

PERSPEKTIF PENGEMBANGAN KOMPOS BIOAKTIVATOR UNTUK PENGENDALIAN *Phytophthora capsici* PADA TANAMAN LADA (*Piper nigrum*)

Jekvy Hendra¹⁾, Widodo²⁾, Bonny P.W.S.²⁾, Bintoro H.M.²⁾, Manohara D.³⁾

¹⁾Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, Jl. Z.A. Pagar Alam No 1A Bandar Lampung

²⁾Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dermaga Bogor

³⁾Balai Penelitian Tanaman Rempah Obat Bogor, Jl. Tentara Pelajar No. Bogor
Email; jek_vy@yahoo.com

Diterima 18 Januari 2014; Disetujui untuk publikasi 20 Maret 2014

ABSTRACT

Perspective on the Development of Bio-Activator Compost to Control the Attacks of *Phytophthora capsici* on Pepper (*Piper nigrum*). Bio-activator microbes can be found enormously in the compost, for instance bacteria (*Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp), actinomycetes (*Streptomyces* spp.) and fungi (*Trichoderma* spp, *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp). This research aimed to assess the development of bio-activator in controlling *P. capsici* and increasing production and quality of the pepper. Activity was done in the field trials in the upland and lowland as the center of pepper plants in Lampung using a factorial randomized design group with five replications. The first factor was microbial bio-activator formula and the second factor was three doses of compost namely 1, 2 and 3 kg/pepper plants. Each plant was given zeolite, which was 0.5 kg/tt and fulfat acid 1% as amount of 200 cc/tt. The study showed that microbial activators significantly suppressed *P. capsici* attacks and increased the production of pepper. In the uplands, the intensity of *P. capsici* decreased to 83.31%, while in the lowlands, the disease intensity that was caused by *P. capsici* decreased by 99-100%. The results of chemical and biological analysis of soil showed that the application of bio-activator compost increased the diversity of the types and the amounts of microbes in the rhizosphere as well as increased the nutrient availability. Combination treatment of bio-activator compost from coffee leather of 3 kg/tt were able to suppress the intensity of the disease BPB to more than 50% and increase the production of more than 30 %.

Key words: *piper nigrum*, bioactivator, coffee skin, *Phytophthora capsicii*.

ABSTRAK

Di dalam kompos banyak ditemukan mikroba bioaktivator, yaitu bakteri (*Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp), aktinomiset (*Streptomyces* spp.) dan cendawan (*Trichoderma* spp, *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp.). Bioaktivator dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan serangan *P.capsicii* dan meningkatkan produksi serta mutu hasil lada. Kegiatan ini bertujuan mengkaji pengembangan bioaktivator untuk pengendalian *Phytophthora capsici* dan peningkatan produksi serta mutu hasil lada. Pengkajian dilakukan dalam format uji lapangan didataran tinggi dan rendah sentra lokasi tanaman lada di Lampung. Pengkajian menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola faktorial dengan lima ulangan. Faktor pertama ialah bentuk formula mikroba bioaktivator dan faktor kedua ialah tiga dosis kompos yaitu 1,2 dan 3 kg/tanaman lada. Setiap tanaman juga diberikan zeolit 0.5 kg/tt dan asam fulfat 1% 200 cc/tt. Hasil pengkajian menunjukkan bahwa mikroba aktivator nyata menekan serangan *P.capsici* dan meningkatkan produksi lada. Di dataran tinggi intensitas serangan *P. capsici* menurun hingga 83.31%, sedang di dataran rendah intensitas serangan *P capsici* menurun hingga 99-100%. Hasil analisis kimia tanah dan mikroba tanah menunjukkan bahwa aplikasi kompos bioaktivator meningkatkan keragaman jenis dan jumlah mikroba di dalam rhizosfer serta meningkatkan ketersediaan hara. Kombinasi perlakuan bioaktivator dan kompos kulit kopi 3 kg/tt mampu menekan intensitas penyakit BPB hingga > 50% dan meningkatkan produksi > 30%.

Kata kunci: *Piper nigrum*, bioaktivator, kulit kopi, *Phytophthora capsicii*.

PENDAHULUAN

Lada (*pipper nigrum*) merupakan salah satu komoditas perkebunan andalan di Lampung, namun demikian pengusahaannya oleh petani belum intensif sehingga produktivitasnya relatif rendah, yaitu kurang dari 600 kg/ha. Padahal produktivitas lada di Lampung potensinya mencapai 2.5 ton. Menurut Disbun Provinsi Lampung (2011) produktivitas lada di Lampung hanya 18,12% dari rata-rata produktivitas lada nasional.

Salah satu pembatas utama dalam sistem produksi lada adalah terjadinya serangan penyakit busuk pangkal batang (BPB) oleh *Phytophthora capsici* leon, yang dapat mengakibatkan kerugian produksi sampai 40 persen setiap tahunnya. Sampai saat ini belum ada cara efektif untuk mengendalikan penyakit BPB. Hal ini diduga ada hubungannya dengan kemampuan patogen untuk bertahan hidup lama di dalam tanah sebagai saprob di dalam lingkungan perakaran. Sementara itu penggunaan fungisida secara berlebihan berisiko terhadap pencemaran lingkungan. Oleh karena itu perlu diidentifikasi cara pengendalian yang efektif efisien dan ramah lingkungan.

Salah satu cara pengendalian yang ramah lingkungan ialah melalui aplikasi kompos bioaktif, yaitu kompos yang diperkaya dengan mikroba. Kompos dibuat dengan cara dekomposisi limbah kulit kopi, diperkaya dengan mikroba. Pemberian kompos dapat menumbuhkan mikroba anatagonis dan menekan serangan BPB sebesar 3% (Manohara *et al.* 2005).

Pemanfaatan kompos bioaktif akan meningkatkan efektivitas penekanan penyakit BPB juga dapat mensubsitisi penggunaan pupuk kimia. Permasalahannya, bagaimanakah perspektif pengembangan kompos bioaktivator terhadap serangan *Phytophthora capsicii* pada lada?

Hasil penelitian Hendra *et al.* (2009) menunjukkan penambahan bakteri PGPR (Plant Growth-promoting Rhizobacteri) (Bakteri SR1L4 dan Bakteri SR2C3R1), asam humat, dan asam fulvat mampu meningkatkan keragaman populasi mikroba pada tanah media tumbuh tanaman mentimun. Media tumbuh dengan kombinasi penambahan bakteri SR1L4 dan bakteri SR2C3R1 mampu meningkatkan mikroba tanah dari golongan

cendawan dengan kisaran populasi 15.10^5 - $8,5.10^7$ cfu/ml. Sedangkan media tumbuh dengan penambahan Bakteri SR2C3R1 mampu meningkatkan mikroba tanah dari golongan aktinomicetes dengan kisaran populasi $7,5.10^5$ - 2.10^7 cfu/ml. Penambahan asam humat, fulvat dan kedua bakteri PGPR tersebut pada media tumbuh tanaman mentimun mampu menekan serangan fungi *Pythium* sp. penyebab penyakit rebah kecambah (*dumping off*) antara 80-100 %. Penambahan zeolit berkorelasi dengan penguatan struktur jaringan tanaman sehingga dapat menghalangi penetrasi patogen (Hendra, 2006).

Untuk menjawab permasalahan tersebut dilakukan pengkajian dengan tujuan untuk mengetahui perspektif pengembangan bioaktivator terhadap serangan *phytophthora capsicii* mendukung peningkatan produksi lada dari aspek teknis dan sosial ekonomi.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian dilakukan di Desa Negararatu Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan dan Desa Sukamarga Kecamatan Abung Selatan, Kabupaten Lampung Utara yang masing-masing mempersentasikan kondisi agroekosistem dataran rendah dan dataran tinggi. Penelitian dilakukan pada bulan april 2010 sampai November 2011. Responden, terdiri 70 orang petani lada yang dipilih secara acak sederhana.

Rancangan Pengkajian

Bahan yang digunakan ialah tanaman lada varietas Natar 1, kompos kulit kopi, bioaktivator, isolat J4SK2, Isolat Limbah Kopi (2), Isolat H, Isolat A1 10^3 , isolat.A1 10^5 , zeolit, asam fulvat, dan pupuk.

Percobaan memakai Rancangan Faktorial Acak Kelompok, dengan lima ulangan (tabel 1). Faktor A (formula 1) mikroba bioaktivator dan kontrol tanpa diberi perlakuan mikroba bioaktivator. Faktor B (formula 2)

Tabel 1. Paket teknologi pengendalian penyakit BPB tanaman lada

No.	Teknologi	Model Petani (kontrol)	Model Introduksi	
			Faktor A	Faktor B
1	Mikroba bioaktivator	Tidak ada	Diperkaya mikroba bioaktivator (1 kg, 2 kg, 3 kg)	Diperkaya mikroba bioaktivator (1 kg, 2 kg, 3 kg)
2	Zeolit	Tidak ada	Ada	Ada
3	Pembuatan kompos	Kompos alami	Kompos limbah kulit kopi	Kompos limbah kulit kopi
4	Asam vulvat	Tidak ada	Ada	Ada
5	Pembinaan PHT dan pemeliharaan tanaman	Pengalaman petani	Intensif	Intensif

penggunaan kompos yang diperkaya dengan tiga dosis yaitu 1 kg/tanaman lada, 2 kg/tanaman lada dan 3 kg/tanaman lada. Formula mikroba bioaktivator yang dipergunakan adalah Isolat J4SK4, Isolat Limbah Kopi H (dari isolat jambi 2), Isolat dari Petaling 2, Isolat dari akar Petaling 2.

Pengumpulan Data

Pengambilan data di lapangan difokuskan pada sistem dan budidaya lada yang dilakukan oleh petani. Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan wawancara dan pencatatan.

Parameter pengamatan

Parameter yang diamati ialah (1) Aspek teknis agronomi pertumbuhan tanaman terdiri dari tinggi tanaman meliputi pertumbuhan vegetatif pembibitan tanaman lada diukur dalam cm, intensitas serangan penyakit tanaman (persentase), epidemi patogen di lapangan (kejadian dan intensitas serangan penyakit (persentase) dan produktivitas tanaman lada (ton/ha). Pengamatan dilakukan setiap bulan. (2) Aspek sosial ekonomi meliputi struktur pembiayaan, capaian produktivitas dan harga jual.

Analisis data

Untuk menjawab tujuan penelitian, dilakukan beberapa analisis terkait faktor epidemik, analisis kimia dan biologi tanah, intensitas serangan, kejadian penyakit dan analisis usahatani.

(1) Analisis faktor epidemik keragaan agroekosistem pertanaman lada

Data dikelompokkan dalam faktor epidemik himpunan data-data budidaya kemudian dikelompokkan dalam kategori tingkat keparahan yang di bagi dalam: rendah 0-30%, sedang 31-70%, dan tinggi > 70%. Untuk melihat ada tidaknya keterkaitan antara masing-masing faktor budidaya dengan keparahan penyakit dilakukan uji *Chi square* dengan program minitab. Data faktor epidemik dan budidaya hasil dengan uji *Chi square* ditampilkan dalam format analisis korespondensi kuadran.

(2) Analisis kimia dan biologi tanah

Sebelum dan sesudah pengujian lapangan dilakukan pengambilan contoh tanah dari masing-masing lokasi secara komposit, untuk keperluan analisis kimia dan biologi tanah. Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur hara yang terkandung di dalam contoh tanah, sedangkan analisis biologi tanah dilakukan untuk mengetahui keragaman dan populasi mikroba yang terdapat dalam contoh tanah.

(3) Pengukuran intensitas serangan penyakit dan kejadian penyakit

Analisis data untuk menentukan intensitas serangan dan kejadian penyakit menggunakan rumus:

$$P = \frac{\sum (n \times v)}{N \times V} \times 100\%$$

Dimana :

- P = Keparahan penyakit
- ni = Jumlah tanaman yang terinfeksi pada setiap kategori
- vi = Nilai numerik masing-masing kategori serangan
- Z = Nilai numerik kategori serangan tertinggi
- N = Jumlah tanaman yang diamati

Sedangkan pengukuran kejadian penyakit menggunakan rumus:

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Dimana:

- P = Kejadian Penyakit
- n = Jumlah tanaman yang menunjukkan gejala
- N = Jumlah tanaman yang diamati

(4) Analisis usaha tani

Untuk mengetahui struktur pembiayaan dan pendapatan usahatani lada, dilakukan analisis usaha tani. Parameter yang digunakan adalah penggunaan input, capaian output, harga input, dan harga output. Untuk menganalisis kelayakan ekonomi digunakan dengan rasio penerimaan (R) terhadap pembiayaan (C) atau R/C. Untuk menghitung tambahan pendapatan karena penggunaan kompos bioaktivator digunakan Marjinal Benefit Cost Ratio (MBCR). Formula R/C dan MBCR yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$MBCR = \frac{R_{(n+1)} - R_{(n)}}{C_{(n+1)} - C_n}$$

Dimana:

- R_(n+1) = Pendapatan setelah penggunaan kompos bioaktivator
- R_(n) = Pendapatan sebelum ditambahkan kompos bioaktivator
- C_(n+1) = Biaya setelah penambahan kompos bioaktivator
- C_(n) = Biaya sebelum penambahan kompos bioaktivator

(5) R/C

$$R/C = \frac{Q \times Pq}{TC}$$

Dimana:

- Q = Total produksi (ton)
- Pq = Harga Produksi (Rp/kg)
- TC = Total Pembiayaan

- Ket : R/C > 1 = layak
- R/C < 1 = tidak layak
- R/C = 0 = impas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Keparahan Penyakit BPB pada Lada di Lampung

Hasil analisis (Tabel 2) menunjukkan dari 14 unsur penyebab keparahan penyakit hanya empat unsur yang kontribusinya nyata. Selebihnya tidak menunjukkan peran yang nyata, termasuk didalamnya ketinggian tempat agroekosistem dataran rendah dan dataran tinggi. Hal itu menunjukkan bahwa tingkat keparahan penyakit BPB pada lada di dataran rendah sama dengan yang terjadi di dataran tinggi.

Dari tabel 2, diketahui tingkat keparahan sangat nyata ditentukan oleh faktor umur, tanpa pemangkasan tiang penegak, sanitasi gulma dan perbaikan drainase fakta di lapangan. Pengelolaan faktor epidemik belum optimal dilakukan petani dan teknologi budidaya masih terbatas. Sementara *Phytophthora capsici* merupakan jamur tular tanah, sulit terdeteksi keberadaannya dan mudah tersebar melalui tanah yang terkontaminasi, terbawa aliran air atau bagian tanaman yang sakit. *P. capsicii* dapat menyerang hampir semua bagian tanaman lada, namun yang paling berbahaya adalah serangan pada akar dan pangkal batang. Gejala yang terlihat di permukaan tanah berupa tanaman layu, sebagai indikasi serangan yang telah lanjut yang terjadi di dalam tanah (Manohara *et al.*, 2005).

Tabel 2. Hasil uji chi square kuadrat masing-masing faktor budidaya yang dilakukan petani lada di Lampung.

No	Faktor Epidemik	£ hit	Keterangan
1.	Umur tanaman (th)	0,040	*
2.	Populasi Tanaman (pohon/ha)	0,727	NS
3.	Produktivitas (ton/ha)	0,610	NS
4.	Pola Penanaman	0,197	NS
5.	Frekuensi Pemupukkan	0,014	NS
6.	Pemakaian Pupuk N	0,061	NS
7.	Pemakaian Pupuk K	0,185	NS
8.	Pemangkasan Sulur	0,029	NS
9.	Pemangkasan Tiang Penegak	0,001	*
10.	Jenis Pupuk	0,169	NS
11.	Sanitasi Gulma	0,001	*
12.	Frekuensi Sanitasi	0,001	*
13.	Drainase	0,000	*
14.	Agroekosistem	0,243	NS

Keterangan :

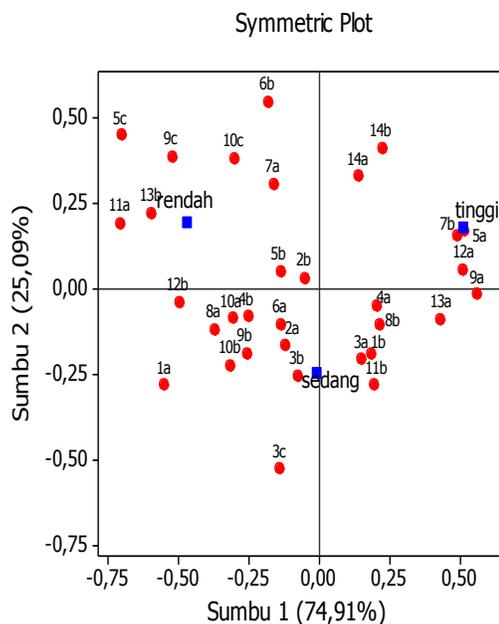
* = Berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$;

NS = Tidak Berbeda nyata

Pengaruh Teknik Budidaya terhadap Perkembangan Penyakit BPB

Keterkaitan penyakit BPB dengan perlakuan budidaya lada dapat dilihat pada gambar 1. Cara budidaya pengaruh cara budidaya tanaman lada menunjukkan keterkaitan dengan intensitas tinggi rendahnya terhadap perkembangan penyakit busuk pangkal batang.

Berdasarkan plot analisis korespodensi pada gambar 1, budidaya dengan kode 2b, 5b, 5c, 6b, 7a, 9c, 11a, 11c, 12b, dan 13 cenderung menyebabkan keparahan penyakit tergolong rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa budidaya tersebut mempunyai kekuatan menekan keparahan penyakit. Budidaya 1a, 2a, 3b, 3c, 6a, 8a, 9b, 10a, dan 11b, mempengaruhi keparahan penyakit yang relatif sedang. Budidaya 5a paling dekat 7b, 12a, 14a, dan 14b dengan kategori budidaya yang keparahan penyakitnya cenderung terjadi lebih tinggi.



Gambar 1. Plot faktor budidaya keterkaitannya dengan tingkat keparahan penyakit Busuk Pangkal Batang pada lada.

Keterangan:

1. umur tanaman (1a= TBM, 1b= TM), 2. populasi tanaman (2a=<100, 2b=>1000m), 3. produksi per tanaman dalam kg(3a=<0.5, 3b= 0.5-1, 3c=>1), 4. pola penanaman (4a=monokultur, 4b= tumpang sari), 5. frekuensi pemupukkan (5a=0, 5b=1, 5c=>2), 6. pemakaian pupuk N (6a=ada, 6b=tidak ada), 7. pemakaian pupuk K (7a=ada, 7b=tidak ada), 8. pemangkasan sulur (8a=ya, 8b=tidak), 9. pemangkasan tiang penegak (9a=<1, 9b=2, 9c=>3 kali), 10. jenis pupuk (10a=pril, 10b=pril+organik, 10c=organik), 11. sanitasi gulma (11a>manual, 11b=herbisida), 12. frekuensi sanitasi (12a=<1, 12b=>2kali), dan 13. drainase (13a=ada, 13b=tidak ada). 14. Ketinggian tempat (14a=dataran tinggi, 14b=dataran rendah).

Pengaruh Kompos Bioaktivator

Penerapan model introduksi kompos limbah kulit kopi dan zeolit, berpengaruh terhadap peningkatan ketersediaan hara tanaman dan kapasitas tukar kation tanah (KTK) (Gambar 2). Disamping itu selama proses dekomposisi bahan dalam tanah memberikan stimulasi perbaikan struktur tanah dan ketersediaan beberapa unsur hara, yang dibutuhkan tanaman lada. Dengan demikian

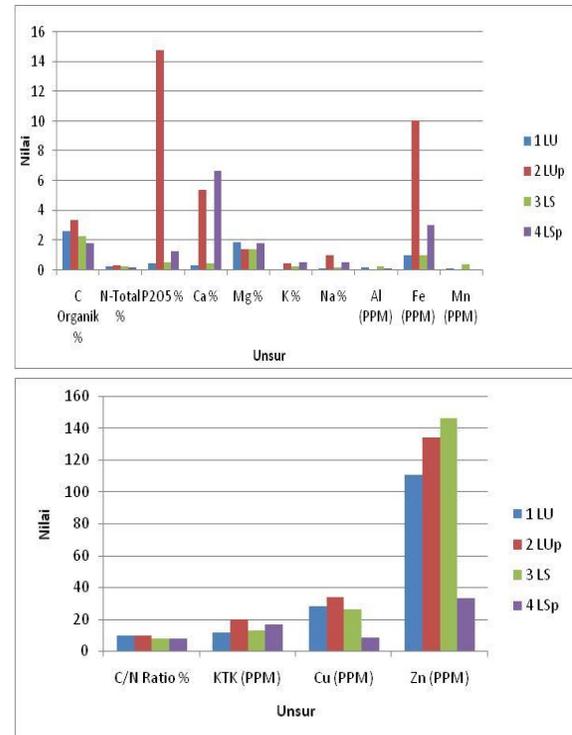
fungsi–fungsi fisiologis tanaman menjadi optimal dan mampu menghalangi perkembangan mikroorganisme patogen lebih lanjut dalam jaringan tanaman. Tanaman yang terinfeksi *P capsicii* akan membentuk suatu fitoaleksin berupa capdiol yang menghalangi penetrasi patogen dalam jaringan (Huang (2001)).

Kekurangan nutrisi pada tanah model petani menyebabkan tanaman menjadi lebih lemah, patogen mudah menembus jaringan dan mengganggu proses fisiologis tanaman terutama tidak munculnya aktivitas fotosintesis dan terjadinya perubahan respirasi pada jaringan terinfeksi. Perubahan fotosintesis dan respirasi akan mempengaruhi pertumbuhan dan tingkat keparahan penyakit akan semakin tinggi. Huang (2001) menyatakan daun tanaman yang terinfeksi *P. capsicii* akan terjadi pengurangan asam lemak dan tidak munculnya aktivitas fotosintesis.

Senyawa lignin yang sudah terdegradasi tidak dapat dimanfaatkan oleh *P. capsicii*. Sementara tanaman lada yang banyak membutuhkan unsur hara dapat memanfaatkannya. Kompos + formula bioaktivator yang mengandung lignin jika diaplikasikan ke tanah, maka lignin yang terkandung di dalamnya akan menstimulasi pertumbuhan mikroorganisme tanah yang bermanfaat. Mikroorganisme tersebut mampu memproduksi enzim ligninase untuk mendegradasi lignin yang dapat berasosiasi dengan ketahanan tanaman lada. Kompos kulit kopi yang kaya dengan mikroba secara perlahan-lahan akan mengalami peruraian menjadi bahan organik aktif dan akhirnya menjadi humus yang lebih resisten. Bahan organik berperan sebagai sumber makanan dan energi bagi kehidupan mikroorganisme sehingga aktivitas mikroorganisme tanah ditentukan oleh jenis dan kandungan bahan organik dalam tanah. Pemberian bahan organik berpengaruh positif terhadap serapan hara N, K, Ca, Mg, SO₄, dan Cl pada tanaman kakao (Sugiyanto *et al* 2008).

Analisa tanah dari lokasi sebelum penelitian (Gambar 2) menunjukkan kandungan unsur hara yang rendah. Kondisi ini menyebabkan pertumbuhan tanaman lada di setiap lokasi penelitian tidak potensial dan cenderung mudah terserang oleh hama dan penyakit.

Dengan ketersediaan limbah kopi yang banyak di lokasi dan zeolit yang mudah didapatkan, maka pembuatan kompos harus diupayakan oleh petani. Hasil kompos yang dapat dipercepat dibandingkan pembuatan secara alami memberikan kesempatan kepada petani dan pengguna untuk menghasilkan banyak sumber bahan organik dari kompos yang mudah diaplikasikan ke kebun lada.



Gambar 2. Hasil analisa tanah sebelum dan sesudah perlakuan kompos kulit kopi dengan formula bioaktivator

Keterangan:

- LU = Dataran tinggi sebelum perlakuan,
- LU_p = Dataran tinggi sesudah perlakuan
- LS = Dataran rendah S sebelum perlakuan,
- LS_p = Dataran rendah S sesudah perlakuan

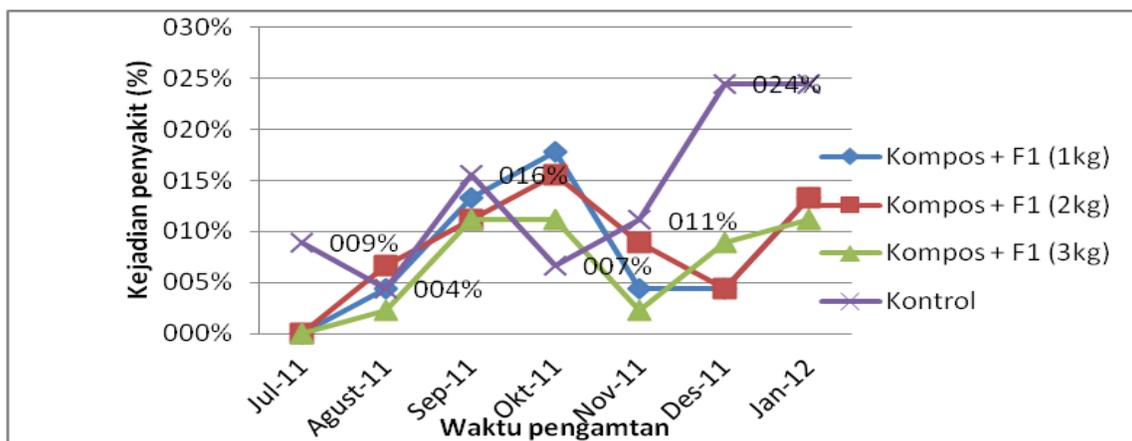
Kondisi fisik dan kimia rhisosfer yang bervariasi, keadaan fisik dan kimia tanah akan mempengaruhi kemampuan agens antagonis untuk menghambat perkembangan patogen dalam tanah. Sivamani dan Gnanamaniccam (1998), menjelaskan bahwa kondisi fisik dan kimia tanah menguntungkan bagi agens

antagonis atau mikroflora yang mampu menunjang aktivitas antibiosis dan kolonisasi perakaran, sehingga berpengaruh terhadap perkembangan patogen untuk waktu yang lama.

Senyawa lignin yang terdapat pada kompos formula bioaktivator sudah terdegradasi tidak dapat dimanfaatkan oleh *P.capsicii*. Sementara tanaman lada yang banyak membutuhkan unsur hara dapat memanfaatkannya. Kompos kulit kopi jika diaplikasikan ke tanah, maka lignin yang terkandung di dalamnya akan menstimulasi pertumbuhan mikroorganisme tanah yang bermanfaat (populasi mikroba yang di dapat tabel 4 dan 5). Mikroorganisme tersebut mampu memproduksi enzim liginase untuk mendegradasi lignin. Kompos kulit kopi ditambah asam vulvat, dan zeolit yang kaya dengan mikroba secara perlahan-lahan akan mengalami peruraian menjadi bahan organik aktif dan akhirnya menjadi humus yang lebih resisten dan mampu menekan laju perkembangan *P.capsicii* di dalam tanah.

(Gambar 4). Pada perlakuan petani terhadap tingkat serangan yang tidak diberikan kompos bioaktivator, serangan *P.capsicii* cenderung meningkat dari setiap bulan pengamatan 21,24%. Sementara terhadap tingkat kejadian penyakit cenderung naik pada akhir pengamatan 24,44% (Gambar 3 dan 4).

Secara biologis isolate formula memiliki perbedaan, maka kegiatan metabolisme dan produk metabolisme sekunder (antibiotik) yang dihasilkan akan berbeda dan memberikan tanggapan yang berbeda pula terhadap patogen. Jenis produk antibiotik yang memberikan tanggapan terbaik bila antibiotik tersebut mempunyai kemampuan berdifusi kedalam medium dan dapat menimbulkan perubahan yaitu perubahan tekanan osmosis, tegangan permukaan dan perubahan tersebut umumnya mengakibatkan kerusakan pada dinding selulium atau berubah setelah selesai terbentuk selanjutnya akan terjadi penghambatan kerja



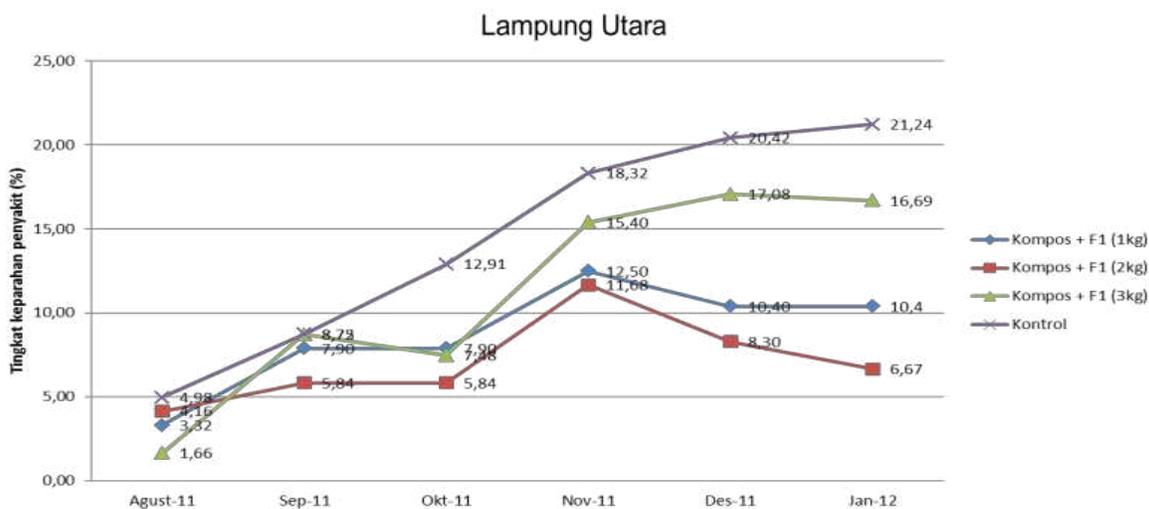
Gambar 3. Pengaruh penambahan kompos formula bioaktivator terhadap tingkat kejadian penyakit BPB tanaman lada pada skala lapang di dataran tinggi.

Pengaruh Introduksi Kompos Bioaktivator terhadap Serangan *P.capsicii* di Dataran Tinggi

Pada Aplikasi kompos bioaktivator di dataran tinggi menunjukkan semua perlakuan kompos bioaktivator menyebabkan tingkat serangan *P.capsicii* dari setiap bulan pengamatan naik turun. Tetapi di akhir pengamatan semua perlakuan yaitu terjadi penurunan tingkat serangan *P.capsicii*

enzim dan pada akhirnya metabolisme akan terhambat.

Pelepasan nutrisi secara lambat terjadi melalui pertukaran ion dan menyediakan nutrisi yang cukup tinggi untuk mendukung pertumbuhan tanaman lada. Brady dan Weil (2002) menyatakan di dalam tanah zeolit bersifat sebagai penyaring molekul dan penyerap ion serta katalis. Sifat-sifat tersebut



Gambar 4. Pengaruh penambahan kompos bioaktivator terhadap tingkat keparahan penyakit BPB tanaman lada pada skala lapang di dataran tinggi.

menyebabkan zeolit dapat menteralisir ion atau unsur racun.

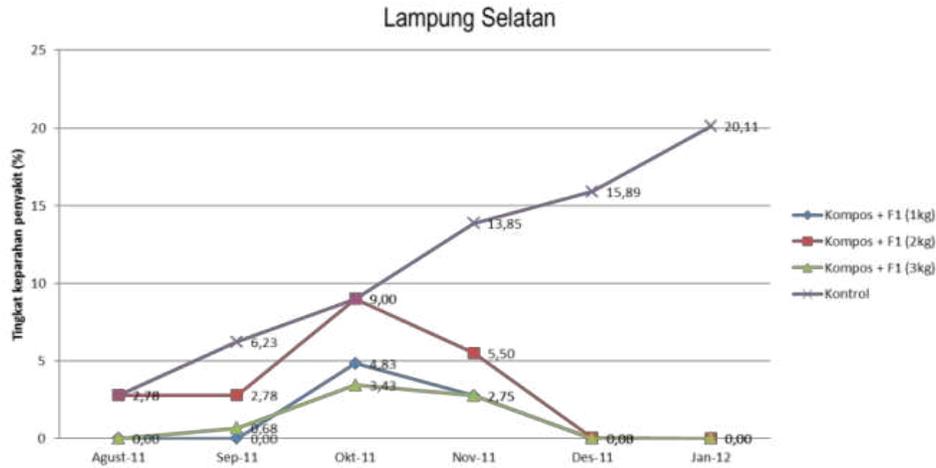
Aplikasi kombinasi formula bioaktivator ditandai kekayaan lahan dan menurunkan kejenuhan lahan terhadap kekurangan unsur-unsur Ca, Mg, dan K dengan bertambahnya unsur dalam tanah maka persen perolehan terhadap ion Ca, Mg, dan K juga meningkat. Peningkatan unsur-unsur tersebut mampu memperkuat struktur jaringan tanaman lada dan menghalangi penetrasi pathogen *P.capsicii* dalam jaringan. Peningkatan unsur-unsur tersebut mampu memperkuat struktur jaringan tanaman lada dan menghalangi penetrasi patogen *P. capsicii* dalam jaringan. Penelitian Balitro (2002) di Lampung Utara (dataran tinggi) menemukan kandungan N yang rendah dan K yang tinggi mampu mengurangi tingkat serangan patogen *P.capsicii* di lapangan, dinding sel menjadi keras dan tebal, kandungan karbohidrat serta molekul asam amino menjadi lebih tinggi.

Kecenderungan terjadinya kenaikan intensitas serangan penyakit pada perlakuan petani, karena pada perlakuan ini *P.capsicii* telah mampu masuk ke dalam jaringan tanaman dan merusak sistem transportasi xilem dan floem di dalam jaringan (gambar 4). Sehingga menyebabkan tanaman menjadi lebih lemah, patongen mudah

menembus jaringan dan mengganggu proses fisiologis tanaman terutama tidak munculnya aktifitas fotosintesis dan terjadinya perubahan respirasi pada jaringan terinfeksi. Baon *et al.* (2003) menyatakan tanah dengan kandungan bahan organik tanah (BO) yang cukup akan membentuk kondisi tanah yang baik sehingga membantu penyerapan hara oleh tanaman. Perubahan fotosintesa dan respirasi akan mempengaruhi pertumbuhan dan tingkat keparahan penyakit akan semakin tinggi. Lamour (2012) menyatakan daun tanaman yang terinfeksi *P.capsicii* akan terjadi pengurangan asam lemak dan tidak munculnya aktivitas fotosintesa.

Pengaruh Introduksi Kompos Bioaktivator terhadap Serangan *P. capsicii* di Dataran Rendah

Hasil pengkajian penambahan kompos bioaktivator di dataran rendah ditampilkan dalam Gambar 5. Perlakuan kompos mampu menurunkan tingkat serangan penyakit busuk pangkal batang tanaman lada sampai 0 %. Penambahan kompos meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme bakteri, aktinomycetes dan cendawan di *rhizosphere*



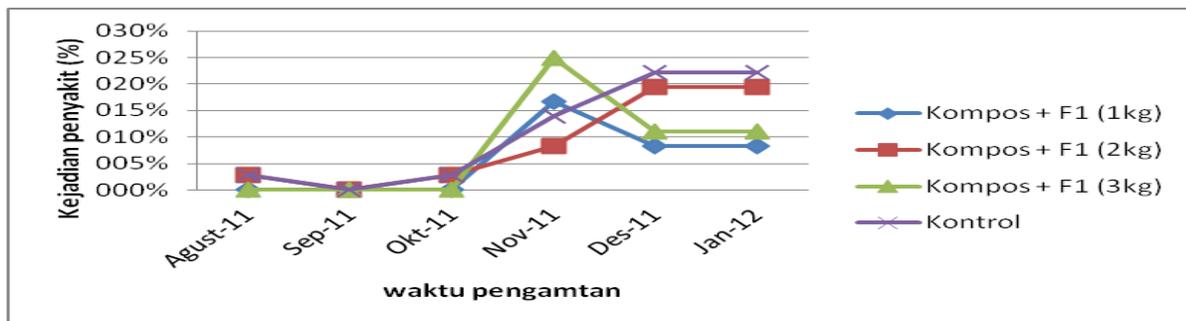
Gambar 5. Pengaruh penambahan kompos formula bioaktivator, asam fulvat dan zeolite terhadap tingkat keparahan penyakit BPB tanaman lada pada skala lapang di dataran rendah

pada tanaman lada, sehingga mempunyai potensi sebagai agensia antagonis terhadap *P. capsicii*.

Ke tiga formula mikroba bioaktivator pada dataran rendah kaya akan nutrisi dan kondisi lingkungan yang mendukung, sehingga mikroba bioaktivator mampu menunjukkan potensi dalam menghambat perkembangan patogen *P.capsici*. Menurut Sessitch *et al.* (2004), Bakteri dilaporkan menghasilkan antibiotic dan enzim pendegradasi yang dapat menghambat perkembangan patogen secara *in-vitro*.

Agen antagonis akan menghasilkan senyawa metabolit yang mampu menghambat perkembangan pathogen di dalam tanah. Selain faktor patogennya faktor lingkungan atau kondisi fisik dan kimia tanah juga mendukung perkembangan agen antagonis. Berbagai mikroorganismenya diketahui tumbuh pada kompos dan menghasilkan metabolit-metabolit dan senyawa-senyawa antimikrobia.

Senyawa antibiotik yang dihasilkan oleh bakteri antagonis dapat berperan langsung sebagai bakterisida terhadap bakteri patogen dan agen penginduksi (*elicitor*) ketahanan tanaman terhadap penyakit (Lyon 2007). Pada perlakuan introduksi senyawa antibiotik yang dihasilkannya diduga lebih banyak berperan sebagai *elicitor* untuk menginduksi ketahanan tanaman dibandingkan berperan langsung sebagai bakterisida dimana mikroba bioaktivator memerlukan kontak langsung dengan patogen tanaman. Disamping itu, antibiotik yang dihasilkan oleh formula bioaktivator yang masuk ke dalam jaringan tanaman lada dalam jumlah banyak pada jaringan tanaman dapat berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman. Paul dan Sarma (2010) menyatakan bahwa *P. fluorescens* menghasilkan metabolit untuk menghambat *P.*



Gambar 6. Pengaruh penambahan kompos bioaktivator terhadap tingkat kejadian penyakit BPB tanaman lada pada skala lapang di dataran rendah.

capsici. Metabolit yang dihasilkan dua macam antibiotik yaitu pyoluteorin dan pyrrolnitrin yang dapat menghambat pertumbuhan miselium *P.capsici* hingga 72% menghambat produksi sporangial dan menghambat perkecambahan spora sekitar 89-98% (Gambar 6).

Pengaruh Penambahan Kompos Bioaktivator Terhadap Produktivitas Lada

Berdasarkan pengkajian yang dilakukan pada dataran rendah, perlakuan pemberian kompos bioaktivator mampu meningkatkan produksi tanaman lada dari 816 kg/ha menjadi 1136 kg/ha (Tabel 3). Perlakuan kompos bioaktivator terbaik adalah pada dataran tinggi dengan pemberian kompos bioaktivator 3 kg/tt, berbeda nyata dengan semua perlakuan (1232) dan hasil terendah pada kontrol negatif (416 kg/ha) (Tabel 3).

menghasilkan unsur-unsur yang diperlukan tanaman. Menurut Soetanto (2008), kemampuan agen hayati sebagai pemacu pertumbuhan dipengaruhi beberapa hal diantaranya kemampuan agen hayati menyesuaikan diri dengan lingkungan perakaran, ketersediaan nutrisi bagi agen hayati dan populasi atau kepadatan agen hayati saat mengkolonisasi inang.

Analisis Usahatani Lada

Analisa usahatani lada pada Tabel 4 menunjukkan bahwa model introduksi lebih efisien (menguntungkan) dibandingkan model petani (nilai B/C lebih besar) pada semua lokasi, walaupun kedua model ini masih menguntungkan. Nilai MBCR pada dataran rendah lebih besar dibandingkan dataran tinggi.

Tabel 3. Pengaruh penambahan kompos formula bioaktivator, asam vulvat dan zeolite terhadap tingkat produksi tanaman lada pada skala lapang di dataran rendah.

No.	Perlakuan (kg/tt)	Produktivitas (kg/ha)			
		Dataran rendah		Dataran tinggi	
1	Bioaktivator 1	816 kg/ha	ab	512,00	a
2	Bioaktivator 2	832 kg/ha	ab	592,00	a
3	Bioaktivator 3	1136 kg/ha	b	1232,00	b
4	Kontrol	720 kg/ha	a	416,00	a

Keterangan: Angka pada tiap kolom yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada $\alpha = 5\%$.

Egamberdiyeva (2008) dan Bae *et al.* (2007) menyatakan bahwa agen hayati sebagai agen pemacu pertumbuhan dan peningkatan produksi tanaman dapat melalui beberapa mekanisme yaitu mampu memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, dan memproduksi hormon pertumbuhan tanaman seperti IAA, giberelin, dan sitokinin.

Selain itu, agen hayati yang digunakan dalam pengkajian ini juga mampu menguraikan lignin dan selulosa karena memiliki aktivitas enzim lignase dan selulase yang dapat menguraikan lignin dan selulosa sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Akan tetapi kandungan enzim lignase dan selulase yang dimiliki masih belum mampu melarutkan lignin dan selulase dalam jumlah yang nyata. Perlakuan bioaktivator limbah kulit kopi juga mampu

Artinya introduksi inovasi teknologi pada dataran rendah lebih menguntungkan. Dengan kata lain, peluang penerapan teknologi introduksi pada dataran rendah lebih ekonomis.

Perubahan harga bursa komoditi tanaman lada sangat fluktuatif. Permintaan lebih besar dari ketersediaan produksi lada saat penelitian menyebabkan kenaikan harga komoditas dari Rp16.000 menjadi Rp35.000 yang terjadi dalam kurun waktu 6 bulan. Pemicu utama kenaikan harga lada karena semakin berkurangnya produksi di beberapa negara produsen. Produksi lada vietnam (100.000 t), India (48.000 t), dan Brazil (35.000 t) dan Indonesia (33.000 t) (AELI, 2012). Apabila

Tabel 4. Analisis usahatani lada tiap perlakuan penerapan teknologi formula bioaktivator dilokasi pengkajian sentral lada Lampung

No.	Kegiatan usahatani lada pertahun	Dataran rendah		Dataran tinggi	
		Model introduksi	Model petani	Model introduksi	Model petani
1	Produksi/Ha (kg)	1.184	488	2.176	560
2	Biaya produksi (Rp.000)	12.510	7.901	26.320	10.237
3	Harga/kg lada kering (Rp.000)	35	35	35	35
4	Hasil penjualan (Rp.000)	41.440	17.080	76.160	19.600
5	Keuntungan (Rp.000)	22.930	9.179	43.840	9.363
	R/C	2,31	1,16	1,89	0,91
	MBCR		4,29		2,52

Keterangan: 1) Untuk analisis usahatani biaya produksi yang dikeluarkan petani diambil dari sumber Suprpto dkk (2003) disesuaikan dengan bahan dan upah kerja saat penelitian.

2) Harga dihitung berdasarkan harga lada kering bulan Desember 2011 untuk Provinsi Lampung.

harga turun, bisa jadi usahatani lada menjadi tidak menguntungkan. Penjelasan ini menunjukkan keberhasilan produksi usahatani lada ditentukan faktor fisik dan non fisik serta harga input dan hasil produksi lada itu sendiri.

(3) Penggunaan bioaktivator dapat dimulai pada saat pembibitan tanamanaik lada di dataran tinggi maupun dataran rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- (1) Pengembangan bioaktivator terbukti dapat menekan serangan *P.capsicii*, yang ditunjukkan oleh kombinasi kompos, zeolite, asam humat dan formula 1 mikroba bioaktivator, sehingga tanaman lada dapat meningkatkan bobot basah dan pertumbuhan tanaman.
- (2) Pengembangan bioaktivator pada dataran rendah lebih efektif dari pada dataran tinggi, bioaktivator mampu menekan tingkat keparahan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada dan meningkatkan produksi lada masing-masin lebih tinggi dari 50 persen dan 30 persen.

DAFTAR PUSTAKA

- Balitro. 2002. The strategy of fertilizer use on black pepper (*Piper nigrum* L.) in Lampung.
- Baon, J.B. Abdoellah, S.Pujiyanto,dan Wibawa, A. 2003. *Pengelolaan kesuburan tanah perkebunan kopi untuk mewujudkan usaha yani yang ramah lingkungan*. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 19: 107-123.
- Brady, N.C.,dan Weil, R.R., 2002. *Kekayaan dan Alam [I] Lahan*. Prentice Hall/Aula Inc, London. pp.378-403.
- Egamberdiyeva, D. 2008. Plant growth promoting properties of rhizobacteria isolated from wheat and pea grown in loamy sand soil. *Turkish J. Biol*32:9-15.
- Hendra, Bonny P.W.S dan Surono. 2009. Optimasi Kompos Bioaktif dengan Penambahan Asam Humat dan Asam

- Fulvat untuk Meningkatkan Ketahanan Tanaman Mentimun terhadap Serangan *Pythium* Sp. Penyebab Penyakit Rebah Kecambah. Seminar Nasional Perlindungan Tanaman 2009. Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Hendra, Jekvy. 2006. Pemanfaatan Kompos dan Zeolit untuk Pengendalian Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Lada. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lamour, K.H., Jupe, and Huitama, E. 2012. Pathogen Profile: The Oomycete broad-host-range pathogen *Phytophthora capsici*. *Molecular Plant Pathology* 13 (4) 329-337.
- Lyon, G. 2007. *Agents that can elicit induced resistance*. In : Dale Walters, Adrian Newton, and Gary Lyon editor. *Induced Resistance for Plant Defence : Sustainable Approach to Crop Protection*. Blackwell Publishing.
- Manohara *et al.* 2005. Penyakit busuk pangkal batang lada dan strategi pengendaliannya. *Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat*. 17:41-51.
- Paul, D., and Sarma Y.R. 2010. Antagonistic effects of metabolites of *Pseudomonas fluorescens* strains on the different growth phases of *Phytophthora capsici*, foot rot pathogen of black pepper (*Piper nigrum*). { 5 Oktober 2010}.
- Sugiyanto, J.B.Baon, dan K.A.Wijaya.2008. Sifat kimia tanah dan serapan hara tanaman kakao akibat bahan organik dan pupuk fosfat yang berbeda. *Pelita Perkebunan. Jurnal penelitian kopi dan kakao* 24 (3):188-204.
- Soetanto, L., 2008 *Pengantar pengendalian hayati tanaman*. Jakarta: Rajawali Press.