

PENGARUH FORMULA FUNGISIDA NABATI MINYAK CENGKEH DAN SERAI WANGI TERHADAP PENYAKIT BUSUK BUAH KAKAO

THE EFFECT OF CLOVE AND CITRONELLA OIL AS BOTANICAL FUNGICIDE FORMULA TO CONTROL BLACK POD DISEASE

* Rita Harni, Efi Taufiq, dan Widi Amaria

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia
* harnibahar@yahoo.com

(Tanggal diterima: 7 Januari 2014, direvisi: 16 Januari 2014, disetujui terbit: 3 Maret 2014)

ABSTRAK

Penyakit utama busuk buah kakao disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* dapat menurunkan hasil 20%-30%. Pengendalian penyakit dengan fungisida nabati saat ini banyak dikembangkan, dengan tujuan mengurangi dampak negatif dari fungisida sintetik. Fungisida nabati yang digunakan adalah minyak cengkeh dan serai wangi karena mudah didapat dan bersifat fungisidal. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh formula fungisida nabati minyak cengkeh dan serai wangi terhadap perkembangan penyakit busuk buah kakao (BBK) yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. Penelitian dilaksanakan di kebun petani Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat, menggunakan rancangan acak kelompok 7 perlakuan, 4 ulangan. Setiap perlakuan diamati 20 buah kakao berukuran 8-10 cm. Perlakuan yang diuji adalah 1) minyak cengkeh+serai wangi, 2) minyak cengkeh+asam salisilat, 3) minyak cengkeh+silikon, 4) serai wangi+asam salisilat, 5) serai wangi+silikon, 6) fungisida sintetik sebagai pembanding, dan 7) kontrol. Larutan formula (5ml/liter) disemprotkan pada buah setiap 2 minggu sekali sampai buah masak atau dipanen. Parameter yang diamati adalah persentase serangan, intensitas serangan, kadar senyawa fenol, dan bobot biji kakao. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula fungisida nabati cengkeh dan serai wangi yang diperkaya dengan asam salisilat dan silikon dapat menekan intensitas serangan penyakit busuk buah kakao sebesar 20,48%-65,62%, tidak berbeda nyata dengan fungisida sintetik (73,15%). Besarnya tingkat penekanan penyakit sejalan dengan kandungan senyawa fenol pada kulit buah kakao. Semakin tinggi kadar fenol pada kulit buah, maka semakin tinggi penekanan penyakit busuk buah kakao. Penggunaan formula fungisida nabati dapat menekan kehilangan produksi kakao 23,94%-43,02%. Formula terbaik dan dapat dianjurkan untuk pengendalian penyakit busuk buah kakao adalah minyak cengkeh+serai wangi, cengkeh+asam salisilat, dan serai wangi+silikon.

Kata Kunci: Kakao, *Phytophthora palmivora*, busuk buah kakao, fungisida nabati

ABSTRACT

Black pod disease caused by *Phytophthora palmivora* is a major disease on cacao crops, which can cause yield losses until 20%-30%. Disease control using botanical fungicide such as the use of clove and citronella oil, which have fungicidal effect, have been developed to reduce the negative impact of synthetic fungicide residues. The objectives of this study was to analyze the effect of clove and citronella oil as botanical fungicide formula on the development of black pod disease and seed weight of cocoa in the field. The study was carried out at farmer's fields in Mamuju District, West Sulawesi using a randomized block design with 4 replications and 7 treatment. In each treatment was observed 20 cacao pods with size 8-10 cm. The treatments were 1) clove + citronella oil, 2) clove oil + salicylic acid, 3) clove oil + silicone, 4) citronella + salicylic acid, 5) citronella + silicone, 6) synthetic fungicides as a comparison treatment, and 7) control. The botanical formula was applied by spraying onto the entire surface of pod with a concentration of 5 ml/litre every 2 weeks. Observations were include the percentage of attacks, intensity of the attack, the levels of phenolic compounds, and seed weight of cacao. The results showed that the formula of botanical fungicide containing clove and citronella oil enriched with salicylic acid and silicon can suppress disease attack of black pod (20.48%-65.62%), which was not significantly different from synthetic fungicide (73.15%). The level of disease suppression in line with phenolic compounds of cocoa husk. In which, high phenolic contents can reduce black pod disease at a higher level. The use of botanical fungicides formula can suppress the yield loss until 23.94% to 43.02%. The best formulas that can be recommended in suppressing intensity of black pod disease were clove oil + citronella, clove oil + salicylic acid, and citronella + silicon.

Keywords: Cacao, *Phytophthora palmivora*, black pod, botanical fungicide

PENDAHULUAN

Busuk buah kakao (BBK) yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* merupakan penyakit penting di pertanaman kakao di seluruh dunia (Guest, 2007; Evans, 2007; Deberdt *et al.*, 2008). Akibat serangan penyakit BBK dapat menurunkan hasil 20% sampai 30%, dan kerugian akan meningkat terutama di daerah dengan curah hujan dan kelembaban yang tinggi (McMahon & Purwantara, 2004). Di Indonesia kerugian akibat penyakit ini dapat mencapai 100% terutama pada saat musim hujan.

Pengendalian penyakit busuk buah kakao yang saat ini dikembangkan adalah penggunaan fungisida nabati karena bersifat ramah lingkungan dan tidak berbahaya bagi kesehatan manusia. Fungisida nabati yang sudah diteliti adalah minyak cengkeh dan serai wangi (Manohara, 1999; Nakahara, Alzoreky, Yoshihashi, Nguyen, & Trakoontivakom, 2003; Nurmansyah, 2010; Supriadi, 2011) karena mudah didapat dan bersifat membunuh patogen (fungisidal). Pemanfaatan fungisida nabati seperti cengkeh dan serai wangi untuk mengendalikan penyakit BBK di laboratorium dan rumah kaca telah dilaporkan oleh Nurmansyah (2010) serta Harni, Amaria, & Supriadi (2013). Penggunaan minyak serai wangi dan fraksi sitronelal untuk mengendalikan *P. palmivora* pada konsentrasi 750 ppm, minyak serai wangi mampu menghambat pertumbuhan diameter koloni *P. palmivora* 75,95% dan biomassa koloni 82,61%. Sedangkan fraksi sitronellal pada konsentrasi yang sama mampu menghambat pertumbuhan diameter dan biomassa koloni masing-masing 78,88% dan 88,41% (Nurmansyah, 2010). Selanjutnya minyak cengkeh dan serai wangi telah diformulasi dengan menambahkan senyawa penginduksi ketahanan tanaman seperti asam salisilat dan silikon. Formula tersebut telah diuji oleh Harni *et al.* (2013) pada tingkat laboratorium dan rumah kaca terhadap *P. palmivora* asal kakao. Hasil penelitian menunjukkan formula minyak cengkeh dan serai wangi yang ditambah asam salisilat dan silikon dapat menghambat pertumbuhan *P. palmivora* 65-100% dan 66,25% pada bibit kakao di rumah kaca. Untuk mengetahui keefektifan dari formula tersebut perlu dilakukan pengujian di lapangan di daerah endemik penyakit busuk buah kakao.

Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh formula fungisida nabati minyak cengkeh dan serai wangi terhadap perkembangan penyakit busuk buah kakao (BBK) yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juli sampai November 2012 pada perkebunan kakao rakyat di Desa Bebanga, Kecamatan Kaluku, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat dengan ketinggian 50 m di atas permukaan laut.

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan formula adalah minyak cengkeh, serai wangi, asam salisilat dan silikon. Ke dalam formula yang diuji ditambahkan bahan pembawa, pengemulsi dan perekat sehingga diperoleh formula siap pakai dalam bentuk emulsi (EC). Formula yang diuji pada penelitian adalah: (1) minyak cengkeh + serai wangi, (2) minyak cengkeh + asam salisilat, (3) minyak cengkeh + silikon, (4) serai wangi + asam salisilat, (5) serai wangi + silikon, (6) fungisida sintetik sebagai pembanding, dan (7) kontrol.

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok 7 perlakuan dengan 4 ulangan, masing-masing perlakuan diamati 20 buah kakao yang berukuran 8-10 cm. Formula diaplikasikan dengan cara menyemprot semua bagian tanaman (terutama buah yang diamati) dengan konsentrasi formula 5 ml/liter. Aplikasi formula dilakukan setiap 2 minggu sampai buah masak atau dipanen. Pengamatan dilakukan terhadap gejala serangan, persentase serangan, intensitas serangan, kadar senyawa fenol, dan bobot biji kakao diakhir pengamatan. Pengamatan persentase serangan dengan menggunakan rumus (Strange, 2003):

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

Keterangan:

P = persentase serangan

n = jumlah buah yang terserang

N = jumlah semua buah yang diamati

Pengamatan intensitas serangan penyakit dilakukan pada setiap pohon dengan menghitung jumlah yang terserang berdasarkan gejala pada buah dengan rumus (Strange, 2003):

$$I = \frac{\sum(n_i \times v_i)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan :

I = intensitas serangan

n_i = jumlah buah pada setiap kategori serangan

v_i = nilai skala dari setiap kategori serangan

Z = nilai skala dari kategori serangan tertinggi

N = jumlah buah yang diamati.

Pemberian skoring pada buah yang diamati, dengan menggunakan nilai skala sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai skala berdasarkan tingkat kerusakan buah kakao

Table 1. Scale values based on cocoa pod damage level

Nilai skala	Tingkat kerusakan buah (%)
0	0
1	1 – 25
2	26 – 50
3	51 – 75
4	76 – 100

Sumber/Source: (Asaad, Lologau, Nurjanani, & Warda, 2010)

Teknik budidaya disesuaikan dengan teknik budidaya petani, pemangkasan setiap 3 bulan dan pemupukan setiap 6 bulan dengan pupuk organik.

Pengukuran senyawa fenol dalam buah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh senyawa silikon dan asam salisilat yang berhubungan dengan induksi ketahanan tanaman. Proses penyiapan bahan untuk analisis fenol dan cara analisisnya mengikuti metode Hamilton & Sewel 1981 cited in Mustika, Nuryani, & Harni (2002). Sebanyak satu gram pod kakao diekstraksi dengan larutan acetat 1% dalam 10 ml metanol 70%, kemudian dimasukkan ke dalam homogenizer. Ekstrak disaring dengan kertas saring Whatman 40, kemudian disuntikkan ke dalam HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Analisis

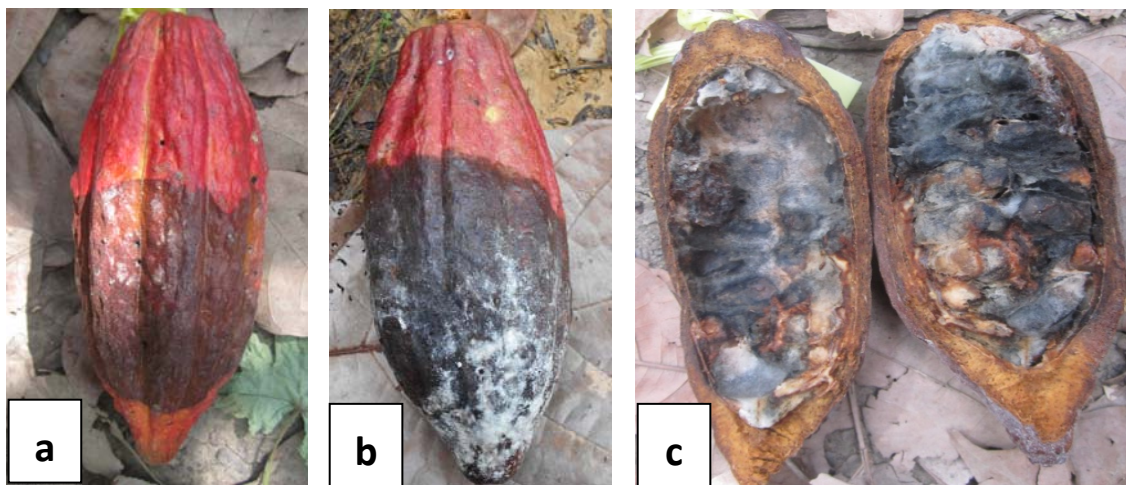
dilaksanakan di Balai Besar Pascapanen, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala, Persentase, dan Intensitas Serangan

Gejala serangan penyakit busuk buah yang ditemukan pada kakao di lapangan adalah bercak berwarna coklat kehitaman, gejala berkembang seiring bertambahnya umur buah. Warna coklat kehitaman menunjukkan jaringan buah yang busuk akibat infeksi *P. palmivora*. Pada kondisi yang sesuai pembusukan meluas dengan cepat ke seluruh bagian buah sehingga buah menjadi hitam dan membusuk. Apabila buah yang berwarna coklat kehitaman tersebut dibuka maka akan terlihat daging buah membusuk dan berwarna hitam, serta seluruh biji kakao menjadi rusak (Gambar 1).

Hasil pengamatan terhadap kondisi lingkungan di tempat penelitian adalah suhu udara berkisar 25-32 °C dengan kelembaban udara relatif (RH) 78-80%. Lingkungan seperti tersebut sangat mendukung perkembangan *P. palmivora* patogen penyebab busuk buah. Patogen *P. palmivora* tumbuh baik pada suhu 25-30 °C, dan kelembaban relatif (RH) 80%, dan pembentukan sporangia pada suhu >20 °C (Erwin & Ribeiro, 1996; Drenth & Sendall, 2004).



(Foto/picture: Rita Harni)

Gambar 1. Gejala serangan busuk buah kakao: (a) gejala awal, bercak coklat kehitaman, (b) gejala lanjut, seluruh daging buah berwarna coklat kehitaman dan permukaannya ditumbuhi hifa jamur, dan (c) biji membusuk

Figure 1. The symptoms of black pod disease: (a) early symptom shown by dark brown spots, (b) advanced symptom, whole pod is dark brown and the entire surface covered by fungal hyphae, and (c) seed rot

Tabel 2. Pengaruh formula fungisida nabati minyak cengkeh dan serai wangi terhadap persentase dan intensitas serangan penyakit busuk buah kakao di lapangan

Table 2. Effect of botanical fungicide formulas containing clove and citronella oil on the percentage and intensity of black pod disease in the field

No.	Perlakuan	Persentase serangan (%)	Intensitas serangan (%)	Penekanan intensitas serangan (%)
1	Cengkeh + serai wangi	12,50 bc	10,00 c	65,62
2	Cengkeh + asam salisilat	12,50 bc	10,63 c	63,45
3	Cengkeh + silikon	23,75 ab	23,13 ab	20,49
4	Serai wangi + asam salisilat	17,50 bc	13,44 bc	53,79
5	Serai wangi + silikon	11,25 bc	10,63 c	63,45
6	Fungisida sintetik	10,06 c	7,81 c	73,15
7	Kontrol (tanpa perlakuan)	33,75 a	29,09 a	-

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji Tukey 5%

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different based on Tukey test of 5 % level

Pengaruh formula fungisida nabati terhadap persentase serangan penyakit busuk buah kakao berpengaruh sangat nyata dibandingkan dengan kontrol kecuali untuk formula cengkeh + silikon (Tabel 2). Persentase serangan penyakit tertinggi pada perlakuan kontrol, yaitu 33,75% dan terendah pada perlakuan fungisida sintetik, yaitu 10% tidak berbeda nyata dengan perlakuan serai wangi + silikon (11,25%), cengkeh + asam salisilat, cengkeh + serai wangi masing-masing 12,50% dan serai wangi + asam salisilat, yaitu 17,50%.

Pengaruh formula fungisida nabati minyak cengkeh dan serai wangi terhadap intensitas serangan penyakit busuk buah di lapangan sangat bervariasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan formula pestisida nabati dapat menghambat intensitas penyakit busuk buah dibanding kontrol. Intensitas penyakit busuk buah terendah pada perlakuan formula cengkeh + serai wangi tidak berbeda nyata dengan formula cengkeh + asam salisilat, serai wangi + silikon, dan serai wangi + asam salisilat berturut-turut, yaitu 10,00%; 10,63%; 10,63%; dan 13,44%. Jika dibandingkan dengan fungisida sintetik perlakuan formula cengkeh dan serai wangi pengaruhnya sama dalam menekan intensitas serangan penyakit busuk buah kakao, yaitu 7,81%, sedangkan intensitas serangan penyakit busuk buah kakao tertinggi pada perlakuan kontrol, yaitu 29,69% (Tabel 2).

Penekanan intensitas serangan penyakit busuk buah kakao oleh formula fungisida nabati cengkeh dan serai wangi disebabkan oleh senyawa yang terdapat dalam cengkeh dan serai wangi yang bersifat fungisidal (Nurmansyah, 2010; Campaniello, 2010). Cengkeh mengandung monoterpen, eugenol, sinamaldehyd, dan timol, aktifitas senyawa fenol pada bahan-bahan tersebut bersifat anti jamur (Giordani, Hadeh, & Kaloustian, 2008). Mekanisme senyawa fenol menekan jamur dengan merusak dinding sel, deformasi bentuk morfologi hifa dan konidia *Bevilacqua, Corbo, & Sinigaglia (2008)*, di samping itu senyawa fenol

menginaktifkan enzim dan protein dari jamur, sehingga jamur tidak dapat berkembang dengan baik.

Penekanan intensitas serangan penyakit busuk buah kakao oleh formula yang diuji berkisar 22,09%-66,63%. Penekanan tertinggi pada formula minyak cengkeh + serai wangi, cengkeh + asam salisilat dan serai wangi + silikon, yaitu 65,62%; 63,45%; dan 63,45%, tidak berbeda nyata dengan fungisida sintetik, yaitu 73,15%. Dari data ini dapat kita simpulkan bahwa penggunaan pestisida nabati dari cengkeh dan serai wangi dapat digunakan untuk pengendalian penyakit busuk buah sehingga dapat menggantikan fungisida sintetik yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan.

Penambahan asam salisilat pada formula minyak cengkeh lebih efektif bila dibandingkan dengan penambahan silikon. Intensitas serangan penyakit busuk buah kakao pada perlakuan cengkeh + asam salisilat, yaitu 10,63% berbeda nyata dengan formula cengkeh + silikon 23,13% (Tabel 2). Hal yang sama juga terjadi terhadap persentase serangan penyakit (Tabel 2). Hal ini diduga karena penambahan asam salisilat pada minyak cengkeh bersifat sinergisme sehingga tidak saling menghambat mekanisme kerja dari masing-masing bahan dalam menekan pertumbuhan dan perkembangan dari *P. palmivora*. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Harni *et al.* (2013) bahwa formula cengkeh + asam salisilat dapat menekan pertumbuhan *P. palmivora* 100% *in vitro*, 65,2% pada buah dan 66,25% pada bibit kakao. Asam salisilat berperan penting sebagai molekul signal dari beberapa respon ketahanan tanaman. Hammerschmidt & Becker (1999) dan Vallard & Goodman (2004) melaporkan bahwa asam salisilat menginduksi ketahanan melalui lintasan *systemic acquired resistance (SAR)* dengan mengaktifkan gen ketahanan. Beberapa peneliti telah memanfaatkan asam salisilat untuk mengendalikan jamur patogen seperti Mostafa & Gado (2007) menggunakannya untuk mengendalikan *Phytophthora infestans* pada kentang, Hadi & Balali (2010) untuk mengendalikan *Rizoctonia solani*.

Berbeda dengan asam salisilat, penambahan silikon pada formula cengkeh tidak memberikan efek yang besar dalam mengendalikan *P. palmivora* pada buah kakao. Hal ini diduga karena tidak sinergisnya campuran silikon dengan cengkeh atau dosis silikon yang terlalu rendah, atau cara aplikasi yang belum tepat. Walaupun Kaiser *et al.* (2005) melaporkan bahwa penggunaan silikon dengan dosis 5% terhadap *Phytophthora cinnamomi* dapat menekan pertumbuhan jamur 100% *in vitro*. Selanjutnya Bekker, Kaiser, & Labuschagne (2005) menggunakan silikon untuk mengendalikan *P. cinnamomi* penyebab busuk akar pada tanaman alpokat yang diaplikasikan melalui tanah.

Pada formula serai wangi, penambahan silikon memberikan pengaruh yang lebih baik dibanding dengan cengkeh + silikon dalam menekan intensitas penyakit busuk buah kakao (Tabel 2). Hal ini mungkin disebabkan campuran antara serai wangi dan silikon bersifat sinergis sehingga pengaruhnya dalam menekan pertumbuhan *P. palmivora* saling melengkapi. Silikon merupakan unsur mikro yang dapat digunakan untuk pengendalian penyakit tanaman. Mekanisme kerja silikon dalam mengendalikan penyakit adalah sebagai

penghalang mekanik (mencegah penetrasi jamur) karena silikon terakumulasi pada dinding sel inang dan memicu produksi senyawa anti jamur seperti fitoaleksin, senyawa kitinase, fenol dan PR protein.

Kadar Senyawa Fenol

Hasil analisis senyawa fenol pada kulit buah kakao menunjukkan bahwa kandungan fenol dalam kulit buah kakao pada perlakuan formula cengkeh + asam salisilat paling tinggi (224,45 ppm), empat kali lipat lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol, diikuti oleh perlakuan formula cengkeh + serai wangi, yaitu 128,62 ppm (Tabel 3). Analisis kandungan senyawa fenol pada kedua perlakuan fungisida tersebut memberikan hasil yang sejalan dengan intensitas penyakit busuk buah, semakin tinggi kandungan fenol semakin rendah intensitas serangan penyakit (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan bahwa formula yang diuji di samping menekan perkembangan patogen juga menginduksi ketahanan tanaman karena peningkatan kandungan senyawa fenol yang merupakan salah satu indikator terinduksinya ketahanan tanaman.

Tabel 3. Pengaruh beberapa formula fungisida nabati mengandung cengkeh, serai wangi, asam salisilat dan silikon terhadap kadar senyawa fenol pada kulit buah kakao

Table 3. Effect of botanical fungicide formula containing clove, citronella, salicylic acid, and silicon to the phenolic compounds of cacao pod husk

No.	Perlakuan	Kadar senyawa fenol (ppm)
1	Cengkeh + serai wangi	128,62
2	Cengkeh + asam salisilat	224,45
3	Cengkeh + silikon	85,78
4	Serai wangi + asam salisilat	45,35
5	Serai wangi + silikon	78,59
6	Fungisida sintetik	*
7	Kontrol (tanpa perlakuan)	50,38

Keterangan : * tidak dianalisis

Note : * not analyzed

Tabel 4. Pengaruh beberapa formula fungisida nabati mengandung cengkeh, serai wangi, asam salisilat dan silikon terhadap bobot basah biji kakao dan penekanan kehilangan hasil

Table 4. Effect of botanical fungicide formula containing clove, citronella, salicylic acid, and silicon to the wet weight of cacao seed and suppression of yield loss

No.	Perlakuan	Bobot basah biji per buah (g)	Penekanan kehilangan hasil (%)
1	Cengkeh + serai wangi	96,05 ab	33,6
2	Cengkeh + asam salisilat	95,75 ab	33,5
3	Cengkeh + silikon	83,77 bc	23,9
4	Serai wangi + asam salisilat	105,76 a	41,0
5	Serai wangi + silikon	110,58 a	43,6
6	Fungisida sintetik	102,63 a	39,2
7	Kontrol (tanpa perlakuan)	63,71 c	-

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji Tukey 5%

Notes : The numbers followed by the same letters in each column are not significantly different based on Tukey test of 5 % level

Bobot Basah Biji

Perlakuan formula fungisida nabati cengkeh dan serai wangi terhadap bobot basah biji kakao berpengaruh sangat nyata dibandingkan dengan kontrol. Bobot basah biji per buah pada perlakuan formula serai wangi + silikon, yaitu 110,58 g tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan (serai wangi + asam salisilat, cengkeh + serai wangi, cengkeh + asam salisilat, dan fungisida sintetik), kecuali formula cengkeh dan kontrol, yaitu 83,77 dan 63,71 g (Tabel 4). Rendahnya bobot basah biji kakao pada perlakuan kontrol disebabkan oleh infeksi *P. palmivora* yang menyebabkan biji rusak dan membusuk sehingga tidak dapat dipanen. Penekanan kehilangan hasil akibat infeksi *P. palmivora* berkisar 23,9%-43,6% (Tabel 4). Penekanan tertinggi pada serai wangi + silikon, yaitu 43,6 %.

KESIMPULAN

Formula fungisida nabati minyak cengkeh dan serai wangi yang diperkaya dengan asam salisilat dan silikon dapat menekan intensitas penyakit busuk buah kakao sebesar 20,48%-65,62%. Besarnya penekanan tersebut tidak berbeda nyata dengan penekanan akibat penggunaan fungisida sintetik (73,15%). Besarnya tingkat penekanan penyakit sejalan dengan kandungan senyawa fenol pada kuit buah kakao, semakin tinggi kadar fenolnya pada buah maka semakin tinggi penekanan penyakit. Penggunaan formula fungisida nabati dapat menekan kehilangan hasil kakao 23,94-43,02%. Formula terbaik dan dapat dianjurkan untuk pengendalian penyakit busuk buah kakao adalah minyak cengkeh+serai wangi, cengkeh+asam salisilat, dan serai wangi+silikon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Proyek Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perakayasa Kementerian Riset dan Teknologi dan Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian tahun 2012 yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada H. Abdul Malik dan kawan-kawan telah membantu melaksanakan dan menyediakan saranan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Asaad, M., Lologau, B. A., Nurjanani, & Warda. (2010). *Kajian pengendalian penyakit busuk buah kakao, Phytophthora sp. menggunakan Trichoderma dan kombinasinya dengan penyarungan buah*. Makassar: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan.
- Bekker, T. F., Kaiser, C., & Labuschagne, N. (2005). Efficacy of water soluble silicon against *Phytophthora cinnamomi* root rot of avocado: A Progress Report. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 29, 58-62.
- Bevilacqua, A., Corbo, M. R., & Sinigaglia, M. (2008). Inhibition of *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores by natural compounds. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 43, 1271-1275.
- Campaniello, D., Rosaria, C. M., & Milena, S. (2010). Antifungal activity of eugenol against *Penicillium*, *Aspergillus*, and *Fusarium* species. *Journal of Food Protection*, 73(6), 1124-1128.
- Deberdt, P., Mfegue, C. V., Tondje, P. R., Bon, M. C., Ducamp, M., Hurard, C., Begoude, B. A. D., Ndoumbe-Nkeng, M., Hebbar, P. K., & Cilas, C. (2008). Impact of environmental factors, chemical fungicide and biological control on cacao pod production dynamics and black pod disease (*Phytophthora megakarya*) in Cameroon. *Biological Control*, 44, 149-159.
- Drenth A., & Sendall, B. (2004). Economic impact of *Phytophthora* diseases in southeast asia. In Drenth, A. & Guest, D. I. (Eds.), *Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia* (pp. 10-18). ACIAR Monograph.
- Erwin, D. C., & Ribeiro, O. K. (1996). *Phytophthora Diseases Worldwide*. Minnesota: APS Press The American Phytopathological Society.
- Evans, H. C. (2007). Cacao diseases-the trilogy revisited. *Phytopathology*, 97, 1640-1643.
- Giordani, R., Hadeif, Y., & Kaloustian, J. (2008). Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. *Fitoterapia*, 79, 199-203.
- Guest, D. (2007). Black pod: Diverse pathogens with a global impact on cocoa yield. *Phytopathology*, 97, 1650-1653.
- Hadi, M. R., & Balali, G. R. (2010). The effect of salicylic acid on the reduction of *Rhizoctonia solani* damage in the tubers of Marfona potato cultivar. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 7(4), 492-496.
- Harni, R., Amaria, W., & Supriadi. (2013). Keefektifan beberapa formula fungisida nabati eugenol dan sitronella terhadap *Phytophthora palmivora* Bult. asal kakao. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(1), 11-18.
- Hammerschmidt, R., & Becker, J.A.S. (1999). *The role of salicylic acid in disease resistance*. St.Paul-Minesota: APS Press.
- Kaiser, C., Vander Merwe, R., Bekker, T. F., & Labuschagne, N. (2005). In-vitro inhibition of mycelial growth of several phytopathogenic fungi, including *Phytophthora cinnamomi* by soluble silicon. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 28, 70-74.

- Manohara, D. (1999). Potensi tanaman rempah dan obat sebagai pengendali jamur *Phytophthora capsici*. *Prosiding Forum Komunikasi Ilmiah Pemanfaatan pestisida Nabati*. Bogor, 9-10 November 1999.
- McMahon, P. & Purwantara, A. (2004). *Phytophthora* on cocoa. In Drenth A. & Guest D.I. (Eds.), *Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia* (pp. 104–115). ACIAR Monograph No. 114.
- Mostafa, M. H., & Gado, E. A. M. (2007). Inducing resistance in potato plants against late blight disease in relation to elicitation of phytoalexins. *Egypt. J. Phytopathol.*, 35(2), 11-22.
- Mustika I, Nuryani Y, dan Harni, R. 2002. Pengaruh suhu terhadap pertumbuhan nilam (*Pogostemon* spp.) dan kemungkinan ketahanannya terhadap *Pratylenchus brachyurus*. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, XIII(1), 1–10.
- Nakahara, K., Alzoreky, N. S., Yoshihashi, T., Nguyen, H. T. T, & Trakoontivakom, G. (2003). Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Cymbopogon nardus*. *JARQ*, 37(4), 249-252.
- Nurmansyah. (2010). Efektivitas minyak serai wangi dan fraksi sitronella terhadap pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao. *Bul. Litro.*, 21(1), 43-52.
- Pawirosoemardjo, S. dan Purwantara A. (1992). Laju infeksi dan intensitas serangan *Phytophthora palmivora* pada buah dan batang beberapa varietas kakao. *Menara Perkebunan*, 60(2), 62-72.
- Purwantara, A. (1992). Perkembangan penyakit busuk buah dan kanker batang pada kakao akibat serangan *Phytophthora palmivora*. *Menara Perkebunan*, 60, 78-84.
- Strange, R. N. (2003). *Introduction to Plant Pathology*. New York (US): John Wiley and Sons Ltd.
- Sukamto, S. (2003). Pengendalian secara hayati penyakit busuk buah kakao dengan jamur antagonis *Trichoderma harzianum*. *Paper presented at Seminar Ilmiah dan Kongres Nasional PFI XVI*. Bandung, 6-8 Agustus 2003.
- Supriadi. (2011). *Perkembangan teknologi pengendalian penggerek buah kakao (PBK)*. Kajian Literatur untuk Strategi Pengendalian PBK. *Paper presented at Pembinaan PBTP Sulawesi Tengah* 6-11 September 2011.
- Vallard, G. E., & Goodman, R. M. (2004). Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. *Crop Sci.*, 44, 1920-1934.

