

POTENSI *Trichoderma* spp. SEBAGAI BAHAN AKTIF PEMBUATAN BIOFUNGISIDA UNTUK PENGENDALIAN JAMUR *F. oxysporum* f. *sp. cubense* PADA TANAMAN PISANG^{*)}

Irfan Jayadi dan I Made Sudantha

**Program Magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering Program Pascasarjana
Universitas Mataram**

Korespondensi: Telp. 0370-626394, HP. 0818362754, Email: imade_sudantha@yahoo.co.id

RINGKASAN

Pengembangan tanaman pisang di NTB, baik untuk peningkatan produksi maupun perluasan areal penanaman menghadapi banyak kendala. Salah satu kendala utamanya adalah karena adanya serangan penyakit Fusarium. Selain mengurangi kualitas hasil serangan penyakit ini juga bisa mengakibatkan kegagalan panen. Akibat dari serangan penyakit layu fusarium ini menyebabkan kegagalan panen dan dilakukan eradikasi pada beberapa sentra penanaman pisang di pulau Sumbawa NTB.

Pengendalian penyakit tanaman akibat jamur patogen *Fusarium* sp. di Indonesia pada saat ini masih banyak mengandalkan penggunaan fungisida sintetik. Penggunaan fungisida yang tidak bijaksana dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan, gangguan keseimbangan ekologis dan residu yang ditinggalkannya dapat bersifat racun dan karsinogenik.

Diperlukan suatu alternatif pengendalian penyakit layu Fusarium pada tanaman pisang yang lebih efektif dan ramah lingkungan serta berkelanjutan. Salah satu cara pengendalian yang ramah lingkungan dengan hasil yang menjanjikan adalah penggunaan mikroorganisme antagonis untuk mengendalikan jamur fusarium penyebab layu pada pisang. Salah satu mikroorganisme antagonis yang potensial untuk dikembangkan untuk mengendalikan penyakit ini adalah jamur *Trichoderma* spp.. Mikroorganisme antagonis dari jenis jamur *Trichoderma* ini dapat berupa jamur-jamur endofit yang diperoleh dari tanaman sehat, maupun jamur-jamur saprofit yang diperoleh dari daerah sekitar perakaran tanaman (Sudantha, 2009).

Penggunaan Biofungisida berbahan aktif *Trichoderma* spp. merupakan salah satu alternatif dalam mengendalikan penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur patogen tular tanah. Pengendalian penyakit layu Fusarium pada tanaman pisang dapat dilakukan dengan menggunakan biofungisida berbahan aktif *Trichoderma* spp.. Cara aplikasi biofungisida yang mengandung bahan aktif *Trichoderma* spp. tergantung pada maksud dan tujuannya.

Aplikasi biofungisida untuk pengendalian penyakit tular tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara yakni; 1) perlakuan tanah, 2) perlakuan bibit, dan 3) perlakuan

^{*)} Topik Khusus Program Magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering
Program Pascasarjana Unram periode 10 September 2011

tanaman. Formulasi dalam bentuk cair merupakan formulasi biofungisida yang dibuat dalam bentuk cairan dan diaplikasikan dalam bentuk cair. Formulasi cair dapat dibuat di laboratorium dengan empat macam medium cair yaitu : Glukosa Pepton Yeast (GPT), Alioshina, Ekstrak Kentang Gula, Medium Water Agar. Formulasi Butiran Ca- Alginant merupakan biofungisida yang mengandung bahan aktif *Trichoderma* spp. yang diaplikasikan dalam bentuk butiran. Formulasi Tablet merupakan biofungisida yang mengandung bahan aktif *Trichoderma* spp. yang diaplikasikan dalam bentuk tablet. Formulasi Serbuk merupakan biofungisida yang mengandung bahan aktif *Trichoderma* spp. yang diaplikasikan dalam bentuk Serbuk.

Keunggulan biofungisida yang mengandung *Trichoderma* spp. dibandingkan dengan jenis fungisida kimia sintetik adalah selain mampu mengendalikan jamur patogen di dalam tanah, ternyata juga dapat mendorong adanya fase revitalisasi tanaman. Revitalisasi ini terjadi karena adanya mekanisme interaksi antara tanaman dan agensia aktif biofungisida *Trichoderma* spp. dalam memacu hormon pertumbuhan tanaman.

Kata Kunci: *Trichoderma*, biofungisida, penyakit layu, *Fusarium*, pisang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Buah-buahan merupakan bahan pangan yang sangat penting bagi manusia karena mengandung vitamin dan mineral yang sangat bermanfaat untuk kesehatan. Pisang merupakan salah satu buah yang memiliki kandungan vitamin dan mineral yang bermanfaat untuk kesehatan manusia. Setiap jenis pisang mengandung nilai gizi yang berbeda. Rata-rata 100 gr daging pisang mengandung air sebanyak 70 gr, protein 1,2 gr, lemak 0,3 gr, pati 27 gr, dan serat 0,5 gr. Buah pisang kaya akan potasium, sebanyak 400mg/100gr, dan bahan makanan untuk diet karena mengandung kolestrol, lemak serta garam. Buah pisang juga kaya akan Vitamin C, B₆, vitamin A, thimin, riboflavin, dan niacin. Energi yang terkandung setiap 100 gr sebanyak 275 - 465 kJ (Ashari, 2006)

Hampir semua bagian tanaman pisang dapat dimanfaatkan, misalnya buah pisang dapat dikonsumsi dalam keadaan segar atau bahan olahan seperti selai, tepung pisang dan keripik; sisa bunga pisang yang tidak berkembang jadi buah atau jantung pisang dapat dijadikan sayur. Sementara itu, daun pisang dapat digunakan untuk membungkus kue atau barang jualan di pasar (Ashari, 2006). Disamping itu pisang juga

akan mampu meningkatkan pendapatan petani . Penggalakan ekspor non migas, seperti buah-buahan, ikut mencetuskan minat pengusaha untuk menanamkan modalnya pada usaha budidaya tanaman buah, tak terkecuali pisang. Di samping itu, dengan semakin meningkatnya permintaan akan pisang dari luar negeri merupakan peluang besar yang perlu dimanfaatkan untuk menambah devisa negara (Suyanti dan Supriadi, 2008)

Sebagai salah satu negara produsen pisang dunia, Indonesia telah memproduksi 6,20 % dari total produksi dunia dan 50 % produksi pisang Asia berasal dari Indonesia. Sentra pisang di Indonesia tersebar di daerah-daerah seperti Jawa Barat (Sukabumi, Cianjur, Bogor, Purwakerta dan Serang); Jawa Tengah (Demak, Pati, Banyumas, Siduarjo, Kesugihan, Kutosari, Pringsurat, dan Pemalang), Jawa Timur (Banyuwangi dan Malang); Sumatra Utara (Padang Sidempuan, Natal, Samosir, dan Tarutung); Sumatra Barat (Sungayang, Baso dan Pasaman); Sumatra Selatan (Tebing Tinggi, OKI, OKU, dan Baturaja), Lampung (Kayu Agung, dan Metro); Kalimantan, Sulawesi, Bali, Serta Nusa Tenggara Barat (Suyanti dan Supriadi, 2008)

Nusa Tenggara Barat merupakan salah satu daerah sentra pisang di Indonesia. Pisang merupakan salah satu komoditas unggulan NTB dibidang tanaman hortikultura. Produksi pisang NTB selain dipasarkan pada tingkat pasar lokal, juga dipasarkan antar pulau terutama ke Denpasar, Bali. Berdasarkan data dari dinas Pertanian NTB tahun 2007, tercatat telah dipasarkan sebanyak 72.000 ton buah pisang ke Denpasar dan Surabaya (Dinas Pertanian NTB, 2007).

Pengembangan tanaman pisang di NTB, baik untuk peningkatan produksi maupun perluasan areal penanaman menghadapi banyak kendala. Salah satu kendala utamanya adalah karena adanya serangan penyakit Fusarium. Selain mengurangi kualitas hasil serangan penyakit ini juga bisa mengakibatkan kegagalan panen. Sudantha *et al*, 2009, melaporkan bahwa akibat dari serangan penyakit layu fusarium ini menyebabkan kegagalan panen dan dilakukan eradikasi pada beberapa sentra penanaman pisang di pulau Sumbawa NTB.

Telah dilaporkan bahwa penyakit ini mulai menyebabkan kerusakan pada tanaman pisang pada tahun 1994. Data lima tahun terakhir di NTB menunjukkan bahwa terjadi pengurangan luas pertanaman pisang akibat adanya penyakit layu Fusarium, yaitu pada tahun 2002 tanaman pisang seluas 1.000,00 ha dan pada tahun 2006 menurun menjadi seluas 500,00 ha atau terjadi pengurangan sekitar 50%. Demikian pula terjadi penurunan produksi buah pisang, yaitu pada tahun 2002 sebanyak 83.529 ton menjadi

60.734 ton pada tahun 2006 atau terjadi penurunan sekitar 30% (Dinas Pertanian NTB, 2007). Pengurangan luas pertanaman pisang dan produksi pisang ini erat kaitannya dengan peningkatan luas serangan layu *Fusarium* yaitu pada tahun 2002 seluas 73,00 ha dan pada tahun 2006 meningkat sangat tajam mencapai areal seluas 2.261,00 ha. Penyakit layu *Fusarium* ini menyebar pada pertanaman pisang di semua kabupaten dan kota, namun luas serangan yang tertinggi berada di Kabupaten Lombok Tengah, Kabupaten Sumbawa Barat dan Kabupaten Dompu (Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura NTB, 2007).

Penyakit layu *Fusarium* merupakan salah satu penyakit pada tanaman pisang yang sulit dikendalikan, karena jamur *F. oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) memiliki struktur bertahan berupa klamidospora yang dapat bertahan dalam tanah sebagai saprofit dalam waktu relatif lama sekitar tiga sampai empat tahun walau tanpa tanaman inang (Booth, 1971 dalam Sudantha, 2010). Selain itu sulitnya pengendalian penyakit ini disebabkan karena penularannya melalui bibit pisang yang sudah terinfeksi, sehingga penyebarannya menjadi cepat dan meluas. Di NTB pengendalian penyakit layu *Fusarium* dilakukan dengan penyemprotan fungisida dan eradikasi, namun belum mampu mengendalikan penyakit ini (Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura NTB, 2007). Informasi tentang keragaman varietas pisang terhadap penyakit layu *Fusarium* belum diketahui secara pasti, sehingga penggunaan varietas tahan untuk pengendalian penyakit layu *Fusarium* belum dilakukan secara intensif (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian NTB, 2007). Dengan demikian perlu dicari alternatif pengendalian yang efektif dan efisien. Salah satu cara pengendalian yang mempunyai prospek baik adalah pengendalian hayati menggunakan mikroorganisme antagonis.

Pengendalian layu *Fusarium* pada tanaman pisang dengan menggunakan agen antagonis belum banyak dilakukan. Mekanisme antagonisme jamur endofit dalam menekan perkembangan patogen sehingga tanaman menjadi tahan karena antibiosis. Petrini (1993) melaporkan bahwa jamur endofit menghasilkan alkaloid dan mikotoksin sehingga memungkinkan digunakan untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Menurut Dahlan, Eichenseer dan Siegel (1991), dan Brunner dan Petrini (1992), jamur endofit menghasilkan senyawa aktif biologis secara in-vitro antara lain alkaloid, paxillin, lolitrems dan tetranone steroid. Selain itu menurut Photita (2003 dalam Lumyong *et al.*, 2004), jamur endofit antagonis mempunyai aktivitas tinggi dalam menghasilkan enzim yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen. Jamur

endofit *Neotyphodium* sp. menghasilkan enzim β -1,6-glucanase yang menyerupai enzim yang sama yang dihasilkan oleh jamur *Trichoderma harzianum* dan *T. virens* (Moy *et al.*, 2002).

Ketahanan induksi pada berbagai tanaman karena keberadaan jamur endofit telah banyak dilaporkan. Sudantha dan Abadi (2006), melaporkan bahwa mekanisme antagonisme antara jamur endofit *Trichoderma* spp. dan jamur *F. oxysporum* f. sp. *vanillae* adalah mikoparasit dan antibiosis. Selain itu, Sudantha (2007) juga melaporkan bahwa ada 19 jenis jamur endofit pada jaringan sehat tanaman vanili, namun ada delapan jenis jamur *Trichoderma* spp. efektif mengendalikan penyakit busuk batang yang disebabkan oleh jamur *F. oxysporum* f. sp. *vanillae*.

Saat ini cara yang sudah dilakukan untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium* tersebut adalah dengan melakukan eradikasi dan penggunaan Fungisida, namun upaya tersebut tidak efektif dalam mengendalikan penyakit ini dikarenakan adanya kemampuan dari jamur ini untuk bertahan dalam kondisi lingkungan yang ekstrim dengan klamidospora yang dimilikinya.

Pengendalian penyakit tanaman akibat jamur patogen *Fusarium* sp. di Indonesia pada saat ini masih banyak mengandalkan penggunaan fungisida sintetik. Penggunaan fungisida yang tidak bijaksana dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan, gangguan keseimbangan ekologis dan residu yang ditinggalkannya dapat bersifat racun dan karsinogenik.

Penggunaan Fungisida dalam mengendalikan patogen tular tanah meskipun dapat meningkatkan produksi pertanian tapi juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan pertanian dan juga terhadap kesehatan manusia. Tidak semua fungisida mengenai sasaran. Kurang lebih hanya 20 persen fungisida mengenai sasaran sedangkan 80 persen lainnya jatuh ke tanah. Akumulasi residu fungisida tersebut dapat mengakibatkan pencemaran lahan pertanian. Apabila masuk ke dalam rantai makanan, sifat beracun bahan fungisida dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker, mutasi, bayi lahir cacat, CAIDS (Chemically Acquired Deficiency Syndrom) dan sebagainya (Sa'id, 1994).

Pada saat ini dan yang akan datang, orang akan lebih cenderung mengonsumsi produk pertanian yang sehat dan alami serta terbebas dari pengaruh bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan, meskipun harga dari produk pertanian tersebut diperoleh dengan harga yang lebih tinggi dari produk pertanian yang dikelola dengan

menggunakan bahan kimia yang berbahaya bagi manusia seperti pestisida, fungisida dan lain sebagainya

Di samping itu juga Kebijakan global mengenai pembatasan penggunaan bahan aktif kimiawi pada proses produksi pertanian pada gilirannya akan sangat membebani pertanian Indonesia. Hal ini disebabkan oleh tingginya tingkat ketergantungan petani terhadap pestisida kimia. Ketergantungan inilah yang akan melemahkan produk pertanian asal Indonesia dan daya saingnya di pasar global. Menghadapi kenyataan tersebut, perlu segera diupayakan pengurangan penggunaan fungisida kimiawi dan mengalihkannya pada jenis fungisida yang aman bagi lingkungan, yakni dengan cara pengendalian hayati menggunakan *Trichoderma* spp. sebagai agen hayati biofungisida untuk mengontrol serangan spesies jamur pengganggu.

Konsep yang harus dikembangkan dalam pengendalian penyakit tanaman adalah selain memperhatikan efektivitas dan segi ekonomisnya juga harus mempertimbangkan masalah kelestarian lingkungan. Bertitik tolak dari konsep tersebut, maka perhatian dunia kembali pada pengendalian secara hayati, yakni suatu cara pengendalian hama penyakit tanaman dengan memanfaatkan musuh-musuh alami yang bersifat antagonis.

Oleh karena itu diperlukan suatu alternatif pengendalian penyakit layu Fusarium pada tanaman pisang yang lebih efektif dan ramah lingkungan serta berkelanjutan. Salah satu cara pengendalian yang ramah lingkungan dengan hasil yang menjanjikan adalah penggunaan mikroorganisme antagonis untuk mengendalikan jamur fusarium penyebab layu pada pisang. Salah satu mikroorganisme antagonis yang potensial untuk dikembangkan untuk mengendalikan penyakit ini adalah jamur *Trichoderma* spp.. Mikroorganisme antagonis dari jenis jamur *Trichoderma* ini dapat berupa jamur-jamur endofit yang diperoleh dari tanaman sehat, maupun jamur-jamur saprofit yang diperoleh dari daerah sekitar perakaran tanaman (Sudantha, 2009).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan pengkajian tentang **“Potensi *Trichoderma* spp. Sebagai Agen Biofungisida untuk Pengendalian Jamur *Fusarium Oxysporum* pada Tanaman Pisang”**.

1.2. Dasar Pemikiran

Pisang (*Musa* sp.) merupakan salah satu komoditas unggulan tanaman hortikultura di NTB. Namun upaya pengembangan dan peningkatan produksinya mengalami beberapa kendala, terutama adanya penyakit layu Fusarium. Penyakit ini pada beberapa

tahun terakhir menyebabkan terjadinya penurunan luas areal pertanaman pisang dan penurunan produksi buah pisang yang sangat tajam.

Kebijakan global mengenai pembatasan penggunaan bahan aktif kimiawi pada proses produksi pertanian pada gilirannya akan sangat membebani pertanian Indonesia. Hal ini disebabkan oleh tingginya tingkat ketergantungan petani terhadap pestisida kimia. Ketergantungan inilah yang akan melemahkan produk pertanian asal Indonesia dan daya saingnya di pasar global. Menghadapi kenyataan tersebut agaknya perlu segera diupayakan pengurangan penggunaan fungisida kimiawi dan mengalihkannya pada jenis fungisida yang aman bagi lingkungan, yakni dengan cara pengendalian hayati menggunakan *Trichoderma* spp. (jamur yang hidup di sekitar akar tanaman maupun di dalam jaringan tanaman) sebagai agen hayati biofungisida untuk mengontrol serangan spesies jamur pengganggu.

Beberapa agen pengendali hayati yang mempunyai kemampuan dalam pengendalian patogen melalui tanah, salah satunya adalah jamur yang hidup di sekitar akar (saprofit) maupun yang ada di jaringan tanaman (endofit). Jamur ini dilaporkan bisa menekan pertumbuhan jamur patogen baik yang ada dalam tanah maupun di dalam jaringan secara alamiah (Sudantha, 2009)

Salah satu cara pengendalian yang ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan manusia dengan hasil yang menjanjikan serta berpotensi untuk dikembangkan adalah penggunaan mikroorganisme antagonis untuk mengendalikan jamur fusarium penyebab layu pada pisang. Mikroorganisme antagonis ini dapat berupa jamur-jamur endofit yang diperoleh dari tanaman sehat, maupun jamur-jamur saprofit yang diperoleh dari daerah sekitar perakaran tanaman.

Keberhasilan penggunaan jamur *Trichoderma* spp, baik yang bersifat endofit maupun yang bersifat saprofit sebagai agen pengendali penyakit pada berbagai tanaman telah banyak dilaporkan. Melihat keberhasilan tersebut, maka besar kemungkinan fenomena yang sama dapat diterapkan pada budidaya tanaman pisang untuk mengendalikan penyakit layu Fusarium.

1.3. Perumusan Masalah

Dari uraian pada latar belakang di atas, dapat disampaikan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah Aplikasi biofungisida yang berbahan aktif *Trichoderma* spp. mampu mengendalikan penyakit layu Fusarium pada tanaman pisang ?.
2. Apakah aplikasi biofungisida yang berbahan aktif *Trichoderma* spp. mampu meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman pisang ?.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari kajian ini adalah:

1. Untuk memberikan gambaran serta informasi tentang potensi pemanfaatan biofungisida berbahan aktif *Trichoderma* spp. dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman pisang.
2. Mengetahui strategi/teknik untuk mengatasi serangan penyakit layu fusarium pada tanaman pisang serta upaya yang perlu dilakukan dalam peningkatan produksi dan produktivitas tanaman pisang di NTB.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari kajian ini adalah:

1. Secara akademik dapat digunakan sebagai salah satu bahan acuan dan referensi dalam pengendalian penyakit layu fusarium pada tanaman pisang.
2. Secara teknis sebagai pedoman dalam pengendalian penyakit layu fusarium pada tanaman pisang di Nusa Tenggara Barat dengan memanfaatkan biofungisida yang mengandung jamur *Trichoderma* spp.

BAB II GAGASAN

2.1. Teknik Aplikasi

Gejala penyakit layu Fusarium pada tanaman pisang secara umum sebagai berikut: Pada bibit dan tanaman pisang menunjukkan gejala busuk berwarna coklat pada tepi daun. Apabila bagian bonggol atau pangkal batang palsu dibelah secara melintang nampak garis coklat atau hitam pada jaringan pembuluh. Pada tanaman pisang yang sudah berbuah menunjukkan gejala buah menjadi kecil-kecil dan jumlah sisir pisang menjadi sedikit, dan apabila buah pisang tersebut dibelah secara melintang maka akan nampak terjadi pembusukan berwarna coklat pada bagian tengah buah pisang (Gambar 01). Jika tidak dikendalikan dengan cara yang benar maka serangan jamur ini akan dapat mengakibatkan penurunan kualitas maupun kuantitas bahkan bisa mengakibatkan kegagalan panen.

		
Gejala penyakit layu pada anakan pisang	Gejala penyakit layu pada tanaman dewasa	Gejala busuk pada bonggol
		
Gejala diskolorasi batang palsu	Gejala busuk pada buah	Gejala diskolorasi pada buah
Gambar 1. Gejala penyakit layu Fusarium pada anakan, tanaman dan buah pisang (Sumber : Sudantha 2009)		

Oleh karena itu diperlukan strategi yang tepat guna mengendalikannya serangan penyakit layu pada tanaman pisang tersebut. Beberapa teknik pengendalian penyakit layu *Fusarium* telah direkomendasikan seperti penggunaan fungisida, rotasi tanaman, perendaman lahan, penambahan bahan organik, penggunaan varietas tahan dan pengendalian hayati (Wibowo *et al.* 2004). Penggunaan fungisida kurang efektif karena fungisida hanya dapat terserap tanah pada kedalaman beberapa sentimeter (Djatnika, Hermanto dan Eliza 2003, dalam Fauzi 2009). Jamur *Fusarium* mampu menginfeksi perakaran pada daerah yang lebih dalam lagi dari daerah penyerapan fungisida. Pengendalian dengan rotasi tanaman dan perendaman lahan selama 6 bulan hanya mampu menekan kejadian penyakit selama 2 tahun. Penambahan bahan organik hanya mampu menghambat perkembangan layu *Fusarium* dalam jangka waktu yang pendek (Pegg, More, dan Bentley 1996, dalam Fauzi, 2009).

Penggunaan Biofungisida berbahan aktif *Trichoderma* spp. merupakan salah satu alternatif dalam mengendalikan penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur patogen tular tanah. Pengendalian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman pisang dapat dilakukan dengan menggunakan biofungisida berbahan aktif *Trichoderma* spp.. Cara aplikasi biofungisida yang mengandung bahan aktif *Trichoderma* spp. tergantung pada maksud dan tujuannya.

Aplikasi biofungisida untuk pengendalian penyakit tular tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara yakni; 1) perlakuan tanah, 2) perlakuan bibit, dan 3) perlakuan tanaman. Pada kajian ini diberikan contoh biofungisida Biotricon yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit tular tanah pada berbagai tanaman pangan, palawija dan hortikultura.

2.1.1. Perlakuan Tanah

Tanah-tanah yang akan ditanami, seringkali diperlakukan terlebih dahulu dengan zat-zat kimia yang bersifat racun bagi patogen yang ada di dalamnya. Biasanya perlakuan ini dikerjakan beberapa hari atau beberapa minggu sebelum penanaman (Djafaruddin, 2000). Namun dalam hal ini perlakuan dengan zat-zat kimia tersebut di ganti dengan perlakuan menggunakan senyawa kimia yang bersifat alami dan tidak berbahaya bagi tanah dan mikroorganisme menguntungkan lainnya yang dihasilkan oleh jamur *Trichoderma* spp..

Untuk mencegah terhadap patogen tular tanah diberikan dengan dosis 200 kg Biotrichon/ha diberikan satu minggu sebelum tanam dengan cara dibenamkan dilapisan olah tanah bersamaan dengan pembalikan tanah pada saat pengolahan tanah. Perlakuan tanah dapat juga dilakukan dengan cara menyiram tanah dengan larutan Biotrichon sebanyak 400 L/ha. Cara membuat larutan Biotrichon yaitu dengan cara 50 g suspensi jamur *T. harzianum* isolat ENDO – 07 dan *T. polysporum* isolat ENDO – 4 dihancurkan dalam 1 L air, kemudian ditambahkan 2,5 g gula pasir. Biarkan 3 – 5 hari sebelum lahan digaru dan siap ditanam.

2.1.2. Aplikasi Bibit

Aplikasi pada fase pembibitan dimaksudkan untuk melindungi bibit saat penyemaian dari patogen yang ada ditanah. Inokulasi jamur *T. koningii* dan *T. harzianum* formulasi tablet, cairan dan serbuk menyebabkan bibit pisang tidak terinfeksi penyakit layu Fusarium baik pada varietas pisang kepok maupun pisang susu, sedangkan pada kontrol masa inkubasi penyakit layu fusrarium pada varietas pisang kepok 7,33 hari dengan intensitas penyakit 88,67 % dan pisang susu 19,67 hari dengan intensitas penyakit 38,00 % (Sudantha, 2010)

Aplikasi bibit dilakukan dengan menyiram lahan yang akan digunakan untuk menyemai tanaman dengan larutan biofungisida Biotricon yang telah diaktifkan. Gunakan kompos plus dengan dosis 200 kg/ha dan pupuk anorganik dikurangi sebanyak 25 – 75 % dari dosis anjuran. Siram kembali larutan Biotricon aktif sebanyak 250 L/ha.

2.1.3. Perlakuan Tanaman

Perlakuan pada tanaman dapat dilakukan pada saat akan dilakukan penanaman dan setelah tanaman ditanam. Untuk tanaman muda/bibit dengan cara menyiram larutan Biotricon yang sudah diaktifkan sebanyak 250 L/ha pada lubang/lajur penanaman kemudian memasukkan bibit dan ditutup dengan tanah. Pada tanaman dewasa dilakukan dengan cara menyiramkan larutan Biotricon aktif di sekeliling tanaman satu bulan penanaman sebanyak 250 L/ha atau penyemprotan dengan menambahkan zat perekat alkilaril poliglikol eter (Citowet). Apabila menggunakan pupuk anorganik dikurangi dosisnya sebanyak 25 - 75 %.

Wabah penyakit umumnya akan memuncak pada musim hujan ketika kondisi kelembaban yang mendukung perkembangan penyakit ini. Untuk itu tindakan proteksi

tanaman perlu dilakukan, yakni dengan diberikan pada awal musim penghujan sehingga pada waktu musim hujan penuh, diharapkan populasi jamur patogen dapat ditekan dan tidak sempat menyerang akar tanaman.

Selain itu diperlukan juga tindakan kuratif untuk mengurangi akibat serangan patogen tanaman tersebut. Tindakan kuratif dimaksudkan untuk mengendalikan jamur patogen yang telah menyerang tanaman. Penyerangan jamur patogen ini biasanya ditandai dengan sosok tanaman yang layu dengan sistem perakaran yang busuk dan ditandai dengan adanya hifa jamur patogen.

2.2. Formulasi

2.2.1. Formulasi Cair

Formulasi dalam bentuk cair merupakan formulasi biofungisida yang dibuat dalam bentuk cairan dan diaplikasikan dalam bentuk cair. Pada kajian ini digunakan contoh biofungisida Biotricon. Formulasi cair dapat dibuat di laboratorium dengan empat macam medium cair yaitu :

a. Glukosa Pepton Yeast (GPT)

Bahan yang di gunakan yaitu : Glukosa 15 g, pepton 2 g, Yeast 5 g, Asparagin 1 g, K_2HPO_4 0,5 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$: 25 g, Thiamin HCL 0,001 g, Aquades 1L.

Cara pembuatannya sebagai berikut:

- 1) Masukkan aquades ke dalam gelas Erlenmeyer 250 ml.
- 2) Dua lempengan PDA yang berisi jamur *T. Harzianum* isolat SAPRO-07 dan *T. Polysporum* isolat ENDO-04 (diameter 5 mm) di inokulasi dalam gelas erlenmyer
- 3) Selanjutnya diinkubasi pada temperatur 27⁰ C pada engaduk berputar dengan kecepatan 120 putaran permenit.
- 4) Setelah media dalam gelas Erlenmeyer di padati oleh miselia, kemudian di homogenkan dengan mixer.
- 5) Suspensi miselia siap untuk di gunakan.

b. Alioshina

Bahan yang di gunakan yaitu : $NaNO_3$ 9,0 g, KH_2PO_2 0,75 g, $MgSO_4$ 0,75 g, $CaCl_2$ 12,5 g, Sukrosa 10 g, dan Aquades 1 L.

Alat-alat yang digunakan antara lain: Aerator (pompa aquarium sebagai penghasil udara), tabung kaca, Erlenmeyer, selang plastik, gabus penutup, pipet kaca, glass wool (untuk penyaring), dandang atau autoclaf (untuk sterilisasi bahan dan alat). Fiter medifeel dan alat ferintor.

Cara pembuatannya adalah sebagai berikut :

1. Timbang bahan sesuai dengan ukuran masing-masing
2. Siapkan erlenmeyer steril
3. Masukkan setiap bahan secara hati-hati ke dalam erlenmeyer tersebut
4. Tambahkan 1,0 L aquades dan aduk sampai homogen
5. Inokulasikan starter jamur *T. harzianum* isolat SAPRO – 07 dan *T. polysporum* isolat ENDO – 04 ke dalam media cair sebanyak 5 – 10 ml yang mengandung 10^{4-5} spora.
6. Inkubasikan dengan alat fermentor.

c. Ekstrak Kentang Gula

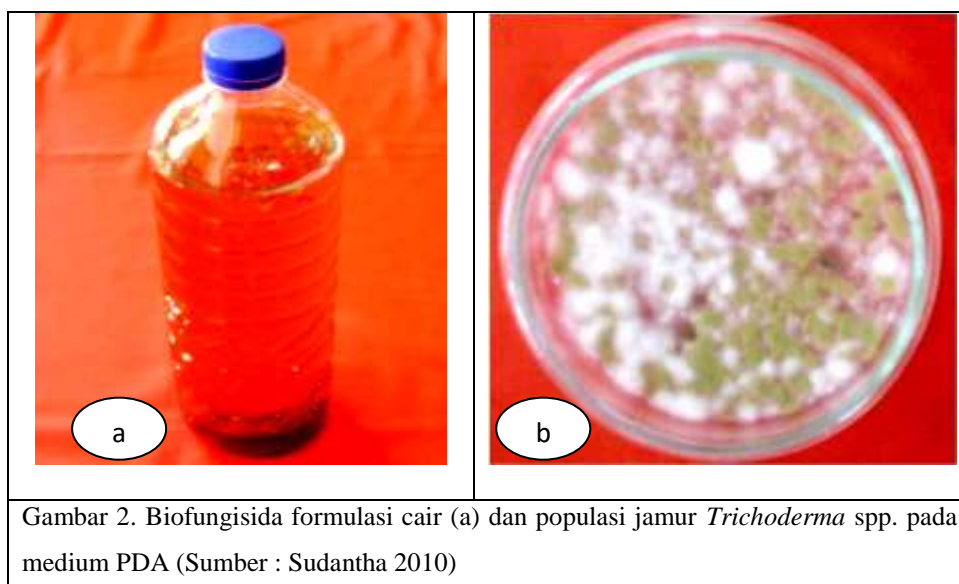
Bahan yang di gunakan yaitu ; Kentang 20 g, gula 10 g dan aquades 1 L. Cara membuatnya sebagai berikut :

1. Bersihkan kentang dan timbang sesuai kebutuhan.
2. Kentang dipotong kotak-kotak (1 x 1 x 1 cm²).
3. Siapkan pemanas (kompor/hot plate).
4. Siapkan glass beaker yang berisi 1 L aquades.
5. Masukkan kentang ke dalam glass beaker yang berisi aquades.
6. Panaskan sampai kentang lunak (\pm 20 menit).
7. Keluarkan kentang dan ambil ekstraknya.
8. Tambahkan 10 g gula pasir dan aduk sampai larut.
9. Ekstrak ketang-gula disaring, kemudian sterilkan dengan autoclaf.
10. Pindahkan ekstrak kentang-gula ke dalam erlenmeyer steril.
11. Inokulasikan starter jamur *T. harzianum* isolat SAPRO – 07 dan *T. polysporum* ENDO – 4 ke dalam media cair.
12. Inkubasikan dengan alat fermintor.

d. Medium Water Agar

Jamur *T. harzianum* isolat ENDO – 07 dan *T. polysporum* isolat ENDO – 4 ditumbuhkan pada medium WA (*Water Agar*) yang mengandung 1 % ekstrak

masing-masing bahan. Ekstrak dapat berupa seresah daun kopi, seresah daun lamtoro, seresah daun kemiri, dedak, sekam padi, serbuk gergaji, ampas aren dan bahan lain. Salah satu dari bahan-bahan di atas dilarutkan dengan air steril (10 g bahan/100 ml air steril). Kemudian disaring dengan kertas saring Whatman No. 1 serta disterilkan dengan metode penyaringan menggunakan membran filter (diameter pori-pori/um). Ekstrak bahan sebanyak 100 ml dicampur dengan 900 ml medium WA untuk mendapatkan ekstrak bahan 1%, ditambahkan gula sebanyak 10 g dan yeast 0,2%, selanjutnya aduk sampai larut, pindahkan bahan ke dalam erlenmeyer atau botol steril (Gambar 2), inokulasi stater berupa jamur *T. harzianum* isolat ENDO – 07 dan *T. polysporum* isolat ENDO – 4 ke dalam media cair dan inkubasikan dengan alat fermentor.



Gambar 2. Biofungisida formulasi cair (a) dan populasi jamur *Trichoderma* spp. pada medium PDA (Sumber : Sudantha 2010)

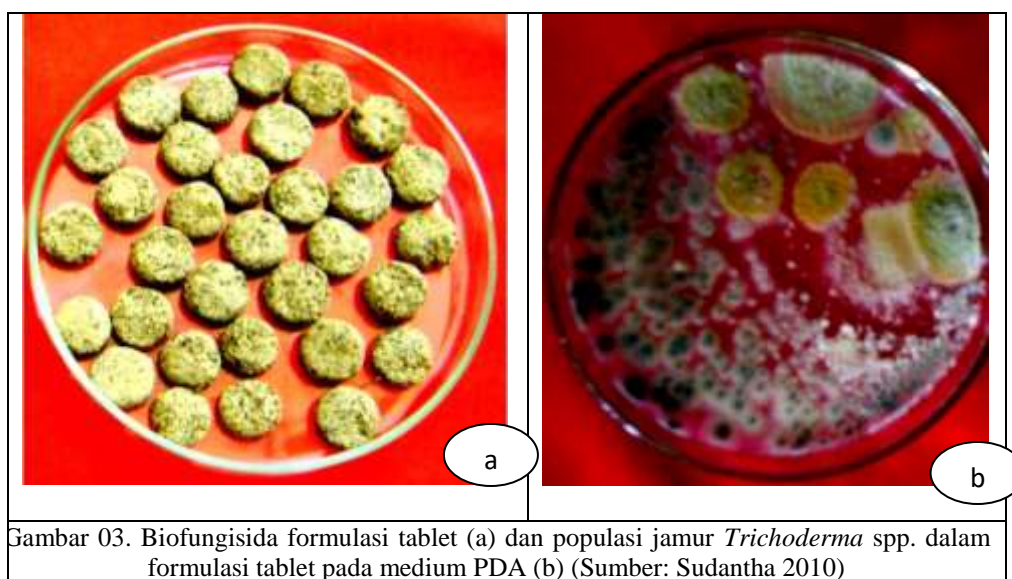
2.2.2. Formulasi Butiran Ca- Alginant.

Massa jamur dibiakkan dalam fermentasi cair dengan menggunakan medium Glukosa Pepton Yeast (GPY) dengan formula 15 gr glukosa, 2 g pepton, 5 g yeast, 1 g asparagin, 0,5 K_2HPO_4 , 0,25 g $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$, 0,001 g thiamin HCl, 1 l H_2O dimasukkan dalam gelas Erlenmeyer 250 ml, kemudian dua lempengan PDA berisi jamur (diameter 5 mm) diinokulasi dalam gelas Erlenmeyer. Selanjutnya diinkubasi pada temperatur 27^0 C pada pengaduk berputar dengan kecepatan 120 putaran per menit. Setelah media dalam gelas Erlenmeyer dipadati oleh miselia. Kemudian dihomogenkan dengan mixer dan suspensi miselia siap untuk diformulasikan.

100 g kaolin dan 10 g sodium alginat ditambahkan kedalam satu liter air dalam Erlenmayer dan disterilkan dalam autoclave. 800 ml. Campuran kaolin-alginat steril dicampur dengan 200 ml suspensi miselia yang disiapkan melalui fermentasi cair. Untuk skala industri disesuaikan dengan produksi yang akan dibuat. Campuran kaolin-alginat ini kemudian dicampur dengan pengaduk magnetis dalam gelas Erlenmeyer 2 liter, kemudian diteteskan melalui pipet pastur ke dalam suspensi Ca – glikonat 0,1 M. Tetesan langsung menggumpal membentuk butiran setelah menyentuh Ca – glukonat. Butiran dikeluarkan dari suspensi Ca – glukonat secara teratur dan dikeringkan dalam laminar air flow selama 60 jam. Semua langkah kegiatan dalam proses ini dikerjakan dalam keadaan aseptik. Selanjutnya ditimbang berat basah dan berat kering 1 butiran kaolin-alginat dan diamati kadar lengas butiran kering.

2.2.3. Formulasi Tablet

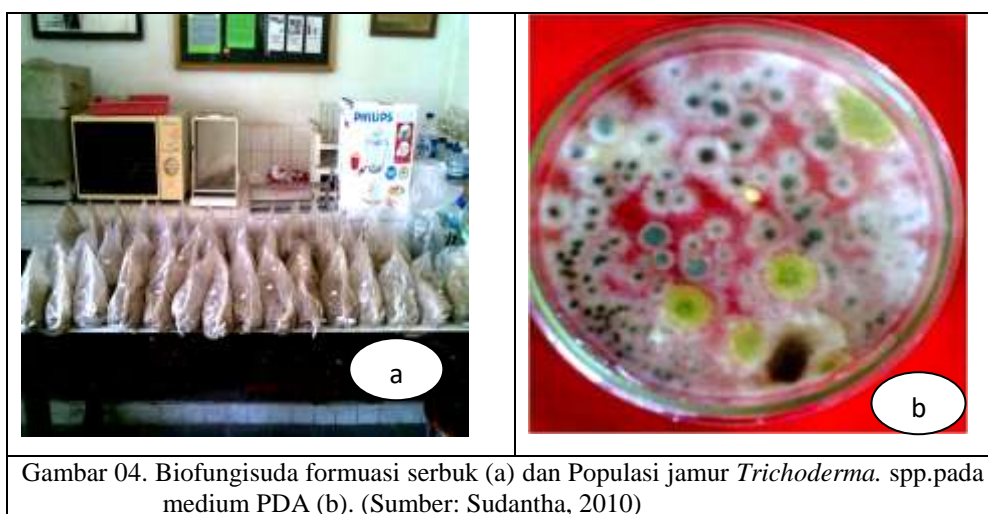
Jamur dibiakkan dalam fermentasi cair atau serbuk seperti pada proses pembuatan formulasi butiran atau serbuk.kaolin atau tanah liat steril sebanyak 100 g disterilkan dalam autoclave. Selanjutnya kaolin atau tanah liat steril di camur dengan 200 ml suspensi miselia yang disiapkan melalui fermentasi cair. Untuk skala industri disesuaikan dengan produksi yang akan dibuat campuran kaolin-miselial atau tanah liat-miselial ini kemudian diformulasikan dalam bentuk tablet. Tablet dikeringkan dalam laminar air flow selama 60 jam. Semua kegiatan dalam proses ini dikerjakan dalam keadaan aseptis. Selanjutnya ditimbang berat basah dan berat kering 1 tablet dan diamati kadar lengas tablet kering (Gambar 03)



Gambar 03. Biofungisida formulasi tablet (a) dan populasi jamur *Trichoderma* spp. dalam formulasi tablet pada medium PDA (b) (Sumber: Sudantha 2010)

2.2.4. Formulasi Serbuk

Bahan pembawa atau substrat terlebih dahulu dikeringkan dan dihancurkan, selanjutnya diayak dengan ayakan berdiameter 2 mm. Serbuk/tepung yang telah siap kemudian dibasahi dengan air steril secukupnya, sehingga diperoleh campuran yang homogen, kemudian ditanak selama 60 menit. Serbuk/tepung yang telah matang ini ditimbang sebanyak 200 g dan dikemas dalam kantong kaca tahan panas dan disterilkan dalam autoclaf dan substrat ini kemudian diinokulasi dengan suspensi jamur *T. harzianum* isolat ENDO – 07 dan *T. polysporum* isolat ENDO – 4 (kerapatan spora 10^2 /ml suspensi). Selanjutnya diinkubasi pada suhu kamar (Gambar 04).



Gambar 04. Biofungisida formuasi serbuk (a) dan Populasi jamur *Trichoderma* spp. pada medium PDA (b). (Sumber: Sudantha, 2010)

2.3. Mekanisme Pengendalian

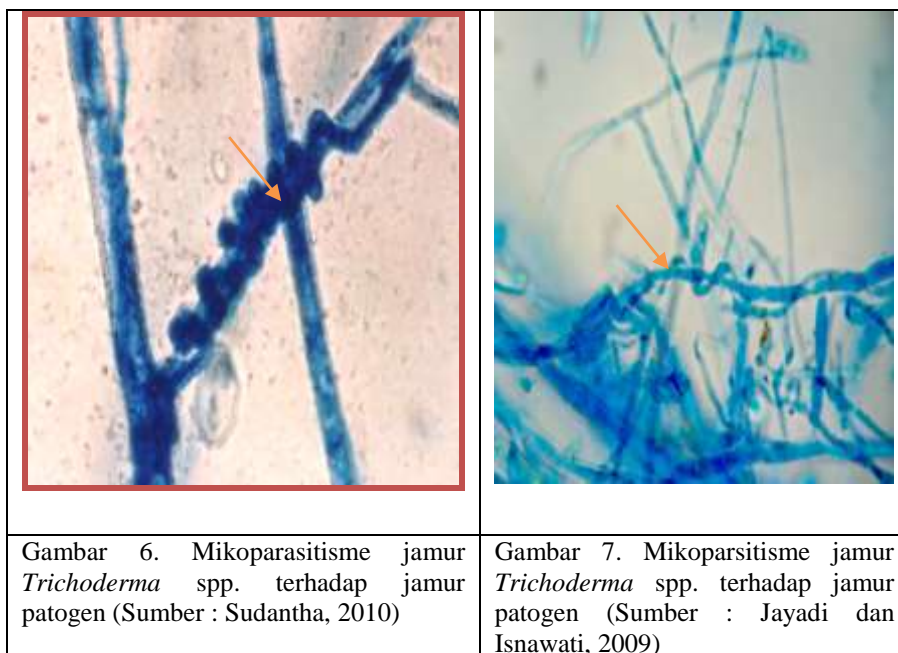
Mekanisme pengendalian jamur patogen oleh biofungisida *Trichoderma* spp. secara alamiah dapat dikelompokkan menjadi 3 fenomena dasar, yaitu :

- a. Terjadinya kompetisi bahan makanan antara jamur patogen dengan bahan aktif biofungisida *Trichoderma* spp. di dalam tanah. Adanya pertumbuhan yang berjalan begitu cepat dari jamur agensia aktif dari biofungisida yang mengandung *Trichoderma* spp ini akan mendesak pertumbuhan jamur patogen (Gambar 5).

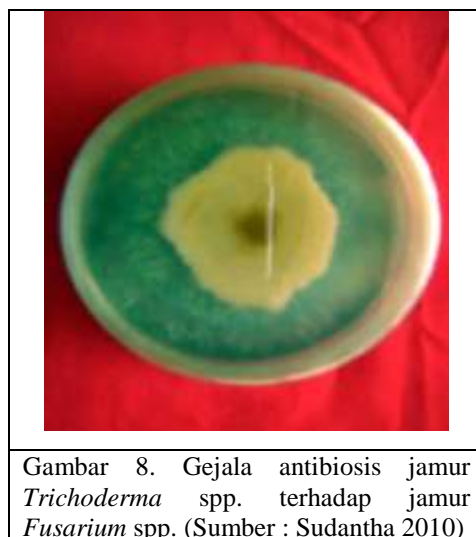


Gambar 5. Kompetisi ruangan antara jamur *Trichoderma* spp. dengan jamur *Fusarium* spp. (Sumber: Sudantha, 2010)

- b. Mikoparasitisme. Jamur agensia aktif biofungisida yang mengandung *Trichoderma* spp. merupakan jamur yang mempunyai sifat mikoparasitik, artinya jamur *Trichoderma* tergolong dalam kelompok jamur yang menghambat pertumbuhan jamur lain melalui mekanisme parasitisme. Mekanisme yang terjadi adalah bahwa selama pertumbuhan jamur ini di tanah yang berjalan begitu cepat, jamur ini akan melilit hifa jamur patogen. Bersama dengan pelilitan hifa tersebut, jamur *Trichoderma* spp. mengeluarkan enzim yang mampu merombak dinding sel hifa jamur patogen, sehingga jamur patogen mati. Beberapa jenis enzim pelisis yang telah diketahui dihasilkan adalah enzim kitinase dan β -1,3 glucanase (Gambar 6 dan 7)



- c. Antibiosis. Agensia aktif biofungisida yang mengandung *Trichoderma* spp selain menghasilkan enzim pelisis dinding sel jamur juga menghasilkan senyawa antibiotik yang termasuk kelompok furanon dapat menghambat pertumbuhan spora dan hifa jamur patogen, diidentifikasi dengan rumus kimia 3-(2-hydroxypropyl-4-2-hexadienyl) -2-(5H)-furanon (Gambar 8)



2.3. Prospek Pengembangan

2.3.1. Pengomposan

Selain berperan sebagai agen pengendali hayati patogen tular tanah jamur *Trichoderma* spp. juga mempunyai kemampuan untuk menguraikan sampah organik menjadi kompos dalam jangka waktu yang cepat. Kemampuan jamur *Trichoderma* spp. sebagai agen pengurai sampah organik disebabkan karena kemampuannya untuk memproduksi enzim yang dapat menguraikan selulosa, hemi selulosa dan lignin yang tinggi menjadi senyawa yang lebih sederhana. Harman dan Taylor (1988) mengemukakan bahwa suatu lahan dimana banyak terdapat bahan organik maka jamur *Trichoderma* akan berkembang baik, yang akan menghasilkan enzim chitinolitik dan selulose yang banyak. Sedangkan menurut Trautmann dan Olynciw (1996) selulosa yang ada pada bahan organik dapat dipisahkan oleh enzim selulose yang telah dihasilkan oleh jamur *T. harzianum* menjadi ligni–selulose, kemudian merombaknya menjadi senyawa yang lebih sederhana yang mampu larut dalam air, sehingga segera dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan.

Sudantha (2006), melaporkan bahwa seresah daun yang digunakan tanaman vanili sebagai pelindung atau pohon panjatan yang ditanam di kebun seperti gamal, lamtoro, dadap, kopi, dan kakao dapat digunakan sebagai substrat untuk pembiakan massal jamur *Trichoderma* spp., sehingga jamur ini berpotensi digunakan sebagai dekomposer limbah organik.

Kompos hasil fermentasi jamur *Trichoderma* spp. dapat berfungsi untuk: (1) sumber unsur hara bagi tanaman dan sumber energi bagi organisme tanah (2) memperbaiki sifat-sifat tanah, memperbesar daya ikat tanah berpasir, memperbaiki struktur tanah berlempung sehingga lebih ringan mempertinggi kemampuan tanah dalam mengikat air, memperbaiki drainase dan tata udara pada tanah berat sehingga suhu tanah lebih stabil, (3) membantu tanaman tumbuh dan berkembang dengan baik, (4) substrat untuk meningkatkan aktivitas mikroba antagonis, (5) untuk mencegah patogen tular tanah (Sudantha, 2008).

2.3.2. Zat Pengatur Tumbuhan (ZPT)

Jamur *Trichoderma* spp. memiliki kemampuan untuk menghasilkan hormon yang dapat memacu pertumbuhan tanaman. Banyak laporan yang menunjukkan bahwa perlakuan pada tanaman dengan bahan yang mengandung jamur *Trichoerma* spp.

berpengaruh nyata pada pertumbuhan tanaman. Jayadi (2009) dari hasil penelitiannya melaporkan bahwa jamur *T. viridae* isolat ENDO-06 mempengaruhi pertumbuhan tanaman vanili. Hal tersebut diduga karena kemampuan dari jamur *T. viridae* isolat ENDO-06. menghasilkan hormon yang memacu pertumbuhan tanaman. Dari empat macam auxin yaitu geberelin, sitokinin, asam absisat dan etilen, diduga etilen merupakan hormon yang dihasilkan oleh jamur *Trichoderma* spp. yang dapat memacu pembungaan pada bibit vanili.

Menurut Salisbury dan Ross (1995), beberapa jenis jamur yang hidup di tanah dapat menghasilkan etilen. Sudantha dan Abadi (2006) dari hasil penelitiannya melaporkan bahwa Penggunaan jamur *Trichoderma* spp. cenderung merangsang pembentukan tunas daun/ sulur, sedang pada kontrol (tanpa jamur saprofit *Trichoderma* spp) bibit vanili terinfeksi penyakit busuk batang, hal tersebut terjadi diduga karena jamur saprofit *Trichoderma* spp. tersebut mengeluarkan substansi kimia atau hormon yang didifusikan ke dalam jaringan tanaman vanili yang dapat memacu pembungaan. Lebih lanjut Windham *et al.* (1986) pernah melaporkan bahwa jamur *T. harzianum* dapat meningkatkan perkecambahan benih dan pertumbuhan tanaman. Tronsmo dan Dennis (1977 dalam Cook dan Baker, 1983) melaporkan bahwa penyemprotan konidia jamur *T. viride* dan *T. polysporum* untuk melindungi tanaman strawberi dari penyakit busuk ternyata dapat memacu pembungaan lebih awal.

Oleh karena itu, penggunaan jamur *Trichoderma* spp. sebagai salah satu alternatif pengendalian penyakit layu Fusarium ada tanaman pisang memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan. Karena disamping kemampuan sebagai agen biokontrol, jamur *T. harzianum* memberikan pengaruh positif terhadap perakaran tanaman, pertumbuhan tanaman, hasil produksi tanaman. Sifat ini menandakan bahwa *T. harzianum* juga berperan sebagai *Plan Growth Enhancer*.

2.4 Keunggulan Biofungisida *Trichoderma* spp.

Keunggulan biofungisida yang mengandung *Trichoderma* spp. dibandingkan dengan jenis fungisida kimia sintetik adalah selain mampu mengendalikan jamur patogen di dalam tanah, ternyata juga dapat mendorong adanya fase revitalisasi tanaman. Revitalisasi ini terjadi karena adanya mekanisme interaksi antara tanaman dan agensia aktif biofungisida *Trichoderma* spp. dalam memacu hormon pertumbuhan tanaman.

Minimal ada 3 hal pokok keuntungan penggunaan biofungisida yang mengandung *Trichoderma* spp., yaitu :

1. Biaya lingkungan.

Agensia aktif dari Biofungisida *Trichoderma* spp. adalah jasad hidup yang berasal dari tanah. Saat aplikasi dikembalikan ke dalam habitatnya yaitu tanah, sehingga tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Dengan demikian biaya lingkungan bisa dikatakan tidak ada, berbeda dengan fungisida kimiawi yang memberikan efek residu yang membahayakan lingkungan dan makhluk hidup lainnya.

2. Revitalisasi tanaman

Telah dikemukakan di depan bahwa biofungisida yang mengandung *Trichoderma* spp. mempunyai efek ganda, karena adanya hormon tanaman yang dihasilkan selama proses aplikasi. Aplikasi biofungisida ini memberikan kelulusan hidup yang bermakna terhadap tanaman yang telah terserang penyakit yang disebabkan jamur *Fusarium*, karena kemampuan mendorong revitalisasi tanaman.

3. Keuntungan ekonomis

Dibandingkan dengan penggunaan fungisida kimia sintetik, aplikasi biofungisida yang mengandung *Trichoderma* spp. jauh lebih murah dan menguntungkan terutama dalam upaya untuk pemeliharaan perkebunan.

2.5 Kendala Pengembangan

Meskipun pengendalian hayati dengan menggunakan Biofungisida bersifat murah, selektif dan berwawasan lingkungan, namun masih banyak dijumpai kelemahannya. Implementasi biofungisida yang berbahan aktif *Trichoderma* spp. dalam mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium* sp. pada tanaman pisang dihadapkan pada banyak kendala diantaranya adalah :

. Kendala yang dihadapi dalam pengembangan pengendalian hayati patogen tanaman di antaranya adalah :

- a) Pengendalian hayati sangat sensitif terhadap faktor lingkungan (Sutanto, 2002), sehingga apabila kondisi lingkungan tidak mendukung maka biofungisida tersebut akan sulit bekerja untuk mengendalikan patogen sasarannya.

- b) Pengendalian patogen tanaman pisang *F. oxysporum* f. sp. *cubense* menggunakan Biofungisida berbahan aktif jamur *Trichoderma* spp. prosesnya cukup panjang jika menggunakan Fungisida yang mengandung bahan kimia sintetik, sehingga petani lebih tertarik menggunakan Fungisida daripada Biofungisida.
- c) Selain itu, Pengendalian hayati menggunakan Biofungisida berbahan aktif jamur *Trichoderma* spp. berspektrum sempit (inangnya spesifik). Sehingga petani menganggapnya kurang praktis.
- d) Untuk pengembangan pengendalian secara hayati diperlukan sarana dan prasarana yang lengkap yang didukung dengan ketersediaan sumberdaya manusia yang berkualitas dan berpendidikan khusus serta berdedikasi tinggi sesuai dengan yang diperlukan untuk pengembangan teknologi pengendalian hayati (Untung, 2006).

BAB III

KESIMPULAN DAN SARAN

3.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemaparan tersebut di atas dapat di ambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Pengendalian penyakit tanaman pisang yang di sebabkan oleh jamur *F. oxysporum* f. sp. *cubense* dapat dilakukan dengan menggunakan Biopestisida yang mengandung bahan aktif *Trichoderma* spp. yang aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia serta sesuai dengan konsep pertanian yang berkelanjutan (*Sustainable Agriculture*).
- b. Strategi/teknik untuk mengatasi serangan penyakit layu pada tanaman pisang yang disebabkan oleh *F. oxysporum* f. sp. *cubense* dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan dengan Biofungisida berbahan aktif *Trichoderma* spp. pada tanah sebelum penanam, perlakuan benih, perlakuan bibit, dan pada tanaman setelah ditanam.
- c. Penggunaan Biofungisida berbahan aktif *Trichoderma* spp. selain mampu mengendalikan serangan jamur *F. oxysporum* f. sp. *cubense* juga mampu memacu pertumbuhan tanaman pisang (*Plan Growth Enhancer*) karena mengandung Zat Pengatur Tumbuhan (ZPT) sehingga mampu meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman pisang.

3.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan terkait dengan kajian ini adalah sebagai berikut :

- a. Petani pisang sebaiknya memanfaatkan Biofungisida berbahan aktif *Trichoderma* spp. dalam mengendalikan serangan penyakit layu *F. oxysporum* f. sp. *cubense*
- b. Petani sebaiknya menggunakan bibit yang sehat, yakni yang sudah diperlakukan dengan jamur *Trichoderma* spp.
- c. Memberikn pemahaman kepada masyarakat khususnya kepada para petani akan bahaya pertanian konvensional dan bealih ke pertanian yang lebih berwawasan lingkungan serta berkelanjutan

- d. Diperlukan adanya regulasi yang mendukung pengembangan pengendalian organisme Pengganggu tanaman (OPT) yang diikuti dengan pendanaan yang mencukupi riset-riset terkait dengan hal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashari, S. 2006. Edisi Revisi Hortikultura Aspek Budidaya. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). 485 hal.
- Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura NTB. 2007. Data Serangan OPT pada Tanaman Pisang. BPTPH NTB, Mataram.
- Cook, R. J. dan K. F. Baker. 1983. The Natural and Practice of Biological Control of Plant Pathogen. The American Phytopathological Society, St. Paul MN. 539 p.
- Dinas Pertanian NTB, 2007. Data Perkembangan Tanaman Pangan dan Hortikultura di NTB. Dinas Pertanian NTB, Mataram.
- Djafaruddin, 2004. Dasar-Dasar Pengendalian Penyakit Tanaman. Bumi Aksara. Jakarta.
- Fauzi, U. 2009. Peranan Jamur Saprofit Dan Endofit Potensial Antagonis Dalam Meningkatkan Ketahanan Induksi Bibit Pisang Terhadap Penyakit Layu Fusarium. Tesis Program magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering Unram. Mataram.
- Jayadi, I. 2009. Pengujian Jamur Endofit *Tricoderma* spp. sebagai Agen Penguraian Seresah Daun dan Potensinya Dalam Meningkatkan Ketahanan Induksi Bibit Vanili terhadap Penyakit Busuk Batang. Skripsi Fakultas Pertanian Unram. Mataram.
- Sa'id, E.G., 1994. Dampak Negatif Pestisida, Sebuah Catatan bagi Kita Semua. Agrotek, Vol. 2(1). IPB, Bogor, hal 71-72.
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross, 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 3. Perkembangan Tumbuhan dan Fisiologi Tumbuhan (Terjemahan D. R. Lukman dan Sumaryono). Penerbit ITB Bandung.
- Sudantha, I. M. Dan A. L. Abadi. 2006. Biodiversitas Jamur endofit Pada Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) dan Potensinya Untuk Meningkatkan Ketahanan Vanili Terhadap Penyakit Busuk Batang. Laporan Kemajuan Penelitian Fundamenatal DP3M DIKTI. Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram.
- Sudantha, I. M. 2007. Laporan Penelitian Pendahuluan Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Pisang di Kota Mataram dan Kabupaten Lombok Barat. Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram.
- Sudantha, I. M. 2007. Karakterisasi dan Potensi Jamur Endofit dan Saprofit Antagonistik sebagai Agens Pengendali Hayati Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* pada Tanaman Vanili di Pulau Lombok NTB. Disertasi Program Doktor Ilmu Pertanian Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Sudantha, I. M., T. Hadiastono, A. L. Abadi dan S. Djauhari. 2007. Uji Sinergisme Jamur Endofit dan Saprofit Antagonistik dalam Meningkatkan Ketahanan Induksi Bibit Vanili terhadap Penyakit Busuk Batang. AGRIVITA Jurnal Ilmu Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Volume 29, Nomor2: 106 – 115.

- Sudantha, I. M. 2008. Patogen Tubuhan Tular Tanah dan Pengendaliannya. Mataram University Press. Mataram.
- Sudantha, I. M. 2009. Biodiversitas Jamur endofit Pada Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) dan Potensinya Untuk Meningkatkan Ketahanan Vanili Terhadap Penyakit Busuk Batang. Laporan Kemajuan Penelitian Fundamenatal DP3M DIKTI. Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram 107 hal.
- Sudantha, I. M. 2010. Pengendalian Hayati Patogen Tanaman. Mataram University Press. Mataram.
- Suanto, R. 2002. Pertanian Organik Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan. Kansius. Jakarta.
- Suyanti, dan Supriyadi, A. 2006. Pisang, Budidaya, Pengolahan dan Aspek Pasar. Penebar Swadaya. Bogor. 124 p.
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (Edisi kedua). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wibowo, A, Sumardiyono C, Suryanti, Damayanti I. 2004. Pengaruh Frekuensi Aplikasi Fusarium Nonpatogenik BTN – 12 terhadap Perkembangan Penyakit Layu Fusarium Pisang di Lapang (abstrak). Di dalam: Simposium Nasional I tentang Fusarium. Purwokerto, 26 – 27 Agustus 2004. Purwokerto: Universitas Soedirman.
- Windham, M., Y. Eland and R. Baker. 1986. A Mechanism of Increased Plant Growth Induced by *Trichoderma* spp. *Phytopathology* 76: 518 – 527.