



Pengaruh *Metharizium anisopliae*(Metchnikoff) Sorokin dan *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill terhadap Pertumbuhan dan Daya Tahan Hama Penyakit pada Bibit Kelapa Sawit (*Pre nursery*)

Juan Felix Gunawan¹, Sat Rahayuwati², Suratni Afrianti³, Bayu Pratomo⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Agro Teknologi UNPRI Medan

^{2,3,4}Agro Sustainable Centre, Universitas Prima Indonesia

E-mail : satrahayuwati@unprimdn.ac.id

ABSTRACT

*Entomopathogenic fungi are fungi that can cause death to insect pests. Some reports state that entomopathogenic fungi are endophytic or can grow in plant tissue and are positive for plant growth and produce phenol substances that insects do not like. The study aims to determine whether the formulation of entomopathogenic fungi *Metharizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin and *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill given to pre-nursery oil palm seedlings can help increase growth and resistance to pests and plant diseases. The study used factorial RAK experimental method with 48 treatment (2 factors and 3 replications), namely *M. anisopliae* fungus (M) with 4 levels: M0 = 0 g (control), M1 = 5g, M2 = 10g, and M3 = 40g, and *B. bassiana* fungus (B) with 4 levels namely: B0 = 0g (control), B1 = 5g, B2 = 10g, and B3 = 40g. The research resultsshowed that sprouts could grow into seedlings well, with an average third leaves appearing at week 12 after planting. The results of ANOVA analysis showed that the treatment factor of *M. anisopliae* and *B. bassiana* fungus gave an effect that was not significantly different on the parameters of the number of leaves, plant height, stem diameter, leaf length, number of leaf spots, leaf spot area, number of insect bites, insect bite area, plant length, crown wet weight, crown dry weight, root wet weight, root dry weight and root crown ratio. In other words, adding various doses of mixed formulation of *M. anisopliae* and *B. bassiana* did not provide a response to trigger plant growth and prevent the undesirable effects of insects. There are suggested that the two fungi are already in the oil palm seedling tissue as endophytes but until the 12th week, they have not shown any effect as a growth promotor or preventive effect the seddling tissue not liked by insects.*

Keywords: Palm Oil, *Metharizium anisopliae*, *Beauvaria bassiana*, endophyte, Growth Promotor

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di Indonesia yang memberikan kontribusi besar terhadap perekonomian negara. Namun, produksi kelapa sawit seringkali terganggu oleh serangan hama dan penyakit, yang menyebabkan penurunan produktivitas dan kualitas hasil panen (Harefa, 2022). Pengendalian hama pada perkebunan kelapa sawit selama ini banyak menggunakan pestisida kimia. Meskipun efektif, penggunaan pestisida kimia menimbulkan kekhawatiran terhadap dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia. Selain itu, beberapa hama telah mengembangkan resistensi terhadap pestisida kimia, sehingga mempersulit pengendalian (Baehaki et al., 2016).

Alternatif pengendalian hama yang ramah lingkungan dan berkelanjutan sangat dibutuhkan. Salah satu pendekatan pengendalian yang menjanjikan adalah penggunaan agen hayati, seperti cendawan entomopatogen. Cendawan entomopatogen adalah cendawan yang dapat menyebabkan infeksi dan menimbulkan penyakit sehingga menyebabkan kematian pada serangga. Contoh cendawan entomopatogen antara lain spesies *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* (Vega dan Kaya, 2012). Cendawan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* telah terbukti efektif dalam mengendalikan hama pada perkebunan kelapa sawit seperti kumbang tanduk *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) (Sitinjak, 2018).

Cara cendawan entomopatogen menimbulkan infeksi pada serangga yaitu spora terjatuh pada permukaan kulit serangga. Apresorium (struktur hifa seperti jarum) akan menembus kutikula masuk ke dalam tubuh serangga. Cendawan *M. anisopliae* akan mengeluarkan enzim (lipase, kithinase, amilase, proteinase, pospatase, dan esterase) dan toksin, kemudian terbentuk blastospora yang beredar ke dalam haemolymph dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya (Ferron, 1985). Cendawan *M. anisopliae* kemudian menembus kulit luar tubuh serangga sehingga hifa menutup permukaan luar tubuh serangga tersebut. Kematian serangga disebabkan oleh aktivitas mekanik pertumbuhan hifa di dalam haemocoel dan produksi *destruxin A* dan *B* selama proses pertumbuhan hifa (Yasmin dan Fitri, 2010). Cendawan *B. bassiana* menghasilkan toksin berupa beauvericine, beauverolide, isorolide dan asam oksalat yang dapat mengakibatkan paralisis secara agresif pada larva dan imago serangga yang diinfeksi (Mahr, 2003). Spora *B. bassiana* yang terjatuh di atas permukaan kulit serangga membentuk apresorium, masuk ke dalam rongga tubuh, tumbuh menjadi blastospora. Saat tubuh sudah penuh dengan blastospora maka *B. bassiana* akan keluar dari tubuh serangga, membentuk hifa dan menghasilkan spora konidia untuk menginfeksi serangga berikutnya (Vega dan Kaya, 2012).

M. anisopliae dan *B. bassiana* banyak digunakan dalam pengendalian hayati karena mempunyai konidia yang cukup tahan di lingkungan serta mudah dimanipulasi (Santoso et al., 2005). Cendawan *M. anisopliae* mudah dibiakkan pada media buatan dengan kandungan glukosa dan protein yang tinggi, serta beberapa komponen esensial yang tidak dapat disintesis sendiri yaitu asam amino dan vitamin. Media yang baik untuk perbanyakan *M. anisopliae* antara lain dedak (Novianti, 2017). Sementara itu, perbanyakan cendawan *B. bassiana* dapat digunakan media padat berupa beras, jagung dan media cair ekstrak kentang gula (Wardati et al., 2019). Karena sifatnya mudah dibiakkan di media sederhana tersebut, maka cendawan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* cukup mudah untuk ditemukan di pasaran khususnya pada *market place* di Indonesia seperti Tokopedia.

Cendawan entomopatogen dapat berperan sebagai endofit (Dutta et al., 2015). Endofit adalah mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman, bersimbiosis dan menghasilkan metabolit sekunder yang membantu pertahanan tanaman. Endofit dapat berupa bakteri maupun cendawan. Cendawan endofit masuk melalui akar atau bagian lain tanaman dan dapat mengkolonisasi bagian dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan efek negatif (Wilson, 1995). Cendawan endofit dapat menghasilkan senyawa fenolik yang berperan dalam melindungi tanaman dari serangan hama dan penyakit (Olaf, 2021). Kemampuan cendawan entomopatogen sebagai endofit ini menjanjikan untuk mengurangi kerusakan akibat serangan hama dan penyakit pada tahap awal pertumbuhan tanaman.

Kolonisasi cendawan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* secara endofit dapat memicu pertumbuhan tanaman berupa pertambahan tinggi tanaman dan penambahan berat batang, perpanjangan dan pertambahan berat akar. Hal ini sejalan dengan penelitian (Affandi et al., 2019) yang membuktikan bahwa cendawan *B. bassiana* secara endofit dapat memacu

pertumbuhan tanaman *Phaseolus vulgaris*. Liu et al., (2022) menyebutkan bahwa *B. bassiana* dan *M. anisopliae* yang diinokulasi pada media hidroponik tanaman jagung mampu membantu pertumbuhannya, dan hanya butuh waktu 1 minggu kedua cendawan sudah bersifat endofit. Cendawan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* juga dapat mengkolonisasi berbagai jenis tanaman, seperti gandum, jagung, buncis, bawang merah, tomat, anggur, kentang, padi, palem, dan kapas. Palm dan jagung merupakan tanaman monokotil yang sama dengan kelapa sawit, sehingga diduga cendawan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* dapat berhasil juga mengkolonisasi jaringan tanaman kelapa sawit sebagai endofit.

Cara aplikasi cendawan entomopatogen sebagai *growth promotor* cukup mudah yaitu dengan pemberian spora pada media tanam tanah, media tanam hidroponik, penyemprotan daun, dan irigasi tanah (Liu et al., 2022). Gas Nitrogen jumlah di atmosfer cukup besar 78% tetapi tidak tersedia bagi tanaman. Tanaman berusaha mendapatkan nitrogen dengan melakukan symbiosis mutualism dengan cendawan entomopatogen. Cendawan entomopatogen memiliki niche ekologi sebagai endofit dan patogen serangga. Entomopatogen ini bukan biotrop obligat sehingga mampu hidup bebas dalam tanah dan bertahan sebagai saprofit pada inang serangga. Nitrogen dari serangga yang diinfeksi oleh entomopatogen diberikan ke tanaman dan tanaman memberikan hadiah berupa tempat sebagai endofit dan carbon hasil fotosintesis untuk keperluan hidup cendawan. Nitrogen dari cendawan ini yang digunakan untuk membantu pertumbuhannya (Behie et al., 2012; Behie et al., 2017)

Pengetahuan tentang efek endofit cendawan entomopatogen sebagai pembantu pertumbuhan tanaman dan pertahanan terhadap hama dan penyakit pada kecambah tanaman kelapa sawit masih belum banyak diketahui. Oleh karena itu, penelitian bertujuan untuk melihat pengaruh *Metharizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin dan *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill terhadap pertumbuhan dan daya tahan terhadap hama penyakit pada bibit kelapa sawit *pre nursery*.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di laboratorium UNPRI yang berlokasi di Jl. Sampul No.3, Sei Putih Barat, Kec. Medan Petisah, Kota Medan, Sumatera Utara. Penelitian juga dilaksanakan di areal tanah yang datar serta terdapat paparan sinar matahari tetapi sedikit tertutupi oleh tanaman kelapa sawit tua, yang berlokasi di RAMP AEK BATU JL. Lintas Sumatera, Desa Asam Jawa, Kecamatan Torgamba, Labuhanbatu Selatan, Sumatera Utara. Penelitian dimulai pada 1 November 2023 sampai 10 Maret 2024.

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroskop cahaya; kaca objek, kaca penutup; 6 tabung reaksi; 1 gelas ukur 10 ml; timbangan analitik; autoklaf; *Biosafety Cabinet Class II*; *Incubator Shaker*; *Spreader*; panci; kompor; 10 cawan petri; pembakar spiritus; 2 labu erlemeyer; rak tabung reaksi; jarum ose; pipet tetes; vortex; mikropipet; spatula; korek api; *plastic cling wrap*; hemasitometer; ember; 48 *polybag* ukuran 17cm x 7,5cm; timbangan kue; gelas ukur; sendok; mangkuk kecil; gembor air; saringan kawat; meteran; paranet; 48 baskom kecil; 48 mangkuk; pengukur suhu dan kelembaban; plastik bening; 48 stiker putih; pulpen; lakban; lemari pengering.

Bahan yang digunakan adalah 1 l aquadest; 2,4 gr media PDB (*Potato Dextrose Broth*) merk HIMEDIA; 7,8 gr media PDA (*Potato Dextrose Agar*) merk HIMEDIA; Tisu; LCB (*Lactophenol Cotton Blue*); 48 kecambah kelapa sawit Socfindo varietas DxP Lame; 2

bungkus (500g) untuk masing-masing cendawan entomopatogen *M. anisopliae* dan *B. bassiana*; air; 1,2 kg pupuk RP (*Rock Phosphate*); 36 g pupuk NPK 15.15.6.4; 18 g pupuk urea; 32kg tanah top soil; milimeter blok; alkohol 75%; aluminium foil; kertas.

Rancangan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2 faktorial dengan 3 ulangan. Faktor pertama yaitu cendawan *M. anisopliae* (M) dengan 4 taraf: M0 (kontrol) sebanyak 0 g, M1 5g, M2 10g, dan M3 40g. Faktor kedua yaitu cendawan *B. bassiana* (B) dengan 4 taraf yaitu: B0 (kontrol) sebanyak 0g, B1 5g, B2 10g, dan B3 40g. Kombinasi perlakuan ada 16 buah yaitu: M0B0, M0B1, M0B2, M0B3; M1B0, M1B1, M1B2, M1B3; M2B0, M2B1, M2B2, M2B3; M3B0, M3B1, M3B2, M3B3. 16 kombinasi perlakuan kemudian dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali = 48 unit percobaan.

Analisis ANOVA (*analysis of variance*) dilakukan dengan memasukkan data sesuai rumus statistik RAK faktorial 3 ulangan. Uji homogenitas perlakuan dan tampilan pertumbuhan bibit dilakukan dengan program R Studio.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Kecambah dan Media Tanam

Kecambah dibeli dari PT. Socfindo dengan varietas DxP lame sebanyak 48 butir. Kecambah kemudian dimasukkan ke dalam *polybag* berisi media tanam tanah sedalam 0,5 cm dengan plumula menghadap ke atas dan radikula menghadap ke bawah. Media tanam yang digunakan yaitu tanah *top soil* yang sudah dibersihkan dari sampah dan bebatuan. Tanah sebanyak 650 g dicampur dengan 25 g pupuk RP (*Rock Phosphate*) dan dimasukkan ke dalam *polybag* berukuran 17 cm X 7,5 cm. *polybag* diletakkan di atas baskom yang didalamnya diberi penyangga. Jumlah penyangga sebanyak 48 buah sesuai jumlah total perlakuan. Jarak antar *polybag* 30cm dan *polybag* disusun sesuai dengan susunan rancangan penelitian. 48 *polybag* diletakkan di antara pembibitan kelapa sawit lain yang tidak termasuk di dalam uji coba penelitian. Di atas 48 *polybag* tersebut dipasang paranet serta plastik bening di atasnya agar *polybag* tidak terkena oleh air hujan secara langsung. Setiap *polybag* ditempel stiker yang sudah ditulis kode perlakuan yang sesuai dengan rancangan penelitian dan di selotip permukaannya.

Penyiraman media tanam dilakukan sehari 2 kali pada pukul 08.00 dan 16.00 WIB sebanyak 250 ml air/bibit. Pengecekan suhu dan kelembapan lingkungan juga dilakukan setiap hari pada pukul 08.00 WIB. Setelah dilakukan penyiraman, dan diketahui kapasitas lapang tanah, maka penyiraman selanjutnya dilakukan menggunakan air yang ada di dalam tiap baskom dan sesuai dengan kapasitas lapang tanah. Pemupukan diberikan dengan cara mencampurkan pupuk NPK 15.15.6.4 dan air lalu disiram secara merata ke seluruh bibit kelapa sawit dengan dosis 6 g/2,5 liter/48 bibit pada pagi hari di minggu ke-4, 6, 8, 10, 11, 12. Untuk minggu ke-5, 7, 9 diberikan pupuk urea dengan cara dan dosis yang serupa. (Darmawan et al., 2022). Dilakukan pencampuran formulasi *M. anisopliae* dan *B. bassiana* dengan 250ml air pada minggu ke-2 setelah bibit di tanam dalam *polybag*, sesuai dengan dosis pada rancangan penelitian. Larutan formulasi kemudian disiramkan ke media tanah di setiap *polybag* sesuai dengan susunan rancangan penelitian.

Pengujian Viabilitas Cendawan Entomopatogen

Formulasi cendawan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* dibeli dari *market place* TOKOPEDIA lalu dihitung kerapatan spora konidia dengan cara diambil 1 gr sampel kemudian dilarutkan dengan 9 ml aquadest. Larutan ini disebut larutan stok dan dilakukan vortex agar tercampur sempurna. Pengenceran dilakukan dengan cara mengambil 1 ml larutan stok menggunakan mikropipet kemudian dipindahkan ke tabung lain yang berisi 9 ml aquadest agar didapat hasil pengenceran 10^{-1} . Pengenceran selanjutnya diambil lagi 1 ml larutan 10^{-1}

untuk dicampurkan dengan 9 ml aquadest yang ada di tabung lain agar didapat hasil pengenceran 10^{-2} (Pranata et al., 2019). Jumlah spora dari cendawan entomopatogen yang diberi dari *market place* dihitung menggunakan alat hemasitometer (Prayogo, 2013). Bidang pandang hemasitometer ditetesi dengan larutan cendawan dengan pengenceran 10^{-2} , kemudian di tutup dengan kaca penutup dan dibiarkan selama 1 menit kemudian diamati dengan mikroskop cahaya perbesaran 40x10.

Pengujian viabilitas spora cendawan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* dengan cara menumbuhkannya pada media PDB dan PDA. Media PDB ditimbang sebanyak 2,4 g kemudian ditambah aquadest 100 ml, lalu dihomogenkan hingga media dan aquadest tercampur dan dipindahkan ke erlenmeyer. Membuat media PDA, media ditimbang 7,8 g, ditambah aquadest 200 ml, kemudian dimasak di atas panci sampai mendidih. Media yang telah disiapkan dimasukkan ke autoklaf bersama dengan cawan petri dan labu erlenmeyer, lalu disterilkan pada suhu 121°C selama 15 menit (Azzahra et al., 2020; Putri et al., 2022).

Sampel cendawan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* masing-masing ditimbang 1 g dan dilarutkan dalam 100 ml aquadest. Larutan kedua cendawan tersebut kemudian masing-masing diambil sebanyak 0,1 ml kemudian di tambahkan ke masing-masing media cair PDB.

Media PDA yang masih berupa cairan sebanyak 20 ml dimasukan ke cawan petri dan ditunggu sampai permukaan PDA tersebut menjadi padat atau sekitar 25 menit. Sebanyak 0,1 ml larutan sampel cendawan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* dimasukkan dan disebar merata ke seluruh permukaan agar PDA dengan menggunakan spreader. Media kemudian ditutup dengan *plastic cling wrap*, diinkubasi dengan inkubator suhu 30°C dan ditunggu hingga cendawan tumbuh selama kurang lebih 7 hari (Istifadah et al., 2022).

Bentuk spora konidia diamati dengan mengambil biakan PDA menggunakan jarum ose yang telah disterilkan. Jarum ose kemudian diletakkan pada kaca objek dan ditetaskan cairan LCB. Kaca objek ditutup dengan kaca penutup dan dilakukan pengamatan bentuk spora menggunakan mikroskop cahaya. Pada media PDB cair, hari ke 8 cairan diambil menggunakan mikropipet dan ditetaskan ke kaca objek, ditutup dengan kaca penutup dan diamati dengan mikroskop cahaya.

Parameter Pengamatan mingguan

Pengamatan dilakukan setiap seminggu sekali selama 12 minggu dengan parameter pengamatan yaitu jumlah daun yang telah membuka sempurna, tinggi tanaman dari atas tanah *polybag* hingga bagian daun tertinggi, diameter batang, panjang daun, intensitas penyakit berupa jumlah bercak dan luas bercak daun yang dihitung dengan cara menggambar bercak pada milimeter blok, lalu hitung jumlah kotaknya yang kemudian akan dikonversi menjadi mm². Intensitas serangan hama berupa jumlah gigitan dan luas gigitan serangga yang dihitung dengan cara yang sama dengan mengukur luas bercak daun (Istifadah et al., 2022).

Parameter Pengamatan Pembongkaran

Pengamatan dilakukan setelah tanaman berumur 12 minggu dan dilakukan pembongkaran media tanam. Parameter pengamatan pembongkaran meliputi panjang total tanaman dari ujung daun hingga ujung akar, berat basah tajuk, berat kering tajuk, berat basah akar, berat kering akar dan rasio tajuk akar. Bibit dibongkar dengan hati-hati agar tidak ada jaringan yang rusak. Bibit dibersihkan dari media tanam dengan dicelupkan ke air, dikeringkan dengan kain hingga kering. Bibit sebanyak 16 buah, mewakili 16 perlakuan disusun pada alas kain berwarna merah kemudian difoto (Gambar 8). Cara mencari berat kering yaitu bagian tanaman pembongkaran dipotong-potong sepanjang 1 cm lalu dikeringkan pada almari pengering pada suhu 50°C selama 3 hari

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Viabilitas Cendawan Entomopatogen dari *Marketplace*

Formulasi *Metarhizium anisopliae* yang dibeli memiliki merk dagang GMN METARHIZIUM yang diproduksi oleh Turrima CV Trubus Prima, Jateng, Indonesia. Jumlah kerapatan spora konidia formulasi *M. anisopliae* tersebut adalah $7,25 \times 10^8$ spora/ml. Formulasi *Beauveria bassiana* yang dibeli memiliki merk dagang GMN BEAUVERIA yang diproduksi oleh Turrima CV Trubus Prima, Jateng, Indonesia. Jumlah kerapatan spora konidia formulasi *B. bassiana* tersebut adalah $7,4 \times 10^8$ spora/ml.

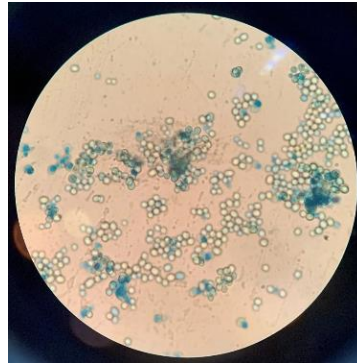
Warna isolat *M. anisopliae* pada media PDA awalnya bewarna putih kemudian lama-kelamaan berubah warna menjadi hijau zaitun (Gambar 1). Cendawan *M. anisopliae* memiliki karakteristik perubahan warna di media PDA, dari biakan muda dengan miselium putih kemudian miselium berkembang hingga memenuhi media PDA. Miselium yang sudah berkembang penuh di cawan PDA kemudian berubah warna menjadi hijau zaitun seiring dengan spora yang diproduksi oleh miselium tersebut (Ibrahim et al., 2022). Warna isolat *B. bassiana* pada media PDA, awalnya berwarna putih kemudian miselium melebar dan setelah beberapa waktu miselium tetap berwarna putih (Gambar 2). Prayoyo (2013) juga menyebutkan bahwa perkembangan miselium *B. bassiana* dimulai dari berukuran kecil, berwarna putih kemudian tumbuh melebar dengan tetap warna putih. Kedua cendawan entomopatogen yang dibeli dari *marketplace* Tokopedia dalam kondisi hidup (viabel) karena berhasil membentuk miselium setelah ditumbuhkan pada media PDA. Konidia *M. anisopliae* yang diamati pada mikroskop cahaya perbesaran 100×10 menunjukkan bentuk bulat dan beberapa berbentuk sedikit lonjong. Spora berwarna biru karena diwarnai dengan LCB (*Lactophenol Cotton Blue*). Spora berwarna hialin (transparan) sehingga pemberian LCB bertujuan agar spora menjadi kontras dan jelas terlihat (Gambar 3).



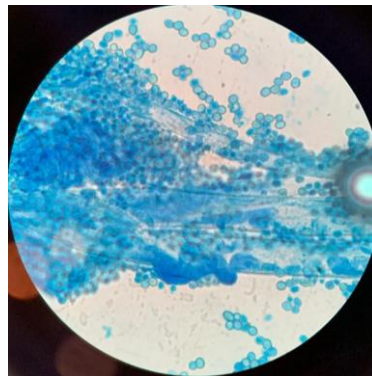
Gambar 1. isolat *M. anisopliae* umur 8 hari pada media PDA



Gambar 2. isolat *B. bassiana* umur 8 hari pada media PDA



Gambar 3. Bentuk spora *M. anisopliae* bulat pada perbesaran 100 x 10



Gambar 4. Bentuk Spora *B. bassiana* bulat pada perbesaran 100 x 10

Dilihat dari bentuk spora *Metarhizium* (Gambar 3) diduga varietas yang dibeli dari marketplace Tokopedia yaitu *Metarhizium anisopliae* var *acridum*. Valdes et al. (2022) menyebutkan bahwa varietas *acridum* memiliki bentuk konidia subglobose-ovoid atau bulat dan beberapa konidia agak sedikit lonjong seperti terlihat Gambar 3.

Cendawan *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media PDA memiliki bentuk spora bulat (Gambar 4). Spora terlihat berwarna biru karena diwarnai dengan LCB untuk membuat kontras dan mudah diamati di bawah mikroskop cahaya. Formulasi *M. anisopliae* dan *B. bassiana* juga dites viabilitasnya menggunakan media cair PDB (*Potato Dextrose Broth*). Kedua cendawan ini dapat tumbuh dengan baik pada media PDB, yang menunjukkan bahwa cendawan dalam kondisi hidup (viabel). Biakan *M. anisopliae* dalam media PDB membentuk gumpalan dalam cairan jernih sedangkan biakan *B. bassiana* berada di dalam cairan yang lebih keruh. Biakan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* dalam media PDB tumbuh miselium yang dapat diamati dibawah mikroskop .

Pada umur biakan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* 8 hari, media PDB diamati dalam masa pertumbuhan miselium, sedangkan pada media PDA miselium sudah menghasilkan banyak massa spora konidia. Cliquet & Scheffer (1997) menyatakan bahwa spora konidia yang ditumbuhkan pada media cair seperti PDB kehilangan kemampuan untuk berkecambah lebih cepat dibandingkan konidia yang ditumbuhkan pada media padat PDA. Seperti yang terlihat pada penelitian ini bahwa dalam kurun waktu sama, media PDB hanya dihasilkan miselium sedangkan pada media PDA miselium sudah menghasilkan banyak spora konidia.

Cendawan yang ditumbuhkan pada media PDA lebih cepat tumbuh membentuk miselium, kemudian dihasilkan spora konidia akan tetapi kemampuan bertahan hidup sangat buruk (Cliquet & Schaffer, 1997).

Pertumbuhan Tanaman

Cendawan entomopatogen seperti *Metarhizium spp.* dan *Beauveria spp.* biasanya digunakan sebagai agen hayati yang menimbulkan penyakit pada serangga hama (Mesquita et al., 2013). Cendawan *Metarhizium spp.* dan *Beauveria spp.* mudah dibiakkan pada media buatan dan spora konidianya memiliki daya tahan hidup hingga beberapa tahun (Prayogo, 2024). Karena sifat tersebut, saat ini formulasi kedua cendawan entomopatogen tersebut banyak di jual di *market place* di Indonesia. Pengendalian hama menggunakan entomopatogen sudah menjadi permintaan masyarakat yang semakin sadar bahaya pestisida kimiawi. *Metarhizium spp.* dan *Beauveria spp.* formulasinya di Indonesia sudah banyak dipatenkan, memiliki daya kendali baik uk hama *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), *Trialeurodes citri* (Hemiptera: Alyrodidae), *Cylas formicarius* (Coleoptera: Curculionidae) agar produk pertanian dapat menembus ekspor ke Jepang dan Korea Selatan (Prayogo, 2024).

Pengetahuan asosiasi cendawan entomopatogen seperti *Metarhizium spp.* dan *Beauveria spp.* dengan tanaman tergolong baru. Perendaman benih, pembasahan media tanam tanah berhasil membuat cendawan entomopatogen bertahan dan hidup di rhizosfer dan bahkan masuk ke jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit yang merugikan (bersifat endofit). Bahkan cendawan endofit ini mampu memicu pertumbuhan tanaman tomat *Solanum lycopersicum* L (Mesquita et al., 2013). Pertumbuhan bawang merah yang diberikan konidia *B. bassiana* di media tanam tetap baik walaupun tanaman dalam kondisi stress akibat kekurangan air. Produksi kompen bioaktif yang dihasilkan tanaman dan cendawan entomopatogen (Prayogo, 2024) menyebabkan tanaman lebih resisten terhadap serangan hama dan penyakit (Gana et al., 2022).

Informasi manfaat *Metarhizium spp.* dan *Beauveria spp.* sebagai endofit maka dilakukan penelitian pemberian formulasi kedua cendawan entomopatogen pada media tanam bibit kelapa sawit *pre nursery*. Pada penelitian ini terdapat 16 kombinasi perlakuan, dari kontrol atau bibit hanya mendapatkan perlakuan siraman air hingga dalam satu *polybag* yang berisi satu buah bibit mendapatkan perlakuan tertinggi sebanyak 40 gram siraman formulasi *M. anisopliae* dan 40 gram formulasi *B. bassiana*. Ke-16 perlakuan tersebut diacak posisinya untuk satu buah kelompok. Hal serupa dilakukan yaitu pengacakan posisi 16 *polybag* untuk 2 ulangan berikutnya. Hasil dari analisis menggunakan program R Studio menunjukkan bahwa pengelompokkan yang telah dilakukan memberikan efek yang sama terhadap respon yang diamati sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi unit percobaan dalam kondisi homogen. Kondisi homogen ini menunjukkan bahwa setiap kombinasi diperlakukan sama dan efek yang terlihat dari pemberian formulasi cendawan entomopatogen diharapkan dapat dipercaya.

Sebanyak 16 bibit kombinasi perlakuan pemberian formulasi cendawan entomopatogen dapat tumbuh dengan baik selama 12 minggu pengamatan. Bibit dapat tumbuh dengan baik ditunjukkan dengan pola grafik yang meningkat, baik pada kelompok ulangan satu hingga kelompok ulangan tiga. Tanaman bibit kelapa sawit DxP Lame dalam 12 minggu memiliki tinggi rata-rata antara 10 cm hingga 20 cm baik untuk kombinasi perlakuan di ulangan 1, ulangan 2 dan ulangan 3.

Dalam waktu 12 minggu, bibit DxP Lame berkembang dari hanya memiliki calon daun (*plumula*) berhasil tumbuh hingga memiliki 3 helai daun yang berwarna hijau. Daun pertama

kurang lebih muncul setelah minggu ke-2, daun kedua tumbuh di minggu ke -4, dan daun ketiga mulai terlihat di minggu ke-8 setelah tanam.

Pengamatan pemberian formulasi *M. anisopliae* dan *B. bassiana* terhadap pertumbuhan dan daya tahan serangan hama serta penyakit

Parameter pertumbuhan bibit kelapa sawit yang diamati adalah jumlah daun yang muncul, tinggi tanaman, diameter batang, dan panjang daun. Tinggi tanaman seharusnya diukur dari permukaan tanah hingga titik tumbuh. Titik tumbuh pada bibit letaknya jauh dibawah dan terbungkus ketiak daun. Pada waktu dilakukan pengamatan dikhawatirkan titik tumbuh rusak, maka tinggi tanaman ditetapkan dari permukaan tanah hingga posisi daun tertinggi. Saat mengukur tinggi tanaman, posisi daun tertinggi dibiarkan secara alami, daun tanpa ditarik atau diluruskan.

Daun pertama, kedua, dan ketiga yang muncul diukur pertambahan panjangnya setiap minggu menggunakan bantuan tali, dengan hati-hati agar daun tidak rusak. Diameter batang diukur pada jarak kurang lebih 1 cm dari permukaan tanah, dan dilakukan pengukuran disetiap minggunya hingga minggu ke 12.

Pemberian formulasi *M. anisopliae* dan *B. bassiana* dengan berbagai kombinasi perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap parameter yang diamati yaitu jumlah daun, tinggi tanaman, panjang daun, dan diameter batang. Dengan kata lain, pemberian berbagai dosis formulasi kedua cendawan entomopatogen tersebut belum dapat memicu pertumbuhan bibit tanaman kelapa sawit hingga minggu ke 12. Pengujian ANOVA jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, panjang daun terhadap berbagai kombinasi menghasilkan nilai $P \geq 0.05$ atau bernilai tidak berbeda nyata.

Pemberian cendawan entomopatogen *M. anisopliae* dan *B. bassiana* dengan harapan dapat bersifat endofit tidak berpengaruh nyata pada parameter yang diteliti dapat disebabkan oleh pengaruh faktor lingkungan. Habitat tanaman inang berpengaruh terhadap struktur dan komunitas spesies cendawan yang mengkolonisasinya (Araújo et al., 2002). Faktor lingkungan yang mempengaruhi cendawan endofit dalam mengkolonisasi dalam jaringan tanaman yaitu kelembapan, suhu udara, curah hujan dan pH tanah. Cendawan endofit yang diaplikasikan pada tanaman ada yang tidak dapat bertahan terhadap berbagai faktor lingkungan tersebut (Giauque & Hawkes, 2013).

Penelitian efek endofit cendawan entomopatogen pada tanaman kelapa sawit yang merupakan tanaman monokotil belum banyak dilaporkan. Laporan penggunaan cendawan entomopatogen pada tanaman monokotil lain yaitu jagung memberikan pengaruh tidak berbeda nyata dengan kontrol untuk karakter tinggi tanaman, panjang akar, panjang daun, lebar daun, dan jumlah daun. Akan tetapi setelah dilakukan penimbangan berat massa jaringan tanaman, perlakuan pemberian cendawan entomopatogen berpengaruh nyata terhadap massa baik perakaran dan massa jaringan di atas perakaran (Liu et al., 2022).

Apakah *M. anisopliae* dan *B. bassiana* gagal masuk ke jaringan tanaman kelapa sawit dan tidak mampu berperan sebagai endofit karena hasil penelitian menunjukkan bahwa respon kedua cendawan entomopatogen belum mampu meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit? Penelitian ini di *setting* hanya untuk mengetahui respon pertumbuhan, jika bibit kelapa sawit diberikan berbagai dosis formulasi *M. anisopliae* dan *B. bassiana*. Untuk memastikan bahwa cendawan entomopatogen sudah masuk ke jaringan tanaman diperlukan *setting* penelitian yang lebih sensitif seperti deteksi level DNA cendawan entomopatogen menggunakan bantuan alat PCR (*Polymerase Chain Reaction*).

Teori yang dibuktikan dengan penelitian mengenai interaksi cendawan entomopatogen dengan tanaman didasari atas kelangkaan unsur makro yang diperlukan untuk tumbuh dan berkembang baik tanaman dan cendawan (Behie et al., 2017; Behie et al., 2012). Nitrogen (N) diperkirakan sebagai hara yang jumlah tersedia bebas di alam sangat terbatas. Unsur N ini sebagai makro nutrisi yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak. Disisi lain, sangat jarang carbon (C) yang berada di dalam tanah tersedia yang mencukupi untuk digunakan oleh mikroba. Karena keterbatasan jumlah carbon bebas di dalam tanah ini maka terjadi persaingan ketat diantara mikroorganisme (Behie et al., 2017). Kondisi tersebut menciptakan peluang simbiosis untuk pertukaran nutrisi dari tanaman dan cendawan endofit. *Metarhizium spp.* dan *Beauveria spp.* memiliki *niche* ekologi yang terspesialisasi sebagai endofit dan juga sebagai patogen serangga. Akan tetapi, kedua cendawan entomopatogen tersebut bukan biotrof obligat sehingga masih mampu hidup bebas dalam tanah terutama mampu hidup sebagai saprofit pada inang serangga yang diinfeksi (Behie et al., 2017). Wyrebek et al. (2011) menyebutkan bahwa cendawan entomopatogen seperti *Metarhizium spp.* walau mampu hidup sebagai saprofit di dalam tanah tetapi ada preferensi untuk berada di sekitar perakaran tanaman saja. Behie et al. (2012) memberikan isotop ^{15}N pada larva *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) dan teramati bahwa ^{15}N tersebut ditemukan di jaringan tanaman *Phaseolus vulgaris* dan *Panicum virgatum* dalam bentuk asam amino. *Metarhizium spp.* dan *Beauveria spp.* mengirimkan N yang berasal dari serangga yang diinfeksi kepada tanaman melalui juluran miselium. Tanaman *Phaseolus vulgaris* yang diberi isotop $^{13}\text{CO}_2$ terdeteksi menjadi karbohidrat khusus cendawan (*trahalose* dan *N-acetylglucosamine*) yang ditemukan di kompleks cendawan yang berada di rhizosfer tanaman tersebut. Behie et al. (2012) juga menyatakan bahwa jumlah carbon yang diterima oleh *Metarhizium* endofit meningkat ketika serangga tersedia dalam sistem, memperkuat adanya hubungan timbal balik menguntungkan antara tanaman dan cendawan entomopatogen endofit.

Kemampuan cendawan entomopatogen untuk hidup di jaringan tanaman membutuhkan waktu singkat. Liu et al. (2022) menyatakan bahwa dalam 1 minggu cendawan sudah dapat mengkoloni endofit secara sistemik pada organ tanaman jagung dari mulai akar hingga daun. Liu et al. (2022) menguji keberadaan endofit cendawan entomopatogen dengan mengkulturkan jaringan tanaman jagung pada media PDA dan dikonfirmasi ulang menggunakan metode PCR. Cara pembuktian yang lain bahwa cendawan entomopatogen mampu bersifat endofit pada tanaman dengan memasukkan gen GFP (*green fluorescent protein*) ke dalam selnya. Spora yang dihasilkan cendawan hasil rekayasa genetika tersebut disiramkan ke media tanaman. Ketika protein GFP terekspresi di dalam jaringan tanaman, sebagai pertanda bahwa kedua cendawan berhasil hidup di jaringan dan ketika jaringan ditumbuhkan di media PDA terlihat adanya pendaran berwarna hijau (Behie et al., 2015; Cai et al., 2019).

Interaksi pemberian formulasi *M. anisopliae* dan *B. bassiana* pada pertumbuhan

Cendawan entomopatogen *M. anisopliae* dan *B. bassiana* berbagai kombinasi dosis perlakuan yang diberikan secara bersamaan ke satu *polybag* berisi satu bibit kelapa sawit, belum memperlihatkan adanya interaksi yang dapat memicu terjadinya pertumbuhan. Uji ANOVA interaksi perlakuan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* yang tidak berbeda nyata ditunjukkan pada respon jumlah daun, tinggi tanaman, panjang daun, diameter batang. Satu sampel tanah seberat 185g yang diambil di satu titik di lapangan, dapat ditemukan kedua jenis cendawan *Beauveria spp.* dan *Metarhizium spp.* sekaligus (Korosi et al., 2019). Hal tersebut menunjukkan bahwa kedua cendawan entomopatogen dapat hidup secara bersamaan di suatu habitat. Akan tetapi pada penelitian ini, bahwa *M. anisopliae* dan *B. bassiana* yang

diberikan bersamaan belum menunjukkan adanya interaksi membantu pertumbuhan tanaman.

Pengaruh pemberian formulasi *M. anisopliae* dan *B. bassiana* terhadap ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit

Pemberian kombinasi dosis cendawan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap daya tahan terhadap serangan hama dan penyakit pada bibit kelapa sawit. Dengan kata lain, bahwa ada atau tidak ada serangan hama dan penyakit pada bibit kelapa sawit bukan akibat dari pengaruh pemberian berbagai dosis cendawan entomopatogen *M. anisopliae* dan *B. bassiana*. Pada penelitian ini, jaringan bibit yang terserang bercak dan tergigit oleh serangga jumlahnya sangat kecil atau tanaman dalam kondisi sehat. Lingkungan tempat bibit ditanam dalam kondisi kelembaban rata-rata 99% dan suhu antara 25 hingga 29°C, dengan paparan sinar matahari tidak langsung sesuai untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Cendawan *B. bassiana* yang bersifat endofit di dalam jaringan tanaman bawang merah *Allium cepa* menyebabkan tanaman tersebut menghasilkan senyawa fenolik seperti: *gallic acid*, *quercetin*, *coumaric acid*, *ferulic acid*. Produksi senyawa bioaktif tersebut menyebabkan tanaman lebih resisten terhadap hama dan penyakit. Keberadaan endofit *B. bassiana* dalam tanaman *Chrysanthemum morifolium* menyebabkan tanaman memproduksi senyawa fenolik: *chlorogenic acid*, *rutin*, *ferulic acid*, *apigenin*, dan *luteolin* (Gana et al., 2022).

Cendawan entomopatogen yang endofit di dalam jaringan tanaman mampu memproduksi senyawa metabolit, seperti *bassianolides*, *beauvericin*, *oxalic acid*, *oosporein*, *bassianin*, dan *tenellin* yang dapat mempengaruhi aktivitas serangga hama sehingga tanaman terhindar dari serangan berbagai jenis organisme pengganggu tanaman (OPT) (Prayogo, 2024).

Parameter pertumbuhan bibit yang diamati mingguan selama 12 minggu

Pada Tabel 1, disajikan nilai pengukuran parameter pertumbuhan selama 12 minggu yaitu: jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, panjang daun, jumlah bercak, luas bercak, jumlah gigitan serangga dan luas gigitan serangga. Jumlah daun tertinggi sebanyak rata-rata 3 helai didapatkan pada perlakuan M1B0, M1B1, M2B0, M2B1, dan M3B3. Perlakuan M0B2 memiliki rata-rata jumlah daun paling sedikit yaitu 0,67 helai.

Perlakuan yang memiliki rata-rata tinggi tanaman tertinggi adalah M1B0 yaitu 17,57 cm dan perlakuan yang memiliki rata-rata tinggi tanaman terendah adalah perlakuan M0B3 hanya mencapai 4,27 cm. Perlakuan yang memiliki rata-rata diameter batang tertinggi adalah M3B3 dengan diameter mencapai 6,83 cm dan perlakuan yang memiliki rata-rata diameter batang terendah adalah M0B2 dengan diameter hanya 1,67 cm. Perlakuan yang memiliki rata-rata panjang daun tertinggi adalah M3B3 dengan panjang 18,97 cm dan perlakuan yang memiliki rata-rata panjang daun terendah adalah M0B3 dengan panjang 4,43 cm.

Perlakuan yang memiliki rata-rata jumlah bercak daun tertinggi adalah M3B2 dengan jumlah bercak 0,67 buah dan perlakuan M3B2 memiliki luas bercak mencapai 4,33 mm². Perlakuan yang memiliki rata-rata jumlah gigitan serangga tertinggi adalah M0B1 dengan jumlah 2,67 gigitan dan luasnya mencapai 43,67 mm².

Penyakit bercak daun kelapa sawit disebabkan oleh cendawan patogenik tumbuhan antara lain: *Cercospora elaeidis*, *Curvularia spp.*, *Helminthosporiella stilbacea*, *Nigrospora sp.*, *Neopestalotiopsis sp.*, *Pestalotiopsis spp.*, *Pseudopestalotiopsis sp.*, *Phoma herbarum*. Miselium cendawan berkembang di jaringan daun, terutama pada fase pembibitan, kemudian dihasilkan spora sebagai alat untuk menyebar pada daun sehat lain (Priwiratama et al., 2023). Cendawan entomopatogen berbeda dengan cendawan patogen tumbuhan. Cendawan

entomopatogen hanya menimbulkan penyakit pada serangga inangnya. Cendawan entomopatogen juga menghasilkan spora, yang saat terjadinya infeksi pada serangga, jumlah spora ini menjadi ribuan. Spora yang dihasilkan cendawan entomopatogen ini berfungsi sebagai agen penyebaran pada inang serangga lain yang sehat (Meyling & Eilenberg, 2007). Nitrogen yang diekstrak cendawan entomopatogen dari serangga akan dikirimkan ke tanaman melalui juluran miselium dan sebaliknya tanaman akan menyediakan tempat di jaringan serta diberikan makanan berupa Carbon (Behie et al., 2017).

Keberadaan cendawan entomopatogen sebagai endofit tidak hanya dapat mencegah serangan hama tetapi juga penyakit. Mesquita et al, (2023) menyebutkan bahwa keberadaan *Metarhizium spp.* sebagai endofit pada tanaman kedelai menyebabkan tanaman tahan terhadap penyakit karat daun yang disebabkan oleh cendawan patogen tanaman *Phakopsora pachyrhizi*.

Arab & El-Deeb, (2012) menyebutkan bahwa sifat endofit cendawan *B. bassiana* yang diberikan pada bibit tanaman kurma dapat digunakan sebagai *bio-protection* terhadap kumbang penggerek batang *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) dan juga mencegah serangan busuk akar yang disebabkan oleh cendawan *Rhizoctonia sp.*

Parameter pembongkaran yang diamati setelah bibit berusia 12 MST

Ke-16 bibit yang mewakili berbagai kombinasi perlakuan terlihat dalam kondisi sehat dan besar bibitnya hampir sama. Radikula yang pada awal penanam di *polybag* diletakkan diposisi bawah di dalam tanah, masih tetap terlihat dan dalam kondisi memanjang. Batang dan daun pada bibit sudah terbentuk sempurna pada minggu ke 12, dan jaringan tersebut disokong oleh akar yang lumayan besar, sebesar akar radikula (Gambar 8). Rata-rata pada bibit umur 12 minggu setelah tanam, terlihat 2 buah akar yang ukurannya paling besar kemudian dari dua akar tersebut keluar akar lagi yang ukurannya lebih kecil.



Gambar 8. 16 Perwakilan bibit kelapa sawit dari setiap perlakuan

Tabel 1. Pengaruh Formulasi cendawan *M.anisopliae* dan *B.bassiana* terhadap parameter setelah 12 minggu pengamatan

P	Rata-Rata							
	JD	TT	DB	PD	JBD	LBD	JGS	LGS
M0B0	2,00	10,07	4,17	11,73	0,00	0,00	1,00	5,33
M0B1	2,00	11,33	4,33	12,63	0,00	0,00	2,67	43,67
M0B2	0,67	5,07	1,67	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M0B3	1,00	4,27	2,17	4,43	0,00	0,00	0,00	0,00
M1B0	3,00	17,57	6,67	18,57	0,00	0,00	0,00	0,00
M1B1	3,00	15,20	6,50	18,57	0,00	0,00	1,33	29,67
M1B2	2,00	10,63	4,17	11,53	0,00	0,00	0,00	0,00
M1B3	1,00	5,33	2,17	5,83	0,00	0,00	0,00	0,00
M2B0	3,00	15,77	6,50	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M2B1	3,00	15,93	6,50	17,93	0,00	0,00	0,67	5,00
M2B2	2,00	9,50	4,33	10,17	0,00	0,00	0,33	8,00
M2B3	1,00	4,77	2,17	5,77	0,00	0,00	0,00	0,00
M3B0	2,00	10,23	4,17	11,63	0,00	0,00	0,00	0,00
M3B1	1,00	4,83	2,00	5,77	0,00	0,00	0,00	0,00
M3B2	2,00	10,87	4,33	10,43	0,67	4,33	0,00	0,00
M3B3	3,00	16,00	6,83	18,97	0,33	1,67	0,00	0,00

Keterangan : P = Perlakuan, JD = Jumlah Daun (helai), TT = Tinggi Tanaman (cm), DB = Diameter Batang (cm), PD = Panjang Daun (cm), JBD = Jumlah Bercak Daun, LBD = Luas Bercak Daun (mm²), JGS = Jumlah Gigitan Serangga, LGS = Luas Gigitan Serangga (mm²).

Hasil pengujian ANOVA menunjukkan bahwa pemberian berbagai dosis formulasi cendawan entomopatogen *M. anisopliae* dan *B.bassiana* tidak berpengaruh nyata terhadap panjang tanaman, berat basah tajuk, berat kering tajuk, berat basah akar, berat kering akar, rasio tajuk akar pada bibit 12 MST. Jika dilihat secara visual (Gambar 8), maka besar dan ukuran bibit berbagai perlakuan tersebut hampir sama. Berbagai kombinasi pemberian dosis *M. anisopliae* dan *B. bassiana* belum mampu menunjukkan adanya pengaruh sebagai *growth promotor* bagi bibit kelapa sawit sampai umur 12 minggu. Diduga *M. anisopliae* dan *B. bassiana* sudah masuk ke jaringan bibit kelapa sawit dan bersifat endofit hanya saja belum memberikan efek membantu mempercepat pertumbuhan tanaman. Ada tidaknya kedua cendawan di jaringan bibit kelapa sawit diperlukan penelitian lanjutan menggunakan metode yang lebih sensitif untuk mengetahui keberadaanya sebagai endofit di dalam jaringan tanaman.

Cendawan entomopatogen mengembangkan interaksi simbiosis ganda antara tanaman dan serangga. Cendawan dapat hidup di dalam jaringan tanaman tanpa

menimbulkan gejala penyakit pada tanaman patner, juga mampu bersifat parasitik yang membunuh serangga. Interaksi tripartite tersebut terjadi secara simultan, dimana satu individu cendawan entomopatogen mengkoloni jaringan tanaman dan sekaligus menginfeksi serangga. Tujuan dari interaksi tripartite adalah pemenuhan nutrisi baik untuk cendawan dan untuk tanaman (Branine et al., 2019). Hifa cendawan entomopatogen mengkolonisasi jaringan tanaman dan serangga dengan efek yang berbeda. Cendawan memperoleh Nitrogen (N) dari mencerna serangga dan dikirimkan ke jaringan tanaman. Carbon dari hasil fotosintesis tanaman sebaliknya akan diberikan ke cendawan (Behie et al., 2012; Behie et al., 2017).

Tabel 2. Tabulasi pengukuran panjang akar hingga tajuk dan penimbangan Berat Basah (BB) tajuk, Berat Kering (BK) tajuk, BB akar, BK akar dan rasio tajuk-akar dari bibit umur 12 MST

P	PTT	BBT	BKT	BBA	BKA	RTA
M0B0	16,37	0,56	0,51	0,16	0,11	3,1
M0B1	18,30	0,56	0,50	0,15	0,11	3,1
M0B2	7,90	0,13	0,11	0,04	0,02	1,7
M0B3	8,17	0,18	0,16	0,04	0,03	1,6
M1B0	24,80	0,93	0,83	0,23	0,17	4,8
M1B1	24,70	0,82	0,73	0,21	0,16	4,6
M1B2	17,90	0,57	0,51	0,15	0,13	2,6
M1B3	8,67	0,28	0,25	0,08	0,08	1,1
M2B0	22,40	0,76	0,58	0,17	0,15	4,1
M2B1	23,23	0,87	0,79	0,23	0,19	4,1
M2B2	16,37	0,42	0,37	0,11	0,08	3,0
M2B3	8,53	0,25	0,23	0,05	0,05	1,6
M3B0	16,30	0,62	0,56	0,14	0,11	3,3
M3B1	7,73	0,30	0,26	0,06	0,06	1,5
M3B2	15,83	0,49	0,42	0,14	0,12	2,3
M3B3	26,70	0,95	0,88	0,21	0,18	4,8
rata-rata	16,49	0,54	0,48	0,14	0,11	3,0

Keterangan : P = Perlakuan, PTT = Panjang Total Tanaman (cm), BBT = Berat Basah Tajuk (g), BKT = Berat Kering Tajuk (g), BBA = Berat Basah Akar (g), BKA = Berat Kering Akar (g), RTA = Rasio Tajuk Akar

Berdasarkan data pada Tabel 2, perlakuan yang menghasilkan panjang tanaman tertinggi adalah M3B3 sebesar 26,7 cm atau pemberian formulasi *M. anisopliae* 40 g dan *B. bassiana* 40 g. Perlakuan yang menghasilkan panjang tanaman terendah adalah pemberian formulasi M3B1 (*M. anisopliae* 40 g dan *B. bassiana* 5 g) sepanjang 7,73 cm. Bibit kelapa sawit perlakuan M3B3 memiliki berat basah tajuk paling besar yaitu 0,95 g dan perlakuan M0B2 menghasilkan berat basah tajuk paling rendah sebesar 0,13 g. Perlakuan M3B3 menghasilkan berat kering tajuk tertinggi sebesar 0,88 g dan perlakuan M0B2 menghasilkan berat kering tajuk terendah sebesar 0,11 g. Perlakuan M1B0 dan M2B1 menghasilkan berat basah akar tertinggi sebesar 0,23 g dan perlakuan M0B2 dan M0B3 menghasilkan berat basah akar terendah sebesar 0,04 g. Perlakuan M3B3 menghasilkan berat kering akar tertinggi sebesar 0,18 g dan perlakuan M0B2 menghasilkan berat kering akar terendah sebesar 0,02 g. Perlakuan M1B0 menghasilkan rasio tajuk akar tertinggi sebesar 4,77 dan perlakuan M1B3 menghasilkan rasio tajuk akar terendah sebesar 1,05.

Perlakuan M3B3 cenderung memiliki nilai pertumbuhan bibit kelapa sawit yang paling bagus diantara 15 perlakuan yang lain. Karakter pertumbuhan perlakuan M3B3 paling tinggi yaitu panjang tanaman, berat basah tajuk, berat kering tajuk dan berat kering akar. . Araújo et al. (2002) menyebutkan bahwa lingkungan dapat berpengaruh terhadap kemampuan kolonisasi cendawan entomopatogen pada tanaman inang. Perlakuan M3B3 diberikan 40 g formulasi *M. anisopliae* dan 40 g *B. bassiana*. Dari jumlah massa cendawan tersebut ada yang masih bertahan pada tanaman sehingga menghasilkan nilai pertumbuhan lebih baik dibandingkan perlakuan dengan dosis lebih rendah (Giauque & Hawkes, 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemberian berbagai dosis formulasi *Metharizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin dan *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill pada awal tanam kecambah kelapa sawit belum memberikan pengaruh sebagai bahan pembantu mempercepat pertumbuhan dan daya tahan terhadap bercak dan gigitan serangga ketika dilakukan pengamatan bibit hingga 12 MST. Pemberian berbagai dosis formulasi *M. anisopliae* dan *B. bassiana* yang diberikan sekaligus diawal tanam belum memberikan adanya interaksi yang mempercepat pertumbuhan dan daya tahan hama serta penyakit hingga bibit berumur 12 MST

Diperlukan penelitian lebih lanjut menggunakan metode uji molekuler untuk mengetahui apakah cendawan entomopatogen *M. anisopliae* dan *B. bassiana* berhasil memasuki jaringan tanaman dan berperan sebagai endofit. Diperlukan juga penelitian lebih lanjut dengan memperpanjang waktu pengamatan agar efek cendawan entomopatogen sebagai *growth promotor* dan membantu menghasilkan senyawa fenol untuk pertahanan tanaman dapat diamati lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arab, Y.A., & El-Deeb, H.M. (2012). The use of endophyte *Beauveria bassiana* for bio-protection of date palm seedlings against red palm weevil and Rhizoctonia root-rot disease. Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences) 13(2):91-101.
- Araújo, W. L., Marcon, J., Maccheroni, W., Van Elsas, J. D., Van Vuurde, J. W. L., & Azevedo, J. L. (2002). Diversity of endophytic bacterial populations and their interaction with *Xylella fastidiosa* in citrus plants. Applied and Environmental Microbiology, 68(10): 4906–4914.

- Azzahra N, Jamilatun M, Aminah A. 2020. Perbandingan pertumbuhan *Aspergillus fumigatus* pada media instan modifikasi *carrot sucrose agar* dan *potato dextro agar*. Jurnal Mikologi Indonesia 4(1):168-172. DOI: 10.46638/jmi.v4i1.69
- Baehaki, S. E., Iswanto, E. H., & Munawar, D. (2016). Resistensi wereng coklat terhadap insektisida yang beredar di sentra produksi padi. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan, 35(2), 106-107.
- Behie SW, Jones SJ, Bidochka MJ. (2015). Plant tissue localization of the endophytic insect pathogenic fungi *Metarhizium* and *Beauveria*. Fungal Ecology 13:112-119. DOI: 10.1016/j.funeco.2014.08.001.
- Behie SW, Mereita CC, Sementchoukova L, Barelli L, Zelisko PM, Bidochka MJ. (2017). Carbon translocation from a plant to an insect pathogenic endophytic fungus. Nature Communication 18:14245. DOI: 10.1038/ncomms/4245
- Behie SW, Zelisko PM, Bidochka MJ. (2012). Endophytic insect parasitic fungi translocate nitrogen directly from insects to plants. Science 396:1576-1577. DOI:10.1126/science.1222289.
- Branine, M., Bazzicalupo, A., & Branco, S. (2019). Biologi and applications of endophytic insect-pathogenic fungi. PLOS Pathogens 15(9):e1007831. DOI: 10.1371/journal.ppat.1007831
- Cai, N., Wang, F., Nong, X., Wang, G., Mc Neill, M., Cao, G., Hao, K., Shaofang, L., & Zhang, Z. (2019). Visualising confirmation of the endophytic relationship of *Metarhizium anisopliae* with maize roots using molecular tools and fluorescent labelling. Biocontrol Science and Technology. DOI: 10.1080/09583157.2019.1641792.
- Darmawan, D. I., Setyorini, T., & Andayani, N. (2022). Respon pertumbuhan tiga varietas bibit kelapa sawit dengan pemberian pupuk bioslurry padat pada media tanam di pembibitan *pre-nursery*. Prosiding Seminar Nasional Instiper, 1(1), 85–93. DOI: 10.55180/pro.v1i1.235.
- Dutta, P., Kaushik, H., Bhawmick, P., Puzari, K. C., & Hazarika, G. N. (2015). *Metarhizium anisopliae* as endophyte has the ability of plant growth enhancement. International Journal of Current Research, 7, 14300-14304.
- Ferron, P. (1985). Fungal control. Comprehensive Insect Physiology. Biochemical Pharmacology (12): 313–346.
- Gana, L.P., Etsassala, N.G.E.R. & Nchu, F. (2022). Interactive effects of water deficiency and endophytic *Beauveria bassiana* on plant growth, nutrient uptake, secondary metabolite contents and antioxidant activity of *Allium cepa* L. Journal of Fungi 8:874. DOI: 10.3390/jof 8080874.
- Giauque, H., & Hawkes, C. V. (2013). Climate affects symbiotic fungal endophyte diversity and performance. American Journal of Botany, 100(7): 1435–1444. DOI: 10.3732/ajb.1200568

- Harefa, T. (2022). Penurunan Produksi dan Pendapatan Petani Akibat Intensitas Serangan Penyakit Ganoderma Boninense Pada Tanaman Kelapa Sawit (Studi Kasus di Aek Nabara Kecamatan Bilah Hulu Kabupaten Labuhan Batu Sumatera Utara) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Ibrahim, E., Firmansyah., Mansur., & Prayogo, Y. (2022). Eksplorasi dan identifikasi morfologi cendawan entomopatogen isolat lokal Sulawesi Selatan sebagai calon biopestisida potensial. Buletin Palawija 20(2): 59-70.
- Istifadah, N., Rohmah, N. D. N., & Suganda, T. (2022). Kemampuan air rendaman limbah media jamur tiram dan serbuk gergaji untuk mengendalikan penyakit bercak cokelat pada tanaman tomat. Jurnal Agrikultura, 33(2): 217-224. DOI: 10.24198/agrikultura.v33i2.40460
- Korosi, G.A., Wilson, B.A.L., Powell, K.S., Ash, G.J., Reineke, A., Savocchia, S. (2019). Occurrence and diversity of entomopathogenic fungi (*Beauveria spp.* and *Metarhizium spp.*) in Australia vineyard soils. Journal of Invertebrate Pathology 164(2019):69-77. DOI: 10.1016/j.jip.2019.05.002.
- Liu, Y., Yang, Y., & Wang, B. (2022). Entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* play roles of maize (*Zea mays*) growth promoter. Scientific Reports, 12(1):15706. DOI: 10.1038/s41598-022-19899-7
- Mahr, S. (2003). The Entomopathogen *Beauveria bassiana*. University of Wisconsin, Madison. Diakses dari <http://www.entomology.wisc.edu/mbc/n/kyf410.html>. (Diakses 14 Mei 2024).
- Meyling, N.V., & Eilenberg, J. (2007). Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: potential for conservation biological control. Biological Control 43:145-155. DOI:10.1016/j.biocontrol.2007.07.007
- Mesquita, E., Hu, S., Limu, T.B., Golo, P.S., & Bidochka, M.J. (2023). Utilization of *Metarhizium* as an insect biocontrol agent and a plant bioinoculant with special reference to Brazil. Frontiers in Fungal Biology 4:1276287. DOI:10.3389/ffunb.2023.1276287.
- Novianti, D. (2017). Efektivitas Beberapa Media untuk Perbanyakan Jamur *Metarhizium anisopliae*. Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 14(2), 81-88.
- Olaf, S. H. (2021). Eksplorasi dan sepeksi cendawan endofit pada tanaman cabai yang berpotensi sebagai entomopatogen (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Pranata, F.S, Sidharta, B.B.R, Arsiningtys, I.S., Purwijatiningsih, E, Muwani, L.I., Retnaningati, D., Tobungan, N., & Widhiastuti, S.S. (2019). Petunjuk Praktikum Teknobiologi. Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya. Gosyen Publishing: Yogyakarta. P:1-13.

- Prayogo, Y. (2024). Cendawan Entomopatogen (CEP) Untuk Pengendalian Hama Penting Kedelai Dalam Mendukung Sistem Pertanian Berkelanjutan. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Kepakaran Hama dan Penyakit Tanaman. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN): Jakarta. P 19-52.
- Prayogo, Y. (2013). Patogenisitas Cendawan Entomopatogen *Beauveria Bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) Pada Berbagai Stadia Kepik Hijau (*Nezara Viridula* L.) *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, vol. 13, no. 1, Mar. 2013, pp. 75-86, DOI:[10.23960/j.hptt.11375-86](https://doi.org/10.23960/j.hptt.11375-86).
- Priwiratama, H., Rozziansha, T.A.P., & Pradana, M.G. (2023). Status terkini penyakit bercak daun kelapa sawit di Sumatera dan Kalimantan. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit* 28(1):27-38. DOI: 10.22302/iopri.war.warta.v28i1.101
- Putri, S.A.R., Susanto, F.X.H., Tambun, S.H., & Oktiarso, T. (2022). Uji aktivitas antibakteri pada macam-macam media pada bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan metode difusi agar dan dilusi cair. *Jurnal Ilmiah Sain & Teknologi* 2(2):1-15. DOI: 10.33479/sb.v2i2.153.
- Santoso, T., Prijono, D., Wiyono, S., & Buchori, D. (2005). Development, uses and application of biopesticides in Indonesia: current research and future challenges biopesticides phytochemicals and natural products for the progress of mankind. Proceedings International Conference on Biopesticides, February 13-18, Chiang Mai, Thailand.
- Sitinjak, E. S. (2018). Uji Efektifitas Jamur Entomopatogenik *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* Terhadap Mortalitas Larva Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*) pada Chipping Batang Kelapa Sawit. Skripsi, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Medan Area Medan.
- Valdes, R.C., Acosta, R.I.T., & Pena, S.R.S. (2022). *Metarhizium acridum* and other entomopathogenic fungi from grasshoppers at arid sites of northeastern Mexico. *Southwestern Entomologist* 47(3):547-558. DOI: 10.3958/059.047.0302
- Vega, F.E., & Kaya, H. K. (2012). *Insect Pathology*. Ed ke-2. California: Academic Pr
- Wardati, I., Erawati, D. N., & Salim, A. (2019). Perbanyakan Agens Hayati Cendawan *Beauveria Bassiana* Sebagai Pengendali Hama Penggerek Buah Kopi (PBKo) Di Desa Durjo Karangpring Kecamatan Sukorambi Kabupaten Jember. Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat dan Penelitian pranata Laboratorium Pendidikan Politeknik Negeri Jember Tahun 2019, ISBN : 978-602-14917-8-2
- Wilson, D. (1995). Endofit – evolusi istilah, dan klarifikasi fiksasi penggunaan dan definisinya. *Oikos* 73: 274–276. DOI: <https://doi.org/10.2307/3545919>
- Yasmin, Y. & Fitri, L. (2010). The effect of *Metarhizium anisopliae* fungi on mortality of *Aedes aegypti* larvae. *Jurnal Natural* 10(1): 31-35.