkk. 2011. Patogenesis Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Metarhizium* spp. Terhadap telur *spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Perhimpunan Entomologi Indonesia*. Vol. 8(1): 45-54.
- Trizelia., Sulyanti, E., dan Suspalana, P. 2018. Virulensi beberapa isolat cendawan entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap kepik hijau (*Nezara viridula*) (Hemiptera: Pentatomidae). *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDO*. Vol. 4(2): 266-269.
- Untung K. 2001. Pengantar Analisis Ekonomi Pengendalian Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Urifa dan Bowo, C. 2020. Pengaruh Biochar Limbah Batang Jagung Terhadap Sifat Fisik Tanah Aluvial dan Produktivitas Bawang Merah. *Jurnal Agrisia*. Vol. 13(1): 40-47.
- Utomo WH, Sukartono Kusuma, Z, Nugroho WH. 2011. Soil Fertility Status, Nutrient Uptake, And Maize (*Zea mays* L.) Yield Following Biochar and Cattel Manure Application on Sandy soils of Lombok, Indonesia. *Journal of Tropical Agriculture* Vol. 49 No.2: Hal. 47-52.
- Vici Islami Putri, Mukhlis, B. H. (2017). Pemberian Beberapa Jenis Biochar Untuk Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol Dan Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Agroekoteknologi*, 5(4), 824–828.
- Wulan. 2009. Dampak Negatif Penggunaan Pestisida di Lingkungan. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/1106/1/fp-diana.pdf> diakses tanggal 19 mei 2011.