

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 7, Nomor 3, November 2020

**EFEKTIVITAS NANOEMULSI MINYAK SERAI WANGI TERHADAP
Phytophthora palmivora Butl. PATOGEN BUSUK BUAH KAKAO**

**EFFECTIVENESS OF CITRONELLA OIL NANOEMULSION ON
Phytophthora palmivora Butl. BLACK POD PATHOGEN**

* Rita Harni¹⁾, Khaerati¹⁾, Rita Noveriza²⁾, Sri Yuliani³⁾

¹⁾ **Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar**

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

²⁾ **Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat**

Jalan Tentara Pelajar No. 3, Cimanggu, Bogor 16111 Indonesia

³⁾ **Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian**

Jalan Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor 16111 Indonesia

* rita_harni@yahoo.co.id

(Tanggal diterima: 25 Mei 2020, direvisi: 17 Juli 2020, disetujui terbit: 20 September 2020)

ABSTRAK

Penyakit busuk buah yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* merupakan penyakit utama pada tanaman kakao di seluruh dunia. Pengendalian *P. palmivora* dapat menggunakan minyak serai wangi karena mengandung bahan aktif sitronella dan geraniol yang bersifat fungisidal. Bahan aktif dari minyak serai wangi mudah menguap sehingga dapat menurunkan keefektifannya. Stabilitas minyak serai wangi dapat ditingkatkan dengan menggunakan teknologi nano. Tujuan penelitian adalah menganalisis efektivitas formula nanoemulsi minyak serai wangi terhadap *Phytophthora palmivora* patogen busuk buah kakao. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Nanoteknologi Balai Besar Pascapanen, Bogor dan Laboratorium Proteksi Tanaman Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, mulai bulan Januari sampai Desember 2015. Formula nanoemulsi minyak serai wangi dibuat secara difusi spontan dan inversi dengan menambahkan pengemulsi Tween 80. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 6 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuannya adalah formula nanoemulsi minyak serai wangi (F1, F2, F3, F4, F5) dan kontrol. Konsentrasi formula yang diuji adalah 0,50% pada percobaan *in vitro* dan 1,00% pada buah kakao. Peubah yang diamati adalah daya hambat formula, *bioassay*, konsentrasi, dan daya hambat pada buah kakao. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula nanoemulsi minyak serai wangi dapat menghambat pertumbuhan *P. palmivora* dengan daya hambat 23,11%–77,78% dibandingkan dengan kontrol. Formula terbaik adalah F5 dengan daya hambat 77,78% *in vitro* dan 31,60% pada buah kakao. Aktivitas nanoemulsi minyak serai wangi memengaruhi laju pertumbuhan jamur, bobot segar dan kering jamur. Untuk aplikasinya pada buah kakao perlu menaikkan konsentrasi agar keefektifannya lebih meningkat.

Kata kunci: Anti jamur; formula; geraniol; nanoteknologi; sitronella

ABSTRACT

Black pod disease caused by *Phytophthora palmivora* is a significant disease on cocoa crops worldwide. Citronella and geraniol are two dominant substances of citronella oil that have fungicidal activity, which is potentially used to control black pod disease. However, those two substances are relatively unstable form volatile. To improve stability can be done using nanotechnology. The study aimed to analyze the effectiveness of citronella-oil-nanoemulsions formulas on the growth of *P. palmivora* in vitro and on cocoa pods. Eight nano formulas were prepared at the Postharvest Center in Bogor; however, the effectiveness was conducted at the Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute in Sukabumi. The nano formula was prepared following spontaneous, simultaneous, and inversion methods. The experiments were designed in a completely randomized design, with five replications. Eight treatments were evaluated, i.e., the inversion formulas (F1, F2, F5 & F7), spontaneous (F3, F6 & F8), and simultaneous (F4). Two concentration levels of the formula were tested, i.e., 0.5% for in vitro and 1.0% in cacao pods. The variables observed were the inhibition rate of formula, bioassay, concentration, and inhibition rate on cacao pods. The nanoemulsion formulas of citronella oil could inhibit 23.13%–77.78% of the growth of *P. palmivora*. Formula F5 was the best, which inhibited 77.78% growth in vitro and 31.60% in cacao pods. The nanoemulsions of citronella oil affected the growth rate, fresh weight, and dry weight of *P. palmivora*. For better effectiveness of the formula on cocoa pods, the concentration should be increased.

Keywords: Antifungal; citronella; formula; geraniol; nanotechnology

PENDAHULUAN

Salah satu kendala dalam budidaya tanaman kakao adalah serangan *Phytophthora palmivora*. Patogen ini penyebab penyakit busuk buah, kanker batang, dan hawar bibit pada tanaman kakao. Di Indonesia kerugian akibat penyakit ini cukup tinggi terutama pada saat musim hujan. Serangan *P. palmivora* dapat menurunkan hasil 20%–40% dan kerugian akan meningkat terutama di daerah dengan curah hujan dan kelembaban yang tinggi (Harni, Amaria, & Supriadi, 2013; Harni, Taufiq, & Amaria, 2014)

Serai wangi merupakan tanaman atsiri yang mengandung bahan aktif sitronella, geraniol, dan sitronelol yang bersifat fungisida terhadap jamur patogen (Nakahara *et al.*, 2003). Penggunaan minyak serai wangi untuk mengendalikan *P. palmivora* telah dilaporkan oleh Nurmansyah (2010), Harni *et al.* (2013) dan Harni *et al.* (2014). Nurmansyah (2010) menggunakan minyak serai wangi dan fraksi sitronella untuk mengendalikan *P. palmivora*. Minyak serai wangi pada konsentrasi 750 ppm mampu menghambat pertumbuhan diameter koloni *P. palmivora* 75,95% dan biomassa koloni 82,61%. Sedangkan fraksi sitronella pada konsentrasi yang sama mampu menghambat pertumbuhan diameter dan biomassa koloni, masing-masing 78,88% dan 88,41%. Selanjutnya Harni *et al.* (2013) menggunakan minyak serai wangi yang telah diformulasi dengan menambahkan senyawa penginduksi ketahanan tanaman seperti asam salisilat dan silicon. Hasil penelitian minyak serai wangi dapat menghambat *P. palmivora* 65%–100% di laboratorium, 66,25% pada bibit kakao di rumah kaca, dan menekan intensitas penyakit busuk buah kakao di lapangan 20,48%–65,62% (Harni *et al.*, 2014).

Kelemahan dari fungisida nabati minyak serai wangi adalah mudah menguap dan tidak stabil sehingga keefektifannya menurun. Salah satu teknologi untuk meningkatkan stabilitas senyawa aktif dan melindunginya dari pengaruh lingkungan adalah dengan teknologi nanoemulsi. Nanoemulsi adalah sistem emulsi yang tembus cahaya dengan ukuran partikel 50–500 nm dan merupakan dispersi minyak air yang distabilkan oleh lapisan film dari surfaktan atau molekul surfaktan (Mason, Wilking, Meleson, Chang, & Graves, 2006; Shakeel *et al.*, 2008). Ukuran partikel nanoemulsi yang kecil dapat meningkatkan mekanisme absorpsi seluler pasif yang dapat mengurangi resistensi transfer massa dan meningkatkan aktivitas antimikroba. Peningkatan aktivitas antimikroba tergantung pada formulasi dan ukuran sistem penghantar serta jenis mikroba (Agustinisari, Purwani, Harimurti, & Yuliani, 2014). Keberhasilan teknologi nanofungisida lebih tinggi dengan penggunaan dosis yang rendah, karena nanopartikel lebih reaktif dan bioaktif, sehingga dapat mengurangi cukup banyak penggunaan bahan baku fungisida, risiko beracun bagi tanaman (fitotoksit), dan residu pada tanaman (Kumar, Natarajan, & Nakkeeran, 2016).

Penggunaan nanoemulsi dari minyak tanaman sebagai pengendali patogen telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. Agustinisari *et al.* (2014) telah menggunakan formula nanoemulsi 15% minyak biji pala ditambah 20% surfaktan memberikan efek penghambatan terbaik pada *Escherichia coli*, *Saccharomyces cereviceae*, dan *Staphylococcus aureus*. Selanjutnya Sharma *et al.* (2018) menggunakan nanoemulsi minyak cengkeh dan serai wangi terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, dan hasil penelitiannya dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* sampai 70,60%. Gaber & Edris (2019) menguji nanoemulsi

serai wangi terhadap beberapa patogen seperti *Pestalotia longisetula*, *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina phaseolina*, dan *Alternaria raphani*. Selanjutnya Noveriza, Mariana, & Yuliani (2017) melaporkan bahwa penggunaan formula nanoemulsi serai wangi terhadap *Potyvirus* patogen penyakit mosaik pada nilam dengan dosis 1%–1,5% dapat menekan persentase serangan *Potyvirus* hingga 82,5%. Penelitian ini bertujuan mengetahui efektivitas nanoemulsi minyak serai wangi terhadap *Phytophthora palmivora* patogen busuk buah kakao.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Nanoteknologi Balai Besar Pascapanen, Bogor dan Laboratorium Proteksi Tanaman Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, mulai bulan Januari sampai Desember 2015.

Pembuatan Nanoemulsi Minyak Serai Wangi

Pembuatan nanoemulsi dilakukan melalui proses nanoemulsifikasi menggunakan energi rendah dengan mekanisme difusi spontan dan inversi (Yuliani & Noveriza, 2016). Nanoemulsi dibentuk dengan penambahan emulsifier yang mengandung Tween 80 (Tabel 1). Nanoemulsi yang diperoleh disimpan dalam botol gelas untuk digunakan lebih lanjut. Pembuatan nanoemulsi minyak serai wangi dilakukan di Laboratorium Nanoteknologi Balai Besar Pascapanen, Bogor.

Isolasi *Phytophthora palmivora*

P. palmivora diisolasi dari buah kakao yang sakit dengan cara menumbuhkannya pada media *water agar* (WA) 2%. Caranya, permukaan buah kakao yang sakit disterilisasi permukaannya menggunakan alkohol 70%, kemudian bagian luar dari kulit buah kakao dibuang dengan menggunakan pisau steril. Pada perbatasan antara jaringan yang sakit dan yang sehat diambil 0,5 cm daging buah kakao kemudian ditanam ke dalam media WA dan diinkubasi selama 3 hari. Setelah 3 hari akan

tumbuh jamur di sekitar jaringan, lalu dilihat di bawah mikroskop. Apabila di bawah mikroskop terlihat sporangia dari *P. Palmivora* maka pada agar ditandai menggunakan tinta, kemudian dipindahkan ke media potato dektrosa agar (PDA = 200 g kentang, 20 g dekstrosa, 20 g agar), diinkubasi pada suhu kamar (Harni *et al.*, 2013). Setelah tumbuh, dimurnikan dan dibiakkan pada PDA sampai diperoleh biakan murni.

Uji Daya Hambat Formula Nanoemulsi Serai Wangi

Pengujian daya hambat nanoemulsi minyak serai wangi dilakukan dengan metode peracunan media. Sebelum pengujian formula nanoemulsi, terlebih dahulu disediakan media PDA yang telah disterilisasi menggunakan *autoclave*. Media PDA (10 ml) dituang ke dalam cawan petri, selanjutnya ditambahkan dengan 1 ml formula nanoemulsi minyak serai wangi (konsentrasi 0,50% v/v) dan diaduk sampai tercampur rata. Selanjutnya, media yang telah mengandung nanoemulsi minyak serai wangi dibiarkan sampai mengeras. Setelah agar mengeras, dilakukan inokulasi jamur dengan cara meletakkan *funggal mat* (yang telah dipotong dengan *corkbore* steril ukuran diameter 5 mm) di tengah-tengah medium yang telah diperlakukan, kemudian diinkubasikan pada suhu 28°C selama 7 hari. Pada kontrol, media PDA tidak diperlakukan dengan formula nanoemulsi. Percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 5 ulangan. Pengamatan dilakukan setiap hari terhadap diameter pertumbuhan isolat *P. palmivora* sampai diameter pertumbuhan jamur pada perlakuan kontrol telah memenuhi permukaan cawan petri (7 hari). Daya hambat formula yang diuji terhadap *P. palmivora* dihitung dengan rumus:

$$\text{Daya hambat} = \frac{K - P}{K} \times 100\%$$

K= diameter koloni jamur pada perlakuan kontrol

P= diameter koloni jamur pada perlakuan yang diuji

Tabel 1. Formula nanoemulsi minyak serai wangi yang diuji
Table 1. The tested formulas of citronella oil nanoemulsion

Kode formula	Metode formulasi	Sitronella (%)	Geraniol (%)
F1	Inversi S8 T80 2	1,33	8,67
F2	Inversi T80 2.5B	1,24	8,82
F3	Spontan T80 2.5B	1,27	8,71
F4	Simultan 50% emulsifier	1,29	8,73
F5	Inversi 50% emulsifier	1,30	8,70
F6	Spontan S5T3B42	1,22	8,66
F7	Inversi S5T3B42	1,27	8,75
F8	Spontan S5T3.5B41.5	1,24	8,73

Keterangan : Formula F6, F7, dan F8 pada proses pembuatan terkontaminasi bakteri

Notes : Formula F6, F7, and F8 in the manufacturing process are contaminated with bacteria

Uji Penekanan Biomassa Koloni

Uji penekanan biomassa koloni (*bioassay*) dilakukan menggunakan medium cair *potato dekstrosa broth* (PDB). Medium PDB (100 ml) dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian disterilkan dalam *autoclave*. Setelah steril, medium didinginkan dan dimasukkan formula nanoemulsi minyak serai wangi sesuai perlakuan dengan konsentrasi 0,50%. Selanjutnya *P. palmivora* yang telah dipotong dengan *corkborer* steril diameter 5 mm diinokulasikan ke dalam medium. Biakan diinkubasikan pada suhu 25°C sambil digoyang selama 7 hari dengan kecepatan 150 rpm. Setelah 7 hari koloni jamur yang tumbuh diambil dan ditimbang bobot segarnya, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 48 jam, selanjutnya ditimbang bobot keringnya (Harni *et al.*, 2013).

Uji Konsentrasi Formula Nanoemulsi Minyak Serai Wangi terhadap *P. palmivora*

Formula nanoemulsi minyak serai wangi terbaik dari hasil percobaan uji daya hambat dan penekanan biomassa selanjutnya dicari konsentrasi yang optimum untuk mengendalikan patogen *P. palmivora*. Konsentrasi yang diuji adalah 0,20%, 0,40%, 0,60%, 0,80%, 1,00%, dan kontrol. Metode percobaan sama dengan percobaan *in vitro* menggunakan metode peracunan medium. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan *P. palmivora* dan daya hambat formula terhadap pertumbuhan jamur.

Uji Nanoemulsi Minyak Serai Wangi terhadap *P. palmivora* pada Buah Kakao

Buah kakao yang digunakan adalah buah yang sehat berukuran ± 15 cm. Permukaan buah kakao disterilisasi permukaan menggunakan alkohol 70% dan air steril. Selanjutnya buah dikering-anginkan, setelah kering buah disemprot dengan formula nanoemulsi minyak serai wangi (Tabel 1). Konsentrasi formula yang digunakan adalah 1% (hasil uji *in vitro*). Sebagai perlakuan kontrol adalah buah kakao yang hanya disemprot dengan air steril. Perlakuan dirancang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 5 ulangan, masing-masing perlakuan digunakan 3 buah kakao. Selanjutnya permukaan buah kakao diinokulasi dengan meletakkan potongan agar berisi kultur isolat *P. palmivora* (diameter ± 5 mm). Buah kakao yang telah diinokulasi kemudian diinkubasikan di dalam kotak plastik berukuran 30 cm x 15 cm x 10 cm yang permukaan dalamnya telah dilapisi dengan tisu basah dalam keadaan tertutup dan disimpan pada suhu kamar. Perkembangan gejala penyakit diamati setiap hari dengan mengukur diameter bercak dari infeksi *P. palmivora* pada permukaan buah kakao.

Analisis Data

Untuk menguji pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati, maka dilakukan analisis ragam. Apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji *Tukey* pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Hambat Formula Nanoemulsi Serai Wangi

Hasil pengujian daya hambat formula nanoemulsi minyak serai wangi (0,50%) terhadap pertumbuhan *P. palmivora* menunjukkan bahwa semua perlakuan formula dapat menghambat pertumbuhan *P. palmivora* dengan daya hambat yang bervariasi (23,11%–77,78%) dibanding kontrol. Formula F4 dan F5 memberikan pengaruh daya hambat yang tinggi, yaitu 70,00% dan 77,78% dengan diameter koloni jamur 2,72 cm dan 2,00 cm (Tabel 2). Sedangkan pada perlakuan kontrol, jamur sudah tumbuh memenuhi cawan petri (9,00 cm) pada hari ke-7. Pada formula F1, F2, dan F3 diameter koloni jamur 6,20–6,92 cm dengan daya hambat 23,11%–31,11%.

Tabel 2. Pengaruh formula nanoemulsi minyak serai wangi pada konsentrasi 0,50% terhadap diameter koloni dan daya hambat *P. palmivora*

Table 2. The effect of 0.50% citronella oil nanoemulsion formula on the colony diameter and inhibition rate of *P. palmivora*

Formula	Rata-rata diameter koloni (cm) pada hari ke-7 SP	Daya hambat (%)
F1	6,50 b	27,77
F2	6,20 b	31,11
F3	6,92 b	23,11
F4	2,70 c	70,00
F5	2,00 c	77,78
Kontrol	9,00 a	-

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji *Tukey* taraf 5%. SP = setelah perlakuan

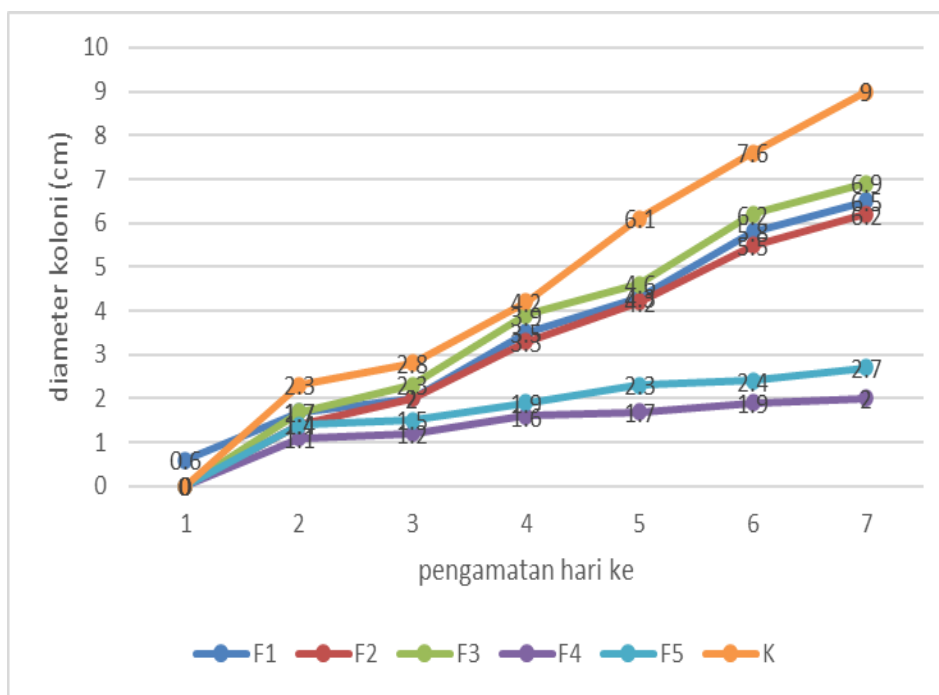
Notes : The numbers followed by the same letter are not significantly different according to *Tukey* test at 5% level. SP = after application

Hasil pengamatan pengaruh formula nanoemulsi terhadap laju pertumbuhan jamur *P. palmivora* menunjukkan bahwa formula nanoemulsi dapat menekan laju pertumbuhan jamur *P. palmivora* dibandingkan dengan kontrol (Gambar 1). Pertumbuhan *P. palmivora* mulai terlihat hari pertama

pada formula F1 dengan diameter 0,60 cm dan terus berkembang mencapai 6,50 cm pada hari ke-7. Sedangkan pada formula F2 dan F3 baru terlihat hari ke-2 dengan diameter masing-masing 1,40 cm dan 1,72 cm, dan mencapai 6,20 cm dan 6,92 cm pada hari ke-7. Pada formula F4 dan F5 jamur *P. palmivora* juga muncul hari ke-2 dengan diameter masing-masing 1,12 cm dan 1,40 cm, dan mencapai 2,70 cm dan 2,00 cm pada hari ke-7. Di antara ke-5 formula yang diuji, laju pertumbuhan jamur tertinggi pada formula F3 yaitu 80,08%, diikuti oleh F1 dan F2 masing-masing 76,15% dan 70,45%. Sedangkan laju pertumbuhan terendah pada F4 dan F5 masing-masing 38,07% dan 29,76%.

Tingginya daya hambat formula F4 dan F5 disebabkan formula tersebut lebih stabil dibanding dengan formula F1, F2, dan F3 karena ukuran partikel, indeks polidispersitas (PDI) dan nilai zeta potential lebih baik sehingga keefektifannya lebih tinggi. Yuliani & Noveriza (2016) melaporkan bahwa ukuran partikel minyak serai wangi F4 dan F5 lebih kecil, yaitu 156,3 nm dan 141,2 nm, bila dibanding dengan formula F1,

F2, dan F3 yang ukuran partikelnya masing-masing 661,3 nm, 652,7 nm, dan 1554,7 nm. Nilai PDI F4 dan F5 adalah 0,256 dan 0,203 jauh lebih kecil dari F1, F2, dan F3 yaitu 0,626; 0,654; 0,738. Selanjutnya Yuliani & Noveriza (2016) menambahkan bahwa kestabilan nanoemulsi juga dapat dilihat dari nilai zeta potential. Nilai zeta potential menunjukkan kuatnya gaya tolak-menolak antar partikel di dalam emulsi (baik negatif maupun positif) untuk menjaga agar partikel tidak saling bergabung membentuk agregat yang dapat menyebabkan pemisahan fase (destabilisasi). Nilai zeta potential untuk formula F4 dan F5 adalah -30,4 mV dan -17,9 mV. Sejalan dengan itu, Ahmed, Li, McClements, & Xiao (2012) menyatakan bahwa suatu formula nanoemulsi dinilai stabil apabila ukuran diameter partikelnya relatif kecil ($<0,2 \mu\text{m}$) dan nilai PDI 0,2 hingga 0,6 ($0,2 < \text{PDI} < 0,6$). PDI memberikan informasi mengenai kestabilan emulsi, dan kecilnya nilai PDI menunjukkan distribusi ukuran partikel relatif seragam.



Gambar 1. Pengaruh formula nanoemulsi serai wangi pada konsentrasi 0,50% terhadap diameter koloni *P. palmivora* mulai hari ke-1 sampai ke-7 setelah aplikasi

Figure 1. Effect of 0.50% citronella oil nanoemulsion formula on the colony diameter of *P. palmivora* starting from first day until 7th day after application

Tabel 3. Pengaruh formula nanoemulsi serai wangi pada konsentrasi 0,50% terhadap bobot segar dan kering koloni *P. palmivora*
 Table 3. Effect of 0.50% citronella oil nanoemulsion formula on the fresh and dry weight of *P. palmivora* colony

Formula	Bobot segar koloni (g)	Pengurangan bobot segar (%)	Bobot kering koloni (g)	Pengurangan bobot kering (%)
F1	2,16b	59,00	0,83 b	34,89
F2	2,08 b	60,50	0,84 b	34,27
F3	1,76 bc	66,58	0,64 bc	49,72
F4	1,58 bc	70,02	0,52 c	59,40
F5	1,35 c	74,38	0,50 c	60,65
Kontrol	5,26 a	-	1,28 a	-

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%
 Notes : The numbers followed by the same letter at the same column are not significantly different according to Tukey test at 5% level

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi nanoemulsi minyak serai wangi F5 terhadap diameter koloni dan daya hambat *P. palmivora* pada 7 hari setelah perlakuan
 Table 4. Effect of nanoemulsion concentration of citronella oil on the colony diameter and inhibition rate of *P. palmivora* at 7th days after treatment

Konsentrasi formula F5 (%)	Diameter koloni (cm)	Daya hambat (%)
0,20	8,60 a	4,44
0,40	6,80 b	24,44
0,60	2,40 b	73,33
0,80	0,50 c	94,44
1,00	0,00 c	100,00
Kontrol	9,00 a	-

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%
 Notes : The numbers followed by the same letter are not significantly different according to Tukey test at 5% level

Penekanan Biomassa Koloni

Hasil pengamatan terhadap biomassa koloni *P. palmivora* memperlihatkan bahwa semua formula yang diuji dapat menghambat pertumbuhan bobot segar dan bobot kering *P. palmivora* dibanding kontrol (Tabel 3). Pengurangan bobot segar koloni jamur tertinggi pada perlakuan formula F5 yaitu 74,38% dan bobot kering 60,65% tidak terlalu jauh berbeda dengan formula F4 yaitu 70,02% dan 59,40%. Akan tetapi sangat jauh berbeda dengan perlakuan formula F1, F2, dan F3, masing-masing pengurangan bobot segarnya adalah 59,00%; 60,65%; dan 66,58%. Demikian juga dengan bobot kering koloni jamur, formula F1, F2, dan F3 berturut-turut adalah 34,89%; 34,27%; dan 49,72%. Hal ini menunjukkan bahwa minyak serai wangi merupakan senyawa yang bersifat antifungal yang dapat menghambat pertumbuhan jamur. Komponen kimia dalam minyak serai wangi sangat kompleks, namun komponen yang terpenting dan bersifat fungisida adalah *sitronellal* dan *geraniol* (Sulaswatty, Rusli, Abimanyu, & Silvester, 2019). Kedua komponen tersebut termasuk kelompok monoterpenoid. Menurut Knobloch, Kunz, & Greveling (2006), *sitronellal* merupakan senyawa kelompok terpenoid golongan monoterpen yang mampu menekan pertumbuhan jamur patogen.

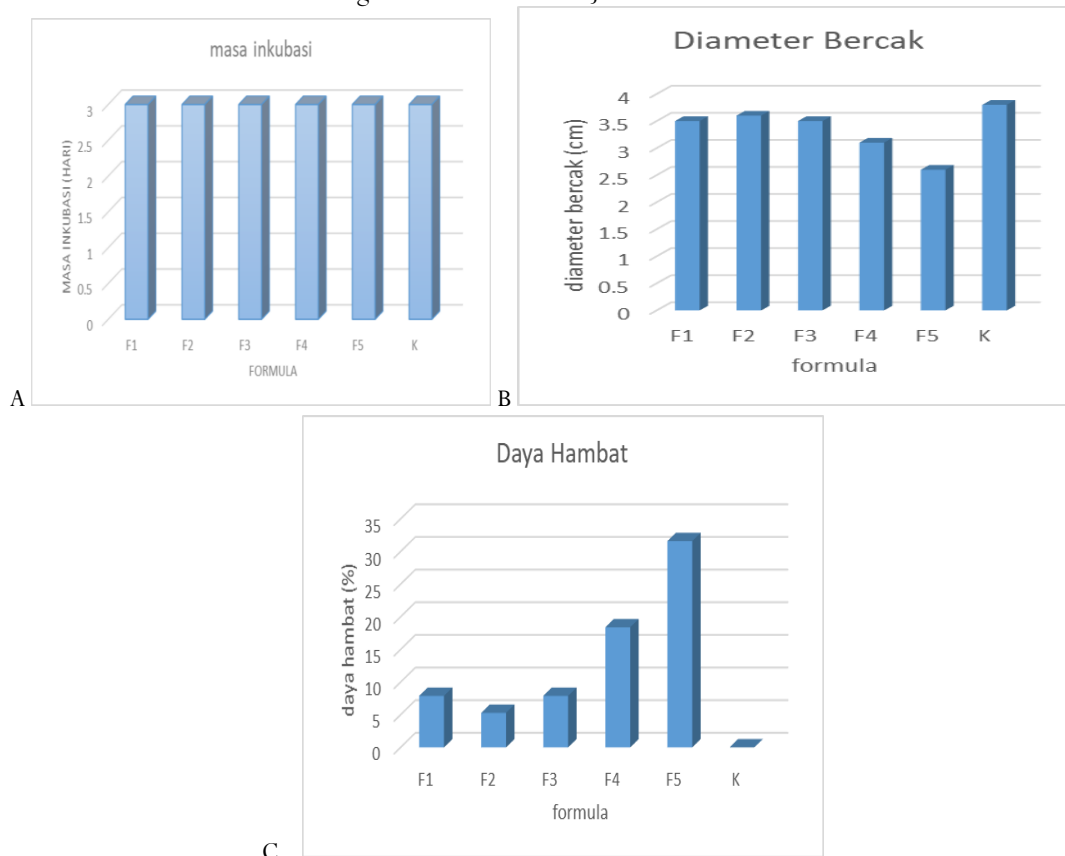
Senyawa-senyawa ini dapat menghambat proses metabolisme jamur sehingga mengganggu pertumbuhannya. Bahan aktif minyak serai wangi yang bersifat antifungal mampu menembus dinding sel jamur dan akan mengganggu proses metabolisme di dalam sel sehingga mengakibatkan kematian sel.

Pengaruh Konsentrasi Formula F5 terhadap Pertumbuhan *P. palmivora*

Hasil pengamatan pengaruh konsentrasi formula F5 terhadap pertumbuhan *P. palmivora* menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka semakin tinggi daya hambatnya terhadap pertumbuhan jamur *P. palmivora*. Nanoemulsi minyak serai wangi pada konsentrasi 0,20% tidak berpengaruh nyata terhadap daya hambat pertumbuhan jamur, dan baru terlihat pengaruhnya pada konsentrasi 0,40% dengan daya hambat 24,44% dan terus meningkat pada konsentrasi 0,60% mencapai 73,33%. Pada konsentrasi 0,80% daya hambat dari nanoemulsi minyak serai wangi telah mencapai 94,44%, dan baru pada konsentrasi 1,00% jamur tidak tumbuh (daya hambat 100%) (Tabel 4). Pada konsentrasi 0,80% formula hanya mampu menghambat pertumbuhan *P. palmivora* (bersifat fungistatik) sedangkan pada

konsentrasi 1% formula sudah bersifat fungisida karena

jamur sudah tidak tumbuh.



Gambar 3. Pengaruh formula nanoemulsi serai wangi terhadap masa inkubasi (A), diameter bercak (B), dan daya hambat (C) *P. palmivora* pada buah kakao

Figure 3. Effect citronella nanoemulsion formula on the incubation period (A), diameter size of the colony (B), and the inhibition rate (C) of *P. palmivora* on cocoa pods

Hasil penelitian ini hampir sama dengan yang dilaporkan oleh Agustinisari *et al.* (2014) yang menggunakan nanoemulsi minyak biji pala terhadap mikroba *Staphylococcus aureus*, *S. cereviceae*, dan *E. coli*. Daya hambat dari nanoemulsi biji pala meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi yang digunakan. Aktivitas antimikroba nanoemulsi berkaitan erat dengan bahan aktif yang terdapat di dalamnya. Menurut Guenther (2006) dan Wei & Wee (2013), komponen utama penyusun minyak serai wangi adalah sitronelal ($C_{10}H_{16}O$) atau rhodinal atau 3,7-dimethyloct-6-en-1-al ($C_{10}H_{18}O$), geraniol ($C_{10}H_{18}O$), dan sitronelol ($C_{10}H_{20}O$) atau *dihydrogeraniol*, masing-masing merupakan kelompok monoterpenoid, monoterpenoid dan alkohol, serta monoterpenoid asiklik. Sitronellal, geraniol, dan sitronelol dibentuk oleh unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) dengan formula unsur C10, H16,18,20 dan O merupakan senyawa terpenoid golongan monoterpen (C_{10}) yang sifat antifungi (Nakahara, Alzoreky, Yoshihashi, Nguyen, & Trakoontivakorn, 2003; Aoudou, Leopold, Michel, Xavier, & Moses, 2010). Senyawa tersebut dapat

menekan pertumbuhan patogen tanaman dengan cara merusak struktur dinding sel atau menghambat permeabilitas dinding sel sehingga mengganggu transportasi ion-ion organik penting, yang dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel (Koul, Walia, & Dhaliwal, 2008; Ruiz, Liu, Xu, & Carlson, 2012).

Daya Hambat Nanoemulsi Serai Wangi terhadap *P. palmivora* pada Buah Kakao

Hasil pengamatan pengaruh formula nanoemulsi serai wangi pada konsentrasi 1% terhadap pertumbuhan *P. palmivora* pada buah kakao menunjukkan bahwa semua formula yang diuji dapat menekan diameter bercak *P. palmivora* pada buah kakao dibandingkan dengan kontrol (Gambar 3B) tetapi tidak berpengaruh terhadap masa inkubasi penyakit (Gambar 3A). Masa inkubasi penyakit pada perlakuan formula nanoemulsi serai wangi adalah 3,02 hari tidak berbeda dengan perlakuan kontrol 3,00 hari. Hal ini terjadi karena pada saat inokulasi dilakukan pelukaan pada buah kakao dengan menusukkan jarum 1 kali ke permukaan

kulit buah, sehingga jamur dapat langsung menginfeksi buah. Gejala serangan *P. palmivora* pada buah kakao adalah bercak berwarna cokelat kehitaman, lalu berkembang membentuk bercak yang lebih besar sampai menutupi semua permukaan buah sehingga buah berwarna hitam dan membusuk. Pada permukaan buah kadang-kadang ditemui miselium jamur berwarna putih.

Pengaruh formula nanoemulsi minyak serai wangi sangat nyata memengaruhi kecepatan pertumbuhan diameter bercak *P. palmivora*, terutama formula F5. Diameter bercak pada formula F5 yaitu 2,60 cm, berbeda nyata dengan F4 yaitu 3,10 cm. Sedangkan formula yang lain (F1, F2, dan F3) dengan rata-rata diameter bercak 3,50–3,60 cm tidak berpengaruh nyata dibanding kontrol yaitu 3,80 cm (Gambar 3C). Pengaruh formula nanoemulsi minyak serai wangi juga dapat dilihat pada daya hambat formula terhadap perkembangan penyakit busuk buah. Daya hambat tertinggi pada perlakuan formula F5 yaitu 31,60%, jauh lebih baik dari formula yang lain (F1, F2, F3, dan F4). Dari data ini terlihat bahwa nanoemulsi minyak serai wangi dapat menghambat perkembangan penyakit busuk buah, tetapi daya hambatnya masih terlalu rendah sehingga perlu meningkatkan konsentrasi formula yang diuji. Hasil penelitian Harni *et al.* (2013), minyak serai wangi yang diformulasi dengan asam salisilat dan silikon dapat menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora* pada buah kakao. Selanjutnya Nugraheni, A. S., Djauhari, S., Cholil, A., & Utomo, E. P. (2014) melaporkan bahwa penggunaan minyak serai wangi dapat menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* pada buah apel sebesar 90,22% *in vitro* dengan masa inkubasi 6,08 hari.

KESIMPULAN

Formula nanoemulsi minyak serai wangi pada konsentrasi 0,50% dapat menghambat pertumbuhan *P. palmivora* patogen penyebab busuk buah kakao sebesar 23,11%–77,78% dibanding kontrol. Formula nanoemulsi minyak serai wangi terbaik adalah F5 dengan daya hambat 77,78% *in vitro* dan 31,6% pada buah kakao. Aktivitas nanoemulsi minyak serai wangi memengaruhi laju pertumbuhan jamur, bobot segar dan kering jamur. Pengujian pada buah kakao perlu menaikkan konsentrasi supaya keefektifannya lebih meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, yang telah memberikan dana

penelitian melalui Proyek SMARTD. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Sumantri yang telah membantu kegiatan penelitian di laboratorium.

KONTRIBUSI PENULIS

1. Rita Harni (Kontributor Utama)
2. Khaerati (Kontributor Anggota)
3. Rita Noveriza (Kontributor Anggota)
4. Sri Yuliani (Kontributor Anggota)

REFERENCES

- Agustinisari, I., Purwani, E. Y., Harimurti, N., & Yuliani, S. (2014). Aktivitas antimikroba nanoemulsi minyak biji pala. *J. Pascapanen*, 11(1), 1–8.
- Ahmed, K., Li, Y., McClements, D. J., & Xiao, H. (2012). Nanoemulsion- and emulsion-based delivery systems for curcumin: Encapsulation and release properties. *Food Chemistry*, 132(2), 799–807. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.039>
- Aoudou, Y., Leopold, T. N., Michel, J. D. P., Xavier, E. F., & Moses, M. C. (2010). Antifungal properties of essential oils and some constituents to reduce foodborne pathogen. *Journal of Yeast and Fungal Research*, 1(1), 1–8.
- Gaber, T., & Edris, A. (2019). Formulation and evaluation of solvent-free microemulsions of lemongrass oil and citral as natural antifungal agent against some phytopathogenic fungi. *Plant Archives*, 19(February), 2097–2107.
- Harni, R., Amaria, W., & Supriadi. (2013). Keefektifan beberapa formula fungisida nabati eugenol dan sitronella terhadap *Phytophthora palmivora* Bult. asal kakao. *Buletin RISTRI*, 4(1), 11–18. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v4n1.2013.p11-18>
- Harni, R., Taufiq, E., & Amaria, W. (2014). Pengaruh formula fungisida nabati minyak cengkeh dan serai wangi terhadap penyakit busuk buah kakao. *J. Tidp*, 1(1), 41–48.
- Knobloch, J., Kunz, W., & Grevelding, C. G. (2006). Herbimycin a suppresses mitotic activity and egg production of female *Schistosoma mansoni*. *International Journal for Parasitology*, 36(12), 1261–1272. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2006.06.004>
- Koul, O., Walia, S., & Dhaliwal, G. (2008). Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. *Biopestic Int*, 4(1), 63–84.

- Kumar, G. D., Natarajan, N., & Nakkeeran, S. (2016). Antifungal activity of nanofungicide trifloxystrobin 25% + tebuconazole 50% against *Macrophomina phaseolina*. *African Journal of Microbiology Research*, 10(4), 100–105. <https://doi.org/10.5897/ajmr2015.7692>
- Mason, T. G., Wilking, J. N., Meleson, K., Chang, C. B., & Graves, S. M. (2006). Nanoemulsions: Formation, structure, and physical properties. *Journal of Physics Condensed Matter*, 18(41), 635–666. <https://doi.org/10.1088/0953-8984/18/41/R01>
- Nakahara, K., Alzoreky, N. S., Yoshihashi, T., Nguyen, H. T. T., & Trakoontivakorn, G. (2003). Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Cymbopogon nardus* (citronella grass). *Japan Agricultural Research Quarterly*, 37(4), 249–252. <https://doi.org/10.6090/jarq.37.249>
- Noveriza, R., Mariana, M., & Yuliani, S. (2017). Keefektifan formula nanoemulsi minyak serai wangi terhadap potyvirus penyebab penyakit mosaik pada tanaman nilam. *Bul. Littro*, 28(1), 47–56. <https://doi.org/10.21082/bullittro.v28n1.2017.47-56>
- Nugraheni, A. S., Djahari, S., Cholil, A., & Utomo, E. P. (2014). Potensi minyak atsiri serai wangi (*Cymbopogon winterianus*) sebagai fungisida nabati terhadap penyakit antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides*) pada buah apel (*Malus sylvestris* Mill). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 2(4), pp-92.
- Nurmansyah. (2010). Efektivitas minyak serai wangi dan fraksi sitronellal terhadap pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao. *Bul. Littro*, 21(1), 43–52. <https://doi.org/10.21082/bullittro.v21n1.2010.%p>
- Ruiz, A., Liu, Y., Xu, X., & Carlson, M. (2012). Heterotrimer-independent regulation of activation-loop phosphorylation of Snf1 protein kinase involves two protein phosphatases. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(22), 8652–8657. <https://doi.org/10.1073/pnas.1206280109>
- Shakeel, F., Baboota, S., Ahuja, A., Ali, J., Faisal, M., & Shafiq, S. (2008). Stability evaluation of celecoxib nanoemulsion containing Tween 80. *Thai J. Pharm. Sci*, 32, 4–9.
- Sharma, A., Sharma, N. K., Srivastava, A., Kataria, A., Dubey, S., Sharma, S., & Kundu, B. (2018). Clove and lemongrass oil based non-ionic nanoemulsion for suppressing the growth of plant pathogenic *Fusarium oxysporum* f.sp. lycopersici. *Industrial Crops and Products*, 123(July), 353–362. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.077>
- Sulaswatty, A., Rusli, M. S., Abimanyu, H., & Silvester, T. (2019). Minyak serai wangi: Potensi besar yang perlu perhatian. In *Quo Vadis Minyak Serai Wangi dan Produk Turunannya*. Retrieved from <http://www.penerbit.lipi.go.id/data/naskah1562653977.pdf>
- Wei, L. S., & Wee, W. (2013). Chemical composition and antimicrobial activity of *Cymbopogon nardus* citronella essential oil against systemic bacteria of aquatic animals. *Iranian Journal of Microbiology*, 5(2), 147–152.
- Yuliani, S., & Noveriza, R. (2016). Nano-emulsification of citronella oil using spontaneous diffusion and phase inversion techniques. In *World Congress of Food Science and Technology*. IUFOST 18 (August).
-

