

**EFEKTIVAS BEAUVERIA BASSIANA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT
(*Solanum lycopersicum* L.) YANG TERINFEKSI CENDAWAN *Fusarium oxysporum*****EFFECTIVENESS OF BEAUVERIA BASSIANA ON THE GROWTH OF TOMATO PLANTS
(*Solanum Lycopersicum* L.) INFECTED WITH THE FUNGUS *Fusarium Oxysporum***Siti Khodijah¹⁾, Nirmala Fitria Firdhausi¹⁾, Hanik Faizah¹⁾¹⁾ Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel SurabayaKontak person : hanikfaizah@uinsa.ac.id

Diterima : 10/08/2024

Disetujui : 17/09/2024

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) are extensively cultivated worldwide and face a decline in production each year due to various factors, including the pathogen *Fusarium oxysporum*. A recommended approach to manage *F. oxysporum* disease is the application of the biological control agent, *Beauveria bassiana*. In addition to enhancing plant resistance against pest organisms, *B. bassiana* promotes plant growth and development. This study aimed to assess the quality of *B. bassiana* as a biological control agent and its effectiveness in managing wilt attacks on tomato plants caused by *F. oxysporum*. The evaluation of *B. bassiana*'s quality as a biological agent was conducted by measuring the conidia density and the viability of *B. bassiana* spores. The effectiveness of *B. bassiana* as a biological agent was assessed utilizing a completely randomized design (CRD) comprising six treatment groups: application of *B. bassiana* 7 days prior to planting (T1), 3 days prior to planting (T2), at the time of planting (T3), 3 days post-planting (T4), 7 days post-planting (T5), and a positive control group using a synthetic fungicide (T6) on tomato plants infected with *F. oxysporum*. Observational data collected over a four-week period were analyzed using Kruskal Wallis, one way ANOVA and Duncan's 5% tests. The findings indicated that *B. bassiana* met the quality standards as an biological control agent, as stipulated by the Decree of the Minister of Agriculture No. 70/Permentan/SR.140/19/2011 and SNI 8027.1: 2014. All treatment of *B. bassiana* applications successfully mitigated the symptoms of wilt disease and positively influenced plant growth. The best result was observed in treatment T4, involving the application of *B. bassiana* 3 days post-planting, which resulted in a wilt percentage of 0.4%, a plant height of 22.66 cm, a fresh weight of 3.50 grams, a dry weight of 2.30 grams, and a number of root of 33.00.

Keyword: *Beauveria bassiana*, Biological Control Agent, *Fusarium oxysporum*, Tomato.**ABSTRAK**

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) banyak dibudidayakan hampir diseluruh dunia. Tiap tahun tanaman tomat memiliki penurunan produksi yang diakibatkan oleh banyak hal, salah satunya adalah serangan *Fusarium oxysporum*. Salah satu cara untuk mengendalikan penyakit *F. oxysporum* adalah dengan penggunaan agen pengendali hayati, yaitu *Beauveria bassiana*. Selain dapat meningkatkan ketahanan tanaman dari serangan organisme pengganggu, *B. bassiana* juga memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu *B. bassiana* sebagai APH dan efektifitas *B. bassiana* dalam mengatasi serangan layu tanaman tomat yang disebabkan *F. oxysporum*. Pengujian mutu *B. bassiana* sebagai agens hayati dilakukan dengan perhitungan kerapatan konidia dan viabilitas spora *B. bassiana*. Efektifitas *B. bassiana* sebagai APH diuji menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) sebanyak 6 perlakuan, yaitu pemberian *B. bassiana* saat 7 hari sebelum tanam (T1), 3 hari sebelum tanam (T2), saat tanam (T3), 3 hari sesudah tanam (T4), dan 7 hari sesudah tanam (T5), dan kontrol positif menggunakan fungisida sintetik (T6) pada tanaman tomat yang diinfeksi *F. oxysporum*. Data pengamatan selama 4 minggu dianalisis menggunakan uji Kruskal Wallis, one way ANOVA dan Duncan 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan kerapatan dan viabilitas

spora, *B. bassiana* telah memenuhi standar mutu sebagai APH sesuai Keputusan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR.140/19/2011 dan SNI 8027.1: 2014. Seluruh perlakuan pemberian *B. bassiana* mampu menekan gejala serangan penyakit layu dan juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Hasil terbaik terdapat pada perlakuan T4 yaitu pemberian *B. bassiana* 3 hari setelah tanam yang memiliki presentase kelayuan sebesar 0,4 %, tinggi tanaman sebesar 22,66 cm, bobot basah tanaman sebesar 3,50 gram, bobot kering sebesar 2,30 gram, dan jumlah akar sebesar 33,00.

Kata kunci: Agen Pengendali Hayati, *Beauveria bassiana*, *Fusarium oxysporum*, Tomat.

PENDAHULUAN

Tanaman tomat Salah satu tanaman hortikultura yang paling banyak dibutuhkan dan menguntungkan, tanaman tomat dibudidayakan hampir diseluruh dunia, termasuk Indonesia. Buah tomat memiliki banyak zat penting seperti protein, gula (glukosa dan fruktosa), kholoin, lemak, vitamin, dan histamin. Dapat digunakan untuk memasak, mengobati sariawan, penyakit radang beri-beri dan radang saraf (Angelia, 2021). Akar tunggang, akar cabang dan akar serabut tanaman tomat memiliki bau khas dan berwarna keputih-putihan. Tanaman dapat ditanam dengan kedalaman rata-rata 30 hingga 40 cm dengan kedalaman maksimum 60 hingga 70 cm.

Meningkatnya jumlah penduduk, pendapatan penduduk, dan kesadaran masyarakat tentang pentingnya nilai gizi bagi kesehatan mendorong permintaan pasar tomat setiap tahun (Syarifuddin *et al.*, 2022). Produksi tomat Indonesia pada tahun 2019 sebesar 1.374.217 ton per tahun, menurun menjadi 1.084.993 ton per tahun pada tahun 2020, kemudian sedikit meningkat menjadi 1.114.399 ton per tahun pada 2021 menurun jika dibandingkan dengan produksi pada tahun 2019 (BPS, 2021). Produksi tanaman tomat di Indonesia menurun karena banyak hambatan yang dihadapi petani. Salah satunya adalah serangan penyakit *Fusarium oxysporum*, yang menyebabkan tanaman layu dan busuk.

Penyakit *F. oxysporum* sangat berbahaya untuk tanaman tomat karena merupakan salah satu cendawan patogen tular tanah yang dapat bertahan lama di dalam tanah dan membentuk kladiospora selama lebih dari 10 tahun (Arsih *et al.*, 2015). Cendawan ini memiliki beberapa karakteristik, termasuk tidak memiliki warna, berbentuk lonjong, atau seperti telur bulat. Makrokonidia *F. oxysporum* memiliki bentuk

panjang dengan fusi (ujung meruncing) dan sedikit melengkung seperti bulan sabit (Sutejo *et al.*, 2010). Setiap koloni *F. oxysporum* berwarna putih atau memiliki tepi yang berwarna ungu hingga merah muda. Hifa *F. oxysporum* dapat menginfeksi tanaman melalui luka yang disebabkan oleh manusia, serangga, nematoda, dan lainnya seperti melalui lubang alami yaitu hitatoda, nectar, stomata, atau penetrasi langsung melalui tekanan dan enzim (Sari *et al.*, 2017).

Oleh karena itu, dibutuhkan varietas tomat yang unggul dan tahan terhadap hama, penggunaan mulsa plastik, dan perawatan benih dapat digunakan untuk mengendalikan cendawan patogen tular tanah (*F. oxysporum*). Hardianti, (2018) menyatakan bahwa penggunaan fungisida sintetik adalah cara yang paling umum digunakan untuk mengendalikan. Namun, fungisida sintetik berdampak buruk untuk lingkungan apabila digunakan terus-menerus, karena itu, dibutuhkan pengendalian yang lebih ramah lingkungan yang memanfaatkan agensia hayati, salah satunya *Beauveria bassiana*. *B. bassiana* adalah jenis cendawan antagonis yang menyerang berbagai jenis hama pada tanaman pangan.

Cendawan *B. bassiana* berguna untuk menghentikan patogen tular tanah seperti *F. oxysporum*, *Botrytis cinerea*, dan *Phytophthora megasperma*. Sebagai cendawan endofit *B. bassiana* memiliki mekanisme kompetitif, parasit, dan antibiotik yang menghasilkan senyawa metabolit sekunder, enzim, dan senyawa volatil. Terdapat juga mekanisme secara tidak langsung, seperti memicu resistensi untuk mencegah penyebab penyakit tanaman berkembang biak. Oleh.karena itu, sifat endofit *B. bassiana* berfungsi sebagai pengendali hayati (Mwanburi, 2021). Metabolit cendawan *B. bassiana* termasuk *beauviricin*, *bassianin*, *bassiacridin*, *bassianolide*, *cyclosporine*, dan

tenellin, yang sangat toksik bagi patogen (Bayu, *et al.*, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu pemberian *Beauveria bassiana* dalam mengatasi serangan layu *F. oxysporum* pada tanaman tomat dan untuk menentukan waktu pemberian *B. bassiana* yang paling efektif dalam mengatasi serangan layu serta memberikan pertumbuhan terbaik pada tanaman tomat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus-Desember 2023 di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, dan *greenhouse* di wilayah kabupaten Jombang, Jawa Timur. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 6 perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Adapun rincian perlakuan sebagai berikut: T1 (Pemberian *B. bassiana* 7 hari sebelum tanam); T2 (Pemberian *B. bassiana* 3 hari sesudah tanam); T3 (Pemberian *B. bassiana* pada saat tanam); T4 (Pemberian *B. bassiana* 3 hari sebelum tanam); T5 (Pemberian *B. bassiana* 7 hari sesudah tanam); T6 (Kontrol tanaman tomat dengan fungisida sintetik).

Bahan yang diperlukan pada penelitian ini adalah benih tomat varietas Intan, Fungisida Sintetik Klorotalonil, Isolat *Beauveria bassiana* yang didapat dari UPT Proteksi Tanaman Pangan dan Holtikultura Mojokerto, Isolat *Fusarium oxysporum* yang didapat dari Balai Benih Tanaman Perkebunan Surabaya. Prosedur penelitian dijelaskan sebagai berikut.

Peremajaan Cendawan di Media PDA

Peremajaan cendawan *F. oxysporum* dan *B. bassiana* dilakukan didalam *Biosafety Cabinet* secara aseptis disekat api bunsen dengan cara mengambil biakan, ose terlebih dahulu dipanaskan diatas api bunsen. Setelah itu diambil 1 ose biakan cendawan kemudian digoreskan dalam media PDA baru. Selanjutnya cendawan diinkubasikan pada suhu ruang selama 7 hari.

Penyemaian benih tanaman tomat

Sebelum disemai, benih tomat terlebih dahulu direndam dalam air selama 15 menit. Benih yang terapung kemudian dibuang dan benih yang tenggelam dikeringkan selama 2 hari

dengan kain basah agar tidak menyatu. Benih dimasukkan dalam polybag ukuran 10x15 cm. Media penyemaian adalah campuran pupuk kompos, sekam padi dan tanah. Per *polybag* dua butir benih, selama 21 hari benih tomat disemai sampai bibit siap dimasukkan ke dalam *polybag* penanaman.

Inokulasi *F. oxysporum* dan *B. bassiana* pada media tumbuh PDB (Potato Dextrose Broth)

Hasil Peremajaan isolat *F. oxysporum* dan *B. bassiana* yang telah berumur 7 hari, selanjutnya akan diinokulasikan pada media tumbuh PDB. Isolat *F. oxysporum* dan *B. bassiana* terlebih dahulu diencerkan menggunakan aquades sebanyak 3 ml kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer berisi PDB 100ml. Selanjutnya, labu erlenmeyer yang terdapat biakan cendawan diinkubasi pada suhu $24 \pm 3^{\circ}\text{C}$ pada rotary shaker dengan kecepatan 120 rpm selama 7 hari.

Uji Kerapatan Jumlah Spora Suspensi Cendawan *F. oxysporum* dan *B. bassiana*

Cendawan *F. oxysporum* didalam erlenmeyer biakan media PDB setelah 7 hari akan disaring menggunakan kertas saring, kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi yang sudah diberi 10 ml aquades, lalu dihomogenkan selama 15 menit. Disiapkan juga 3 buah tabung reaksi dengan aquades masing-masing 9 ml. Selanjutnya diambil 1 ml hasil biang dan dimasukkan dalam tabung reaksi pertama (10^1) dan divorteks selama 3 menit, diulangi pengulangan yang sama hingga pengenceran 10^3 .

Perhitungan dilakukan dengan mengambil hasil 10^3 sebanyak 0,2 ml dengan menggunakan syringe dan diinjeksikan pada *Haemocytometer* melalui 2 sisi hingga memenuhi kanal. Lalu diamati dengan perbesaran 400x untuk mendapatkan bidak hitung *Haemocytometer*. Kemudian dilanjutkan lagi dengan meninjeksikan suspensi hingga pengulangan ke-3. Setelah diketahui banyaknya konidium pada kotak perhitungan, konidium dihitung menggunakan rumus (Naufal dan Purwantisari, 2020):

$$S = \frac{x}{L(mm^2) \times t(mm) \times d} \times 10^3$$

Keterangan:

S: Kerapatan konidium/ml
 X: Jumlah konidium pada kotak a,b,c,d,e
 L: Luas kotak hitung ($0,04 \times 5 = 0,2 \text{ mm}^2$)
 T: Kedalaman bidak hitung (0,1 mm)
 D: Faktor pengenceran
 103: Volume suspensi yang dihitung (1ml = 103 mm³).

Uji Viabilitas Suspensi Cendawan *F. oxysporum* dan *B. bassiana*

Uji viabilitas dilakukan dengan menyiapkan suspensi media PDB yang akan diuji kemudian diteteskan keatas *object glass* sebanyak satu tetes menggunakan syringe, kemudian ditutup menggunakan *cover glass* (*slide culture*). Selanjutnya menyiapkan cawan petri, diberi tisu dan dibasahi dengan aquades. Diletakkan *object glass* kedalam cawan petri tersebut dan diinkubasi hingga 24 jam. Setelah itu diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x, dengan mencatat spora yang berkecambah dan spora yang tidak berkecambah. Data kemudian dihitung dengan menggunakan rumus (Naufal dan Purwantisari, 2020):

$$VK = \Sigma \frac{KB}{KB + KTB} \times 100\%$$

Keterangan:

VK: Viabilitas Konidium

KB: Konidium yang Berkecambah

KTB: Konidium yang Tidak Berkecambah

Penyiapan Media Tanam

Untuk mempersiapkan media tanam, media tanah dengan campuran tanah kebun, sekam padi dan pupuk kompos, akan dicampurkan perbandingan 2:1:1. Setelah tercampur rata media akan dimasukkan ke dalam polybag berukuran 30x25. Proses persiapan media tanam ini dimulai sebulan sebelum tanam.

Penginfeksian *Fusarium oxysporum*

Suspensi *F. oxysporum* dalam media PDB yang telah diinkubasikan selama 7 hari di inkubator shaker, akan disaring terlebih dahulu menggunakan kertas saring untuk memisahkan residu sisa jamur, kemudian suspensi media PDB di aplikasikan pada polybag media tanam

dengan cara diinjeksikan melalui syringe sebanyak 20 ml per polybag tanam.

Penanaman

Bibit ditanam setelah berumur 3 minggu atau ketika daun sudah tumbuh 4 hingga 5 helai. Penanaman dilakukan pada pagi hari dengan hati-hati saat mengunting polybag persemaian. Sebelum tanaman semai dikeluarkan dari polybag, air harus disiram terlebih dahulu agar menjadi padat agar akar bibit tanaman tomat tidak terputus.

Pengaplikasian *Beauveria bassiana*

Suspensi *B. bassiana* yang telah diinkubator shaker selama 7 hari akan disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan antara suspensi dengan sisa residu cendawan, kemudian suspensi hasil penyaringan akan diaplikasikan pada tanaman. Untuk setiap perlakuan, 20 ml *B. bassiana* diaplikasikan menggunakan syringe pada area sekitar perakaran tanaman yang diberikan pada 7 hari sebelum tanam (T1), 3 hari sebelum tanam (T2), saat tanam (T3), 3 hari sesudah tanam (T4), dan 7 hari sesudah tanam (T5).

Pemeliharaan

Pemupukan dilakukan setiap 2 minggu setelah tanam, dengan memberikannya disekitar batang tanaman dengan jarak $\pm 3 \text{ cm}$. Penyiraman dilakukan sebanyak 2 kali dalam 1 hari, yaitu pagi dan sore hari. Penyiangan atau penggemburan tanah dilakukan jika terdapat gulma disekitaran tanaman dengan cara mencabut gulma tersebut. Jika tanah mulai memadat, dilakukan penggemburan tanah menggunakan cangkul kecil. Pemangkasan atau pewiwilan tunas air dilakukan ketika tunas air muncul saat masa vegetatif, tujuannya untuk memanfaatkan seluruh energi pertumbuhan batang, daun, dan perakaran.

Parameter Penelitian

Parameter yang diamati untuk mengetahui mutu *B. bassiana* sebagai APH yaitu jumlah kerapatan spora dan viabilitas spora, sedangkan efektifitas *B. bassiana* sebagai APH diamati dari efektivitas penghambatan penyakit layu yang ditinjau berdasarkan persentase kelayuan

(Hardianti *et al.*, 2014), yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\frac{\text{jumlah daun yang mengalami layu Fusarium}}{\text{jumlah seluruh daun yang diamati}} \times 100\%$$

Perhitungan persentase kelayuan tanaman dilakukan setiap minggu selama satu bulan. Selain itu diamati juga pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman, bobot basah tanaman, bobot kering tanaman, jumlah cabang tanaman, jumlah daun tanaman, jumlah akar tanaman, dan panjang akar tanaman.

Analisis Data

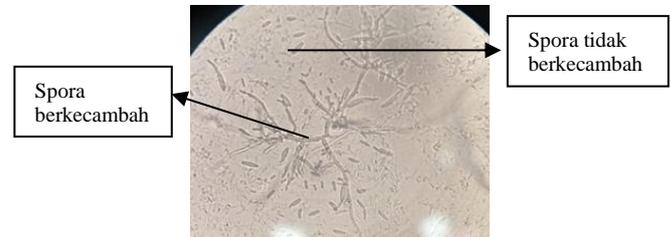
Data yang berasal dari hasil pengamatan selanjutnya akan dianalisis menggunakan SPSS 23, jika data terdistribusi normal dan homogen maka dilakukan pengujian dengan uji *One Way ANOVA* pada taraf kepercayaan 95% dan apabila terdapat beda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) 5%. Sedangkan untuk data yang tidak memenuhi syarat terdistribusi normal dan homogen dilanjutkan dengan uji *Kruskal Wallis*. Data pengamatan juga dianalisis secara kualitatif berdasarkan studi literatur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kerapatan dan Viabilitas Spora Cendawan *Fusarium oxysporum* dan *Beauveria bassiana*

Perhitungan kerapatan spora dilakukan dengan *Haemocytometer*, yang kemudian diamati dibawah mikroskop. Perhitungan viabilitas dilakukan sehari setelah perhitungan spora dengan cara suspensi diteteskan pada *slide culture*, kemudian diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x dan dihitung antara spora yang berkecambah dan spora yang tidak berkecambah. Spora *Fusarium oxysporum* (Gambar 1) berbentuk seperti bulan sabit jika diamati dibawah mikroskop. Menurut Warman *et al.* (2021) karakter khas yang dipunyai *F. oxysporum* adalah makrokonidia yang panjang dengan ujung yang sedikit melengkung terdiri dari beberapa sel yang dipisahkan oleh 3 septa atau lebih, mikrokonidia yang berbentuk oval serta memiliki satu atau dua sekat. Klamidiospora yang berbentuk rangkaian pada

tengah ataupun ujung hifa yang berbentuk tunggal atau berantai.

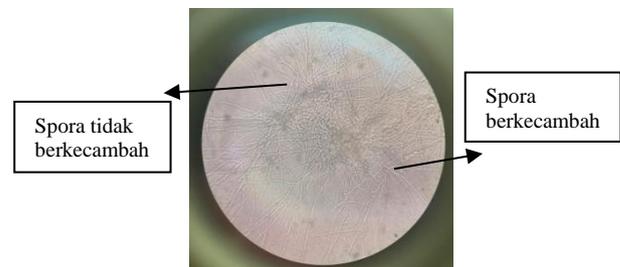


Gambar 1. Spora *F. oxysporum* perbesaran 400x



Gambar 2. Koloni *F. oxysporum* pertumbuhan hari ke-4

Cendawan *F. oxysporum* (Gambar 2) awalnya putih keruh, tetapi akan menjadi kuning pucat atau merah muda keunguan seiring bertambahnya usia. Mikrokonidia (1-2 sel), makrokonidia (3-5 septa) dan klamidiospora (pembengkakan hifa), adalah tiga alat reproduksi dari cendawan *F. oxysporum*. Klamidiospora adalah fase spora yang tahan terhadap lingkungan yang buruk. Dindingnya tebal, terdiri dari 3-5 septa dan dihasilkan didalam makrokonidia atau ujung miselium yang sudah tua (Nugrahaeni, 2010).



Gambar 3. Spora *B. bassiana* perbesaran 400x

Konidia *Beauveria bassiana* (Gambar 3) berbentuk oval agak bulat dengan rata-rata diameter 2-3µm. Pada konidia *B. bassiana* akan tumbuh suatu tabung yang semakin lama akan panjang mirip seuntai benang dan bercabang. Cabang-cabang akan saling bersentuhan dan tumbuh menjauhi hifa utamanya. Hifanya berukuran 1-2 µm dan menghasilkan sel-sel konidiogen kembali dengan bentuk seperti botol, leher kecil dan panjang ranting dapat mencapai lebih dari 20 µm dan lebar 1 µm. (Kumar et al., 2016).

Pada dasarnya apabila jumlah kerapatan spora tinggi serta memiliki daya viabilitas yang tinggi pula, maka agensia pengendali hayati (APH) tersebut memiliki potensi yang bagus untuk digunakan sebagai APH dalam mengendalikan patogen. Hasil perhitungan spora dan viabilitas *B. bassiana* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Hasil uji kerapatan dan viabilitas cendawan *B. bassiana*

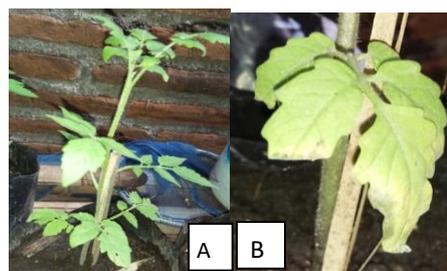
Ulangan	Uji kerapatan spora	Uji viabilitas
1	3,75 x 10 ³	78%
2	2,5 x 10 ³	67%
3	3,5 x 10 ³	75%
Rata-Rata	3,25 x 10 ³	73%

Hubungan antara perhitungan kerapatan spora dan viabilitas adalah bahwa walaupun spora yang dihasilkan tinggi belum tentu memiliki kemampuan untuk berkecambah. Oleh karena itu, tidak hanya kemampuan berkecambah yang penting, tetapi juga viabilitas spora untuk menentukan efektivitas suspensi. Sebagaimana dengan pengujian viabilitas dan uji jumlah spora yang dilakukan oleh Warman et al. (2021) yang memperoleh nilai sebesar 88% pada uji viabilitas dan 12 x 10¹¹ pada uji jumlah spora. Standar kerapatan jumlah spora adalah ≥ 10⁶ dan untuk viabilitas atau kemampuan berkecambah standarnya sebesar ≥ 60%. Pengujian mutu agens hayati dilakukan dengan perhitungan kerapatan konidia dan viabilitas sebagai indikator utama penentuan mutu produk agens hayati (Lacey, 2016). Berdasarkan hasil perhitungan kerapatan jumlah dan viabilitas spora (tabel 1), maka suspensi dari cendawan *B. bassiana* tersebut telah memenuhi standar sebagai agensia pengendali hayati (APH)

berdasarkan SNI 8027.1:2014 (Naufal dan Purwantisari, 2020).

Persentase Kelayuan Tanaman

Berdasarkan Gambar 4 pada tanaman tomat yang tidak mengalami gejala layu *F. oxysporum* tumbuh tinggi dengan baik, daun tanaman juga tidak mengalami perubahan warna kuning. Sedangkan pada tanaman yang mengalami gejala layu *F. oxysporum* ditandai dengan daun yang layu, kering dan menguning. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuniarti (2010) bahwa daun tanaman cabai yang terinfeksi oleh *F. oxysporum* akan mengalami perubahan warna kuning pada daun yang paling dekat dengan tanah, akan tetapi daun yang menguning tersebut tetap menempel pada batang tanaman.



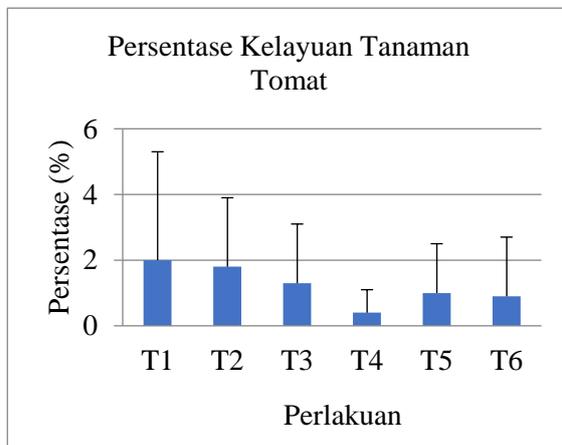
Gambar 4. Tanaman tomat yang tidak mengalami gejala *F. oxysporum* (A) dan yang mengalami gejala *F. oxysporum* (B)

Perhitungan penghambatan penyakit layu tanaman tomat dilakukan setiap minggu (1-4 MST) terhadap jumlah daun yang layu dari keseluruhan daun yang tumbuh, lalu dikali 100%. Pengaruh pemberian *B. bassiana* terhadap pertumbuhan tanaman tomat yang terinfeksi *F. oxysporum* dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 5.

Tabel 2. Nilai rata-rata persentase kelayuan tanaman tomat

Perlakuan	Rata-Rata ± Standar Deviasi	Signifikasi
T1	2,00 ± 1,32	0,197
T2	1,80 ± 0,91	
T3	1,30 ± 1,05	
T4	0,43 ± 0,40	
T5	1,00 ± 0,00	
T6	0,90 ± 0,36	

Data hasil pengamatan diuji statistik menggunakan *Kruskal wallis* karena distribusi data tidak normal (p value <0,05). Hasil uji *Kruskal wallis* (Tabel 2) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan ($P>0,05$), namun berdasarkan nilai rata-raa (*mean*) dari statistik deskriptif, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai kelayuan pada berbagai pengaplikasian *B. bassiana*. Pada waktu pengaplikasian sebelum tanam T1, dan T2 mendapatkan nilai persentase 2% dan 1,8%. Pada pengaplikasian *B. bassiana* pada saat tanam dan sesudah tanam T3, T4, dan T5 mendapatkan nilai persentase berturut-turut 1,3%, 0,43%, dan 1%. Perlakuan kontrol T6 didapatkan hasil persentase kelayuan dengan nilai 0,9%.



Gambar 5. Persentase Kelayuan Tanaman Tomat; T1: Pemberian *B. Bassiana* 7 hari sebelum tanam, T2: Pemberian *B. bassiana* 3 hari sebelum tanam, T3: Pemberian *B. bassiana* pada saat tanam, T4: Pemberian *B. bassiana* 3 hari setelah tanam, T5: Pemberian *B. bassiana* 7 hari setelah tanam, T6: Kontrol tanaman tomat dengan fungisida sintetis

Berdasarkan perbedaan nilai rata-rata (*mean*), dapat diketahui bahwa perlakuan pemberian *B. bassiana* paling baik didapatkan pada perlakuan T4 yaitu pemberian *B. bassiana* 3 hari setelah tanam, yang mampu menghasilkan kelayuan terendah hingga 0,4% (T4). Sedangkan persentase kelayuan tertinggi didapatkan pada perlakuan T1 yaitu pemberian *B. bassiana* 7 hari sebelum tanam dengan tingkat kelayuan 2% (Gambar 5).

Hasil yang sama juga dibuktikan pada penelitian El Kichaoui *et al.*, (2017) bahwa

penggunaan *B. bassiana* pada tanaman paprika memberikan hasil terbaik adalah ketika *B. bassiana* diaplikasikan setelah 3 hari sesudah tanam, yang mendapatkan presentase kelayuan sebesar 13%.

F. oxysporum menghasilkan enzim asam pektat yang masuk ke pembuluh xilem dan menyumbat pembuluh tersebut, enzim tersebut menyebabkan pembuluh berwarna coklat (Gaumann *et al.* 1947). Akibatnya daun tanaman menjadi kuning layu dan batang sekitar daun yang terinfeksi berwarna coklat muda (Yuniarti, 2010).

Pemberian *B. bassiana* pada saat 3 hari sesudah tanam dapat memperoleh nilai optimum dan pertumbuhan yang paling baik dikarenakan *B. bassiana* mulai menginduksi akar pada hari ketiga setelah pengaplikasian langsung ke tanah, sehingga *B. bassiana* dapat dengan cepat memproduksi senyawa- senyawa obligat seperti *beauvericin*, *bassianin*, dan *tenellin* yang berfungsi menghambat penyerangan penyakit patogen (El-Kichaoui, *et al.* 2017). Sedangkan pemberian *B. bassiana* sebelum tanam dapat memperoleh kelayuan tinggi dikarenakan *B. bassiana* tidak dapat secara langsung menginduksi akar tanaman dan membuat senyawa pertahanan untuk melindungi tanaman dari serangan penyakit *F. oxysporum*. Adanya interaksi endosimbiosis dari cendawan endofit dalam jaringan tanaman dapat menghasilkan hormon auksin yang meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman tersebut (Saragih *et al.*, 2018). Sedangkan pada penelitian Apriani *et al.*, (2014) perlakuan yang diberi fungisida sintetis memperoleh persentase kelayuan 0%. Rendahnya kelayuan pada perlakuan kontrol sintetis disebabkan oleh senyawa kimia *benomyl* 50% yang terkandung dalam produk sehingga mampu menekan pertumbuhan populasi patogen cendawan *F. oxysporum* didalam tanah hingga persentase tanaman yang terkena penyakit layu *Fusarium* kecil.

Hasil persentase kelayuan ini dapat terjadi karena *B. bassiana* bersifat endofit yang dapat menghambat patogen tular tanah dan memproduksi enzim serta toksin yang digunakan sebagai senjata utama dalam membunuh serangga maupun patogen sasaran hingga 99% (Bayu *et al.*, 2021).

Hal tersebut menunjukkan bahwa *B. bassiana* memiliki kemampuan untuk meningkatkan ketahanan tanaman. Induksi ketahanan menstimulasi mekanisme pertahanan tanaman untuk mengaktifkan sistem pertahanan (Munawara dan Haryadi, 2020). Menurut Owey (2008) *B. bassiana* juga memiliki mekanisme ketahanan yang terinduksi secara sistemik (ISR). Mekanisme ini terjadi karena simbiosis antara hifa-hifa cendawan yang berkoloni dan memasuki akar-akar tanaman untuk mendukung proses metabolisme perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia tanaman dengan menghasilkan SA (*Salicylic acid*), JA (*Jasmonic acid* dan *Volatile methyl jasmonate*) dan ET (*Ethylene*) (Amaria dan Wardiana, 2014).

Tinggi Tanaman

Hasil analisis statistik dari parameter tinggi tanaman (Tabel 3) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan pengaplikasian *B. bassiana*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaplikasian *B. bassiana* sebelum tanam T1 dan T2, didapatkan nilai tinggi tanaman 15,00 cm dan 15,66 cm. Pada pengaplikasian *B. bassiana* saat tanam dan sesudah tanam yaitu T3, T4 dan T5 mendapatkan nilai tinggi 19,00 cm, 22,66 cm, 21,66 cm. Pada perlakuan kontrol T6 didapatkan hasil tinggi tanaman dengan nilai 20,00 cm. Sehingga didapatkan perlakuan terbaik untuk pengaplikasian *B. bassiana* adalah pada T4, sedangkan perlakuan paling rendah didapatkan oleh T1. Pada penelitian Felix-Nchu et al. (2022) yang mengaplikasikan *B. bassiana* pada tanaman tomat 3 hari setelah tanam mendapatkan nilai rata-rata tinggi 30,87 cm. Cendawan *F. oxysporum* selain menyebabkan kelayuan daun pada tanaman tomat, juga dapat menyebabkan kekerdilan (pertumbuhan tinggi tidak optimal) pada tanaman. Hal tersebut menyebabkan tanaman tomat tidak dapat berbuah (Arifin, 2020). Sedangkan *B. bassiana* dapat memicu pertumbuhan tanaman sehingga pertumbuhan tinggi tanaman menjadi lebih optimal (El-Kichaoui et al., 2017).

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Tinggi Tanaman

Perlakuan	Rata-Rata ± Standar Deviasi	Signifikansi
T1	15,00 ± 2,00 ^d	0,000
T2	15,66 ± 1,52 ^d	
T3	19,00 ± 2,00 ^c	
T4	22,66 ± 2,51 ^a	
T5	21,66 ± 1,52 ^{ab}	
T6	20,00 ± 2,00 ^{ab}	

Keterangan: notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji *Duncan* 5%

Penelitian yang dilakukan oleh Mahabbah et al. (2014) pada perlakuan pengaplikasian fungisida sintetik pada 14 hsi mendapatkan nilai paling tinggi yaitu 13.30 cm. Hal ini dikarenakan pada fungisida sintetik mengandung senyawa kimia yang memiliki target untuk membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan optimal (Widiantini et al. 2017). Menurut Sari et al., (2017) unsur N sangat penting untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan, terutama pertumbuhan batang yang dapat menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman. Jika ada ketersediaan N yang cukup, proses pembelahan sel akan berjalan dengan cepat. Tinggi tanaman yang lebih tinggi diperoleh diantara tanaman yang terpapar *B. bassiana* mungkin disebabkan oleh sifat pemacu pertumbuhan dan penyerapan nutrisi dari *B. bassiana* (Felix-Nchu et al., 2022). Menurut Huang et al. (2010) menyatakan bahwa lingkungan tanaman sangat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman. Faktor eksternal lingkungan, sangat mengganggu pertumbuhan tanaman dalam kasus dimana kondisi lingkungan tidak sesuai dengan sifat tumbuh tanaman. Faktor eksternal ini meliputi intensitas sinar matahari, temperatur dan tekanan udara, serta adanya mikroorganisme yang mengganggu tanaman.

Jumlah Cabang Tanaman

Hasil analisis statistik dari parameter cabang tanaman (tabel 4) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan pengaplikasian *B. bassiana*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaplikasian *B. bassiana* sebelum tanam yaitu T1 dan T2 sama-sama mendapatkan rata-rata sebesar 4,00. Pada perlakuan pengaplikasian *B. bassiana* saat

tanam dan sesudah tanam yaitu T3, T4 dan T5 mendapatkan rerata berturut-turut 5,00, 6,00 dan 5,00. Pada perlakuan kontrol yaitu T6 didapatkan rata-rata jumlah cabang 5,00. Sehingga hasil paling tinggi didapatkan oleh perlakuan T4 (3 hari sesudah tanam) dan hasil paling rendah didapatkan oleh perlakuan T1 (7 hari sebelum tanam) dan T2 (3 hari sebelum tanam). Pada penelitian Saragih, *et. al.* (2021) hasil pengaplikasian 3 hari sesudah tanam ke tanaman paprika memberikan nilai terbaik yaitu 33,33. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Asmawan dan Hartatik (2022) terhadap tanaman cabai pada parameter jumlah cabang tanaman memperoleh nilai rata-rata paling tinggi 3,00. Cendawan *F. oxysporum* menyerang akar tanaman sehingga menimbulkan gejala pada cabang, batang dan daun tanaman. Selain itu *F. oxysporum* juga mampu menghambat pertumbuhan organ tanaman menjadi tidak tumbuh dengan optimal (Putri, 2014).

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Jumlah Cabang

Perlakuan	Rata-Rata ± Standar Deviasi	Signifikansi
T1	4,00 ± 1,00	0,237
T2	4,00 ± 1,00	
T3	5,00 ± 1,00	
T4	6,00 ± 1,00	
T5	5,00 ± 1,00	
T6	5,00 ± 1,00	

Keterangan: notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji Duncan 5%

El-Kichaoui *et al.* (2017) menyatakan bahwa pengaplikasian *B. bassiana* pada 3hari setelah dilakukannya penanaman memperoleh hasil terbaik karena spora *B. bassiana* mulai meninduksi akar tanaman, dan mengeluarkan senyawa-senyawa seperti *beauviricin*, *bassianin*, dan *tenellin* sehingga meningkatkan ketahanan inang terhadap serangan infeksi patogen. Cendawan *B. bassiana* dapat meningkatkan serapan nutrisi Fe pada tanaman tergantung pada metode inokulasinya. Unsur hara akan diserap untuk digunakan sebagai fotosintesis dan akhirnya mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman termasuk batang dan cabang (Saragih, *et. al.* 2021). Pada penelitian Gusinga *et al.* (2020) perlakuan kontrol fungisida sintetik memperoleh jumlah cabang sebesar 80,00 dan merupakan

nilai tertinggi diantara perlakuan lainnya. Hal ini dapat terjadi karena fungisida sintetik mengandung nutrisi yang dibutuhkan tanaman sehingga pertumbuhan tanaman termasuk cabang menjadi lebih optimal.

Jumlah Daun Tanaman

Hasil analisis statistik dari parameter daun tanaman (Tabel 5) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan pengaplikasian *B. bassiana*. Pada perlakuan pengaplikasian sebelum tanam T1 dan T2 didapatkan hasil rata-rata jumlah daun 18,66 dan 14,00. Pada perlakuan pengaplikasian saat tanam dan sesudah tanam T3, T4 dan T5 mendapatkan nilai rata-rata jumlah daun 16,66, 20,00, dan 16,66. Sedangkan pada perlakuan kontrol didapatkan nilai rata-rata 18.66 untuk T6. Sehingga hasil terbaik dari parameter jumlah daun didapatkan oleh perlakuan T4 (3 hari sesudah tanam) sedangkan nilai rata-rata jumlah daun paling rendah didapatkan oleh perlakuan T2 (3 hari sebelum tanam). Pada penelitian Felix-Nchu *et al.* (2022) hasil terbaik yang mempengaruhi jumlah daun adalah pengaplikasian *B. bassiana* pada saat tanam dengan nilai 14,27. Penyakit *F. oxysporum* dapat mempengaruhi aktifitas fotosintesis tanaman sehingga berpengaruh terhadap jumlah klorofil dan aktifitas fotosintesisnya terhambat oleh patogen (Saragih *at al.*, 2018). Kandungan klorofil daun tanaman merupakan parameter untuk mengidikasi kebugaran tanaman. Faktor biotik juga berpengaruh dalam kandungan klorofil suatu tanaman seperti, kurangnya nutrisi, tanaman stress yang disebabkan oleh salinitas, temperatur udara, dan *supply* air (Palta, 1990).

Tabel 5. Nilai Rata-Rata Jumlah Daun

Perlakuan	Rata-Rata ± Standar Deviasi	Signifikansi
T1	18,66 ± 1,52	0,847
T2	14,00 ± 4,00	
T3	16,66 ± 4,72	
T4	20,00 ± 2,64	
T5	16,66 ± 2,51	
T6	18,66 ± 9,29	

Keterangan: notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji Duncan 5%

Pengaplikasian *B. bassiana* setelah penanaman memperoleh nilai paling baik dikarenakan cendawan *B. bassiana* memicu tanaman secara langsung dengan menghasilkan berbagai substansi egetat yang berbeda terhadap pertumbuhan organ tanaman termasuk daun. Adanya interaksi egetative is dari cendawan endofit dalam jaringan tanaman dapat menghasilkan egetat auksin yang meningkatkan pertumbuhan egetative tanaman (Saragih *et al.*, 2018). Pada penelitian yang dilakukan oleh Mahabbah *et al.*, (2014) parameter jumlah daun pada perlakuan egetat fungsida sintetik pada 14 his mendapatkan nilai sebesar 5,37. Selain dapat membunuh hama, menghambat penyerangan egetati tular tanah, fungsida juga mampu menyuburkan tanaman, terutama pada daun. Pada beberapa produk fungsida bahkan dapat membuat daun tanaman lebih hijau (Mahabbah *et al.*, 2014). Menurut Ikhtiyanto (2010) unsur N memainkan peran dalam berbagai aspek pertumbuhan egetative termasuk pembentukan tunas, pembentukan daun dan pertumbuhan batang. Apabila pasokan N yang diberikan dalam jumlah yang cukup, daun tanaman akan tumbuh dengan cepat dan memperluas area yang tersedia selama masa fotosintesis.

Panjang Akar Tanaman

Hasil analisis egetativ dari parameter egetat akar tanaman (eget 6) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan pengaplikasian *B. bassiana*. Pengaplikasian *B. bassiana* sebelum tanam yaitu T1 dan T2 mendapatkan rata-rata egetat akar 7,40 cm dan 8,00 cm. Pada pengaplikasian *B. bassiana* saat tanam dan sesudah tanam T3, T4 dan T5 mendapatkan rata-rata 10,00 cm, 9,26 cm, dan 9,76 cm. Sedangkan pada perlakuan egetat fungsida sintetik didapatkan nilai 10,00 cm. Sehingga hasil paling tinggi pada parameter egetat akar adalah T3 (pada saat tanam) dan T6 (egetat fungsida sintetik), sedangkan untuk rata-rata paling rendah didapatkan oleh perlakuan T1 (7 hari sebelum tanam).

Pada penelitian Sholikhatin *et al.* (2021) pengaplikasian pada saat tanam ke tanaman padi memberikan hasil 29,38 cm, hal ini terjadi karena pengaplikasian saat tanam spora *B. bassiana* secara langsung mengkoloni disekitar perakaran tanaman sehingga akar yang terkoloni

B. bassiana akan lebih lebat dan egetat dibandingkan dengan akar yang tidak terkoloni cendawan *B. bassiana* (Harman *et al.*, 2004). Perakaran yang lebih lebat dan egetat tersebut menyebabkan penyerapan unsur hara lebih optimum, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik dan optimal. Sedangkan pada perlakuan pemberian *B. bassiana* sebelum tanam memperoleh nilai yang rendah jika dibandingkan dengan perlakuan pemberian setelah tanam, hal tersebut terjadi sebab *B. bassiana* tidak dapat secara langsung menginduksi dan memproteksi akar tanaman sehingga egetati tetap mempengaruhi pertumbuhan akar tanaman (Saragih *et al.*, 2018).

Tabel 6. Nilai Rata-Rata Panjang Akar

Perlakuan	Rata-Rata ± Standar Deviasi	Signifikansi
T1	7,40 ± 0,52 ^c	0,001
T2	8,00 ± 0,20 ^c	
T3	10,00 ± 1,00 ^a	
T4	9,26 ± 0,64 ^a	
T5	9,76 ± 0,25 ^a	
T6	10,00 ± 0,20 ^a	

Keterangan: notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji *Duncan* 5%

Penelitian yang dilakukan oleh Asmawan dan Hartatik (2022) pada perlakuan egetat yang diberikan pupuk NPK memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang diberikan *B. bassiana*. Hal ini disebabkan karena fungsida sintetik merangsang dan mendorong pertumbuhan akar tanaman. Tumbuhnya egetat akar juga dapat terjadi sebab tumbuhan mencari unsur hara dan air yang cukup sehingga akar akan terus memanjang hingga dasar tanah (Furoidah, 2018).

Jumlah Akar Tanaman

Hasil analisis egetativ dari parameter jumlah akar tanaman (Tabel 7) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan pengaplikasian *B. bassiana*. Pengaplikasian *B. bassiana* sebelum tanam T1 dan T2 didapatkan rata-rata jumlah akar 23,00 dan 24,00. Pada pengaplikasian *B. bassiana* saat tanam dan sesudah tanam T3, T4 dan T5 didapatkan rata-rata jumlah akar 25,33, 33,00, dan 30,00. Sedangkan pada perlakuan egetat T6 didapatkan rata-rata jumlah akar yaitu 35,33.

Pada penelitian Sholikhatin *et al.* (2021) jumlah akar tanaman padi pada pengaplikasian *B. bassiana* saat tanam memberikan hasil 28,60.

El-Kichaoui *et al.* (2017) pengaplikasian *B. bassiana* pada 3hari setelah dilakukannya penanaman memperoleh hasil terbaik karena spora *B. bassiana* mulai meninduksi akar tanaman, selain dapat menghambat infeksi egetati *B. bassiana* juga mampu membantu pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanam, cabang, daun hingga ke akar tanaman. Menurut Rodriguez *et al.*, (2009), ceandawan endofit dapat bertransmisi secara horizontal dan mampu mengkolonisasi akar, batang serta daun sehingga dapat meningkatkan biomassa akar tanaman.

Tabel 7. Nilai Rata-Rata Jumlah Akar

Perlakuan	Rata-Rata ± Standar Deviasi	Signifikasi
T1	24,00 ± 4,58 ^{bc}	0,001
T2	23,00 ± 4,58 ^{bc}	
T3	25,33 ± 2,51 ^b	
T4	33,00 ± 4,35 ^a	
T5	30,00 ± 2,64 ^{ab}	
T6	35,33 ± 3,51 ^a	

Keterangan: notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji *Duncan* 5%

Pada perlakuan egetat dengan fungsida sintetis memperoleh nilai tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan pemberian *B. bassiana*. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan kemungkinan kurangnya ketersediaan unsur hara dan kurangnya ketersediaan air. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Asmawan dan Hartatik (2022) pada perlakuan egetat yang diberikan pupuk NPK memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang diberikan *B. bassiana*, yaitu sebesar 40,00. Furoidah (2018) menyatakan bahwa pertumbuhan akar dapat terdorong egeta kekurangan nitrogen, sehingga akar akan mencari unsur hara dan air hingga ke dasar tanah. Jumlah akar yang banyak akan meningkatkan penyerapan unsur hara dan air dalam proses fotosintesis (Salisbury and Ross, 1995).

Bobot Basah Tanaman

Hasil analisis egetativ dari parameter bobot basah tanaman (Tabel 8) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar

perlakuan pengaplikasian *B. bassiana*. Pengaplikasian *B. bassiana* sebelum tanam yaitu T1 dan T2, didapatkan nilai rata-rata bobot basah 2,40gram dan 2,16 gram. Pada pengaplikasian *B. bassiana* saat tanam dan sesudah tanam yaitu T3, T4 dan T5 didapatkan nilai rata-rata bobot basah 2,60gram, 3,53 gram, dan 2,50 gram. Pada perlakuan egetat T6 didapatkan nilai bobot basah 2,66 gram. Sehingga hasil bobot basah tanaman paling tinggi, adalah pada pengaplikasian T4 (3 hari sesudah tanam), sedangkan tinggi tanaman paling rendah adalah pada T2 (3 hari sebelum tanam).

Tabel 8. Nilai Rata-Rata Bobot Basah

Perlakuan	Rata-Rata ± Standar Deviasi	Signifikasi
T1	2,40 ± 0,10 ^{ab}	0,002
T2	2,16 ± 0,15 ^b	
T3	2,60 ± 0,10 ^a	
T4	2,53 ± 0,20 ^a	
T5	3,50 ± 0,20 ^a	
T6	2,66 ± 0,15 ^a	

Keterangan: notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji *Duncan* 5%

Hasil yang sama didapatkan oleh penelitian El-Kichaoui *et al.* (2017) pada perlakuan pengaplikasian *B. bassiana* ke tanaman paprika 3 hari setelah tanam mendapatkan nilai rata-rata paling tinggi diantara perlakuan lainnya, yaitu sebesar 2,17 gram. Bobot basah yang berbeda tersebut dapat terjadi karena *B. bassiana* turut andil dalam menambah tinggi tanaman, jumlah daun serta bagian lain dari suatu tanaman sehingga dapat menambah nilai biomassa pada tanaman tersebut. Pada pengaplikasian *B. bassiana* 3 hari setelah tanam memberikan hasil terbaik karena tinggi, jumlah cabang, daun serta akar tanaman tumbuh optimal dan memiliki rata-rata paling besar diantara perlakuan lainnya, hal ini yang menyebabkan biomassa pada T4 memperoleh nilai yang tinggi juga. Sedangkan untuk perlakuan pengaplikasian *B. bassiana* sebelum tanam mendapatkan nilai rata-rata rendah jika dibandingkan dengan pengaplikasian setelah tanam, hal tersebut dapat terjadi sebab pengaplikasian *B. bassiana* sebelum tanam kemungkinan tidak dapat memproduksi spora lebih banyak sehingga *F. oxysporum* berpengaruh terhadap organ-organ tanaman tersebut, selain itu terdapat egeta egetat dan

biotik juga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan biomassa tanaman (Saragih *et al.*, 2018).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mahabbah *et al.* (2014) pengaplikasian fungisida sintetik mendapatkan rerata 35,37 gram. Fungisida sintetik juga membantu tanaman dalam pertumbuhan tinggi, jumlah daun serta jumlah akar sehingga hal ini dapat menambah massa dalam pengukuran bobot basah (Mahabbah *et al.*, 2014). Harjadi (2007) menyatakan bahwasannya ketersediaan unsur hara juga sangat berperan penting dalam mempengaruhi biomassa suatu tanaman, selain itu media tanam juga sangat mempengaruhi pengukuran bobot basah. Jika media tanam terlalu banyak mendapat pemberian air maka media tanam juga dapat terbawa larut oleh air lewat lubang di polybag, sehingga massa media tanam juga akan ikut berkurang.

Bobot Kering Tanaman

Hasil analisis egetativ dari parameter bobot kering tanaman (Tabel 9) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan pengaplikasian *B. bassiana*. Pada eget 8 hasil, diketahui pengaplikasian *B. bassiana* sebelum tanam T1 dan T2 didapatkan nilai rata-rata bobot kering 1,14 gram dan 1,31 gram. Pada perlakuan pengaplikasian *B. bassiana* saat tanam dan sesudah tanam yaitu T3, T4 dan T5 didapatkan nilai rata-rata bobot kering 1,92 gram, 2,30 gram, dan 2,05 gram. Pada perlakuan egetat yaitu T6 mendapatkan nilai rata-rata bobot kering 1,49 gram. Sehingga hasil bobot kering paling tinggi didapatkan oleh perlakuan T4 (3 hari setelah tanam), sedangkan untuk nilai bobot kering paling rendah didapatkan oleh perlakuan T1 (7 hari sesudah tanam).

Pada penelitian Munawara dan Haryadi (2020) hasil rata-rata bobot kering pada tanaman kedelai mendapatkan 4,08 gram, ini merupakan hasil dengan nilai terbaik diantara perlakuan lainnya. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Harman *et al.*, (2004) yang menunjukkan bahwa pengaplikasian *B. bassiana* langsung dalam tanah dapat meingkatkan pertumbuhan tanaman, kolonisasi *B. bassiana* pada akar dapat meningkatkan penyerapan nutrisi yang dibutuhkan tanaman sehingga dapat meningkatkan bobot kering, segar akar dan lainnya. Sama halnya dengan bobot basah

tanaman, pada pengaplikasian T4 memiliki nilai parameter tinggi, jumlah daun, cabang dan akar tanaman paling baik sehingga untuk parameter bobot kering tanaman T4 juga memperoleh nilai yang paling baik diantara perlakuan lainnya. Sedangkan pada perlakuan pemberian *B. bassiana* sebelum tanam, spora-spora *B. bassiana* tidak dapat secara langsung menginduksi akar tanaman sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan organ-organ tanaman sehingga mengurangi perhitungan bobot kering tanaman.

Tabel 9. Nilai Rata-Rata Bobot Kering

Perlakuan	Rata-Rata ± Standar Deviasi	Signifikansi
T1	1,14 ± 0,12 ^d	0,000
T2	1,37 ± 0,19 ^{dc}	
T3	1,92 ± 0,07 ^b	
T4	2,30 ± 0,09 ^a	
T5	2,05 ± 0,06 ^{ab}	
T6	1,49 ± 0,21 ^c	

Keterangan: notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji *Duncan* 5%

Pada penelitian Mahabbah *et al.*, (2014) egetat fungisida sintetik mendapatkan nilai rata-rata bobot kering 4,43 gram. Sama halnya bobot basah tanaman, fungisida sintetik juga berpengaruh pada bobot kering tanaman karena fungisida sintetik membantu tanaman dalam pertumbuhan tinggi, jumlah daun serta jumlah akar sehingga hal ini dapat menambah massa dalam pengukuran bobot tanaman (Mahabbah *et al.*, 2014). Peningkatan bobot kering tanaman dapat naik seiring dengan bertambahnya organ egetative tanaman, seperti daun. Terlebih lagi apabila daun-daun tersebut mampu menyerap dan menerima cahaya matahari untuk meningkatkan akumulasi fotosintat untuk pembentukan organ lainnya (Oktafia dan Maghfoer, 2018).

KESIMPULAN

Viabilitas *B. bassiana* didapatkan nilai rata-rata 73%, dan rata-rata jumlah kerapatan spora $3,25 \times 10^8$. Cendawan *B. bassiana* telah memenuhi standar mutu untuk digunakan sebagai agens pengendali hayati sesuai dengan Keputusan Menteri Pertanian No.

70/Permentan/SR.140/19/2011 serta telah sesuai SNI 8027.1: 2014. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *B. bassiana* efektif digunakan sebagai APH terhadap tanaman tomat yang terinfeksi *F. oxysporum* apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol positif (fungisida sintetik Klorotalonil). Perlakuan terbaik didapatkan pada perlakuan *B. bassiana* 3 hari setelah tanam, dengan presentase kelayuan tanaman sebesar 0,4%, tinggi tanaman sebesar 22,66 cm, bobot basah tanaman sebesar 3,50 gram, bobot kering tanaman sebesar 2,30 gram, dan jumlah akar sebesar 33,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelia, I., O. (2021). Efektivitas Pelilnan Terhadap Perubahan Kualitas Warna Buah Tomat (*Solanum lycopersicum*). *Seminar Nasional Teknologi, Sains dan Humaniora (semanTECH 2021)*. 3(1): 89-97. <http://jurnal.poligon.ac.id/index.php/emantech/article/view/867>
- Apriani, L., Suprpta, D.N., dan Temaja, I.R.M. (2014). Uji Efektivitas Fungisida Alami Dan Sintetik Dalam Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* Pada Tanaman Tomat Yang Disebabkan Oleh *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici*. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 3(3): 137-147. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT>
- Arsih, D. W., Panggeso, J., dan Lakani I. 2015. Uji Ekstrak Daun Sirih Dan Cendawan *Trichoderma* sp dalam menghambat perkembangan *Fusarium oxysporum f.sp lycopersici* Penyebab Penyakit Layu *Fusarium* Pada Tanaman Tomat. *Online Jurnal of Natural Science*. 4(3) :355-368.
- Asmawan, S.P., dan Hartatik, S. (2022). Pengaruh Aplikasi Pupuk Majemuk dan Mikronutrien Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rappa* L.) Dengan Sistem Budidaya Hidroponik. *Jurnal Berkala Ilmiah Pertanian*. 5(2): 70-75. <https://doi.org/10.19184/bip.v5i2.2883>
- Bayu, M. S. Y. I., Prayogo, Y., dan Indiati, S. W. (2021). *Beauveria bassiana*: Biopestisida Ramah Lingkungan Dan Efektif Untuk Mengendalikan Hama Dan Penyakit Tanaman. *Buletin Palawija*. 19(1): 41-63. <https://www.researchgate.net/profile/Marida-Yudha-Ika-Bayu/publication/352246382>
- BPS (Badan Pusat Statistik). (2021). Data Produksi Tomat di Indonesia. <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/3/produksi-tanaman-sayuran.html>. Diakses pada 29 november 2022
- Culebro-Ricaldi JM, Ruiz-Valdiviezo VM, Rodriguez-Mendiola MA, Avila-Miranda ME, Miceli FG, Cruz-Rodriguez RI, and Montes-Molina JA. (2017). Antifungal Properties of *Beauverina bassiana* Strains Against *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* race 3 in tomato crop. *Journal of Evironmental Biology*. 38(5): 821. DOI:10.22438/Jeb/38/5/MRN-412
- El-Kichaoui A, Elnabris K, Shafie A, Fayyad N, Arafa M, El-Hindi M. (2017). Development of *Beauveria bassiana* Based Biofungicide Against *Fusarium* Wilt Pathogens for *Capsicum annum*, a Promising Approach Toward Vital Biocontrol Industry in Gaza Strip. *IUG Journal of Natural Studies*. 25(2): 183-190 <http://journal.iugaza.edu.ps/index.php/IUGNS/article/view/2593>
- Espinoza, F., Vidal, S., Rautenbach, F., Lewu, F., dan Nchu, F. (2019). Effects Of *Beauveria bassiana* (Hypocreales) On Plant Growth And Secondary Metabolites Of Extracts Of Hydroponically Cultivated Chive (*Allium Schoenoprasum* L. [Amaryllidaceae]). *Heliyon*. 5(12): 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03038>

- Felix-Nchu., Neo M., Ilyas R., Lee-Ann N., Gerhard B., Marshall K., and Ninon G. E. R. E. (2022). Endophytic *Beauveria bassiana* Induces Oxidative Stress and Enhances the Growth of *Fusarium oxysporum*-Infected Tomato Plants. *Plants (Basel)*. 11(22): 31-82. <https://doi.org/10.3390/plants11223182>
- Furoidah, N. (2018). Efektivitas Penggunaan AB Mix Terhadap Pertumbuhan Beberapa Varietas Sawi (*Brassica* sp.) *Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis UNS Ke-42 Tahun 2018*. 2(1): 239-246. <https://core.ac.uk/download/pdf/230909778.pdf>
- Hardianti, A. R., Rahayu, Y. S., dan Asri, M. T. (2014). Efektivitas Waktu Pemberian *Trichoderma harzianum* dalam Mengatasi Serangan Layu *Fusarium* pada Tanaman Tomat Varietas Ratna. *LenteraBio*. 3(1): 21-25. <https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/35713400>
- Harjadi, B. (2007). Analisis Karakteristik Kondisi Fisik Lahan DAS Dengan PJ dan SIG di DAS Benain-Noemima, NTT. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 7(2): 74-79.
- Kumar V, Singh GP, Babu AM, Ahsan MM, Datta RK. 2016. Germination, Penetration, and Invasion of *Beauveria bassiana* Silkworm Bombyx Moricausing White Muscardine. *Italian Journal of Zoology*. 6(1): 39-43.
- Munawara W, dan Haryadi NT. (2020). Induksi Ketahanan Tanaman Kedelai (*Glycine Max L. merril*) Dengan Cendawan Endofit *Beauveria bassiana* untuk Menekan Penyakit Busuk Pangkal Batang (*Sclerotium rolfsii*). *Jurnal Pengendalian Hayati*. 3(1): 6-13. <https://doi.org/10.19184/jph.v3i1.17146>
- Mwanburi LA. (2021). Endophytic Fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, Confer Control of the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)(Lepidoptera: Noctuidae), in two tomato Varieties. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 31(7): 1-6. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00357-3>
- Naufal, M.H.Q dan Purwantisari, S. 2020. Viabilitas Biofungisida Produk Lokal dan Aplikasinya untuk Penundaan Gejala Penyakit Hawar Daun Tanaman Kentang. *Bioma*. 22(2): 188-195
- Nugraheni ES. 2010. Karakterisasi Biologi Isolat-isolat *Fusarium* sp. Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) Asal Boyolali. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Oktafia, T.J., dan Maghfoer, M.D. (2018). Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*) Terhadap Aplikasi EM dan PGPR. *Produksi Tanaman*. 6(8): 1974-1981.
- Prabukarthikeyan SR, Umapathy K, Sornakili A, Triruvengadam R. (2017). Analysis of Genetic Diversity Among Different Isolates of *Beauveria bassiana* by RAPD-PCR. *J. Biol Control*. 31(1): 18-24. https://www.researchgate.net/profile/P_rabhukarthikeyan-S-R/publication/318900426
- Saragih, M., Trizelia, Nurbailis, dan Yusniwati. (2021). Aplikasi Cendawan *Beauveria bassiana* Melalui Perendaman Benih dan Pengaruhnya Terhadap Kolonisasi dan Kandungan Klorofil Daun Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*). 8(2): 107-1165. <https://doi.org/10.32734/jpt.v8i2.6519>
- Sari Nawang ,V., Made, S., dan Yonathan P. 2017. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Fermentasi Urin Sapi Sebagai Pupuk Cair pada Pertumbuhan Bibit Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 5(1): 57-71.
- Sutejo, Priyatmojo A, Wibowo A. 2010. Identifikasi Morfologi Beberapa Spesies Jamur *Fusarium*. *Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 14(1): 7-13.

Syaifuddin S, Ramlah R, Hakim I, Berliana Y, dan Nurhayati N. (2022). Pemetaan Produksi Tanaman Tomat di Indonesia Berdasarkan Provinsi Menggunakan Alogaritma K-Means Clustering. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*. 3(4): 222-228. <https://doi.org/10.47065/josyc.v3i4.2206>

Warman, R., Rianto, F., dan Iwan, S. (2021). Uji Patogenitas *Fusarium oxysporum* Pada Tanaman Bawang Merah Di Tanah Gambut Kalimantan Barat. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 24(3): 287-295. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/89442695/10098-libre.pdf>.