

KEEFEKTIFAN FORMULA NANOEMULSI MINYAK SERAI WANGI TERHADAP *POTYVIRUS* PENYEBAB PENYAKIT MOSAIK PADA TANAMAN NILAM

The efficacy of nanoemulsion formulation of citronella oil against potyvirus causing mosaic disease on patchouli

Rita Noveriza¹⁾, Maya Mariana¹⁾ dan Sri Yuliani²⁾

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat¹⁾

Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

Telp 0251-8321879 Faks 0251-8327010

rita.noveriza2000@gmail.com

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian²⁾

Jalan Tentara Pelajar No. 12 Bogor 16124

(diterima 07 Desember 2016, direvisi 27 Maret 2017, disetujui 22 April 2017)

ABSTRAK

Potyvirus dapat menurunkan produksi terna basah dan kering tanaman nilam mencapai masing-masing 35% dan 41%. Minyak atsiri serai wangi memiliki potensi sebagai antitoviral dan menekan perkembangan *Potyvirus* penyebab penyakit mosaik pada tanaman nilam. Kemampuan aktivitas antitoviral dari minyak atsiri dapat ditingkatkan dengan formulasi nanopartikel, seperti nanoemulsi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan formula nanoemulsi serai wangi terhadap *Potyvirus*. Nanoemulsi minyak serai wangi diproduksi secara difusi spontan atau inversi. Formula nanoemulsi minyak serai wangi dan bukan formula nano diuji untuk mengendalikan *Potyvirus* pada tanaman uji *Chenopodium amaranticolor* di rumah kaca dengan menggunakan rancangan acak lengkap. Parameter yang diamati adalah persentase penghambatan virus dan jumlah lesio. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran droplet partikel formula nanoemulsi serai wangi berkisar antara 70-140 nm, sedangkan ukuran droplet partikel bahan aktif emulsi formula minyak serai wangi berkisar antara 1.740-5.262 nm. Formula serai wangi dan formula nanoemulsi serai wangi mampu menekan perkembangan *Potyvirus* penyebab penyakit mosaik pada nilam. Persentase penghambatan formula nanoemulsi mencapai 82,5% pada dosis 1-1,5%, lebih tinggi dibandingkan formula minyak serai wangi yaitu lebih kurang 64,92-77,72% pada dosis yang sama. Ini menunjukkan bahwa formula nano emulsi serai wangi berpotensi dan dapat digunakan untuk mengendalikan *Potyvirus* penyebab mosaik nilam.

Kata kunci: *Cymbopogon nardus*, antitoviral

ABSTRACT

Potyvirus can reduce the production of fresh and dry biomass of patchouli by 35% and 41%, respectively. The essential oils, such as citronella, have a potential as antiphytoviral and suppress the development of *Potyvirus* causing mosaic disease on patchouli. Antiphytoviral activities of essential oils can be improved by modifying them into nanoparticles and formulated as nanoemulsion. This study aimed to evaluate the effectiveness of citronella oil nanoemulsion against *Potyvirus*. The nanoemulsions of citronella oil were produced by spontaneous diffusion or inversion. The nanoemulsion formula and non-nano formula of citronella oil were tested to inhibit the development of *Potyvirus* on *Chenopodium amaranticolor* at the green house. The research was arranged in a complete randomized design. Parameter observed was the inhibition percentage and the number of the lesion. The results showed that the droplet sizes of the nanoemulsion ranged between 70-140 nm, while the droplet size of the non-nano formula of citronella oil was 1,740-5,262 nm. Both non-nano and nanoemulsion formula of citronella oil were able to suppress the development of *Potyvirus* on *C. amaranticolor*. Furthermore, the percentage inhibition at 1 to 1.5% dosage of nanoemulsion formula was higher (82.5%) than non-nano formula (64.92-77.72%). The study confirmed that the nanoemulsion formula of citronella oil was potential to control *potyvirus* causing mosaic disease on patchouli.

Key words: *Cymbopogon nardus*, antiphytoviral

PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan dalam budidaya tanaman nilam adalah penyakit mosaik yang disebabkan oleh *Potyvirus*. Di Indonesia kerugian akibat penyakit ini cukup tinggi, terutama pada saat musim hujan. Penyakit mosaik pada tanaman nilam menyebabkan penurunan produksi terna basah, terna kering, kadar minyak dan *patchouli alcohol* berturut-turut mencapai 34,65%; 40,42%; 9,09%; dan 5,06% (Noveriza *et al.* 2012).

Salah satu pendekatan yang berpotensi untuk mengendalikan virus pada tanaman nilam adalah menggunakan metabolit sekunder. Tanaman memiliki kemampuan yang hampir tak terbatas untuk mensintesis zat aromatik, yang sebagian besar adalah fenol atau turunannya yang bersifat antivirus (Cowan 1999). Beberapa senyawa anti-virus yang berasal dari tanaman dan dapat menghambat replikasi *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) antara lain *bitriazolyl* dan *tylophorine B* (Xia *et al.* 2006), dan beberapa senyawa turunan dari *phanantherene tylophorine* (Wang *et al.* 2010a), *thiadiazole acetamide* (Zhao *et al.* 2006), dan *cycanoaweylate* (Zhuo *et al.* 2008), serta *alkaloid phenanthroindolizidine rasemik* atau alkaloid murni (Wang *et al.* 2010b). Hasil penelitian Noveriza *et al.* (2016) menunjukkan bahwa minyak cengkeh dan serai wangi berpotensi menekan perkembangan virus mosaik pada tanaman nilam. Pada konsentrasi minyak cengkeh 1% dapat menurunkan jumlah lesio (bercak kecil) 45%, sedangkan aplikasi campuran minyak cengkeh dengan serai wangi menurunkan jumlah lesio sebesar 32%. Mariana dan Noveriza (2013) juga melaporkan aplikasi minyak serai wangi 1,2% dapat menghambat perkembangan virus mosaik nilam sebesar 89,78%. Kelemahan utama dari pestisida nabati yang mengandung minyak atsiri adalah mudah menguap dan tidak stabil. Oleh karena itu, bahan aktif minyak atsiri perlu diformulasikan dalam bentuk yang lebih stabil, seperti partikel nano.

Teknologi nano dapat memperkecil partikel hingga berukuran nano (10^{-9} m) dan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas bahan aktif minyak atsiri. Selanjutnya, dengan sentuhan enkapsulasi, bahan aktif tidak mudah menguap dan lebih stabil. Nanopestisida terdiri atas partikel kecil dari bahan aktif pestisida atau struktur kecil dari bahan aktif yang berfungsi sebagai pestisida (Bergeson 2016). Nanoemulsi dan nanoenkapsulasi adalah salah satu teknik nanopestisida yang sudah banyak digunakan dan efektif untuk pengendalian penyakit tanaman (Bergeson 2016; Bouwmeester *et al.* 2009).

Nanoemulsi adalah sistem emulsi yang *transparent*, tembus cahaya dan merupakan dispersi minyak air yang distabilkan oleh lapisan film dari surfaktan atau molekul surfaktan, yang memiliki ukuran droplet berkisar 50–500 nm (Shakeel *et al.* 2008). Ukuran droplet nanoemulsi yang kecil membuat nanoemulsi stabil secara kinetik sehingga mencegah terjadinya sedimentasi dan kriming selama penyimpanan (Solans *et al.* 2005). Selain itu, nanoemulsi dengan sistem emulsi minyak dalam air (*oil in water* atau o/w) merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan kelarutan dan stabilitas komponen bioaktif yang terdapat dalam minyak (Yuliasari dan Hamdan 2012).

Nanoemulsi minyak mimba memiliki kemampuan sebagai larvasida terhadap *Culex quinquefasciatus*. Selain itu juga dapat mengendalikan penyakit yang ditularkan oleh vektor sehingga menjadi alternatif yang lebih baik jika dibandingkan pestisida lainnya (Anjali *et al.* 2012). Formulasi nanopartikel, saat ini sudah dipelajari secara ekstensif dan dapat meningkatkan kemampuan aktivitas mikrobial dari minyak atsiri (Pedro *et al.* 2013). Penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan formula nanoemulsi minyak serai wangi terhadap *Potyvirus* nilam pada tanaman uji di rumah kaca.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen, Balai Besar Penelitian Pascapanen dan laboratorium dan rumah kaca Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Bogor) pada Januari sampai Desember 2015. Bahan yang diperlukan meliputi bahan aktif (minyak serai wangi) dan emulsifier (Tween 20, 60 dan 80), serta bahan kimia lain untuk analisis.

Pembentukan formulasi nanopestisida berbahan aktif serai wangi

Pembuatan nanopestisida dilakukan melalui proses nanoemulsifikasi menggunakan energi rendah dengan mekanisme difusi spontan dan inversi fase. Pada mekanisme difusi spontan, nanoemulsi terbentuk melalui proses difusi fase terdispersi (campuran minyak dan emulsifier) ke dalam fase pendispersi (air) yang terjadi secara spontan akibat kedekatan polaritas antara kedua fase. Proses difusi ini meninggalkan droplet minyak berskala nano dalam fase air (*oil in water* atau o/w). Pada mekanisme fase inversi, pembentukan nanoemulsi terjadi melalui dua tahap, yaitu pembentukan emulsi *water in oil* (w/o) yang selanjutnya berbalik fase menjadi o/w. Emulsi w/o terbentuk ketika sejumlah air ditambahkan ke dalam fase campuran antara minyak dan emulsifier. Pada jumlah air tertentu, fase minyak dan emulsifier akan terdispersi ke dalam fase air membentuk o/w sehingga secara keseluruhan, emulsi akan terbentuk melalui mekanisme w/o/w.

Nanoemulsi dibentuk dengan penambahan emulsifier yang mengandung Tween 80. Emulsifier ditambahkan pada persentase 10-100% dari fase minyak (bahan aktif) yang digunakan. Fase pendispersi dibuat dari bufer fosfat untuk menjaga kestabilan pH emulsi sehingga destabilisasi emulsi akibat pengaruh pH dapat diabaikan. Nanoemulsi minyak serai wangi terbentuk melalui kedua mekanisme emulsifikasi pada persentase emulsifier Tween 80 yang berbeda. Pada mekanisme inversi fase, nanoemulsi minyak serai wangi mulai terbentuk pada persentase

emulsifier 40%, sedangkan pada mekanisme difusi spontan, nanoemulsi mulai terbentuk pada persentase emulsifier 50%. Pada persentase emulsifier yang rendah, emulsi tidak terbentuk. Pada peningkatan persentase emulsifier, secara berangsur pemisahan fase yang terjadi semakin menurun. Nanoemulsi yang diperoleh disimpan dalam botol gelas untuk digunakan lebih lanjut.

Perbanyakan sumber inokulum dan perbanyakan tanaman uji

Isolat murni *Potyvirus* berasal dari tanaman nilam di Bogor. Virus ini diperbanyak pada tanaman nilam. Tanaman uji yang digunakan adalah *Chenopodium amaranticolor*.

Aktivitas formula nanoemulsi serai wangi dan minyak serai wangi sebagai antitoviral

Formula yang digunakan adalah formula yang berbahan aktif minyak serai wangi, diperoleh dengan menggunakan teknologi nano dan bukan nano. Formula sesuai dosis perlakuan disemprotkan ke permukaan daun tanaman uji dan dibiarkan selama 24 jam, kemudian diolesi sap *Potyvirus* (1:1 v/v). Penelitian ini disusun dalam 4 seri perlakuan dan setiap seri perlakuan terdiri atas formula hasil teknologi nano dan bukan nano sebagai pembandingan. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL).

Pengamatan dilakukan saat munculnya gejala penyakit dengan menghitung jumlah lesio lokal pada tanaman uji. Jumlah lesio dihitung setiap hari sampai tidak dapat diamati karena gejala sudah menyatu. Persentase penghambatan masing-masing perlakuan dihitung dan dibandingkan dengan tanaman kontrol. Persentase penghambatan dihitung menggunakan rumus Dunkic et al. (2010):

$$IP = \frac{CK - A}{CK} \times 100\%$$

Keterangan/Note:

- IP = Persentase penghambatan (*Percentage of inhibition*).
 CK = Rata-rata lesio kontrol (*Average lesio control*).
 A = Rata-rata lesio perlakuan (*Average lesio treatment*).

Deteksi virus dengan metode serologi

Deteksi *Potyvirus* pada sampel daun dari tanaman *C. amaranticolor* dilakukan dengan metode Serologi *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA), mengacu pada protokol yang dibuat oleh produsen pembuat antiserum (Agdia-USA). Pengujian ELISA dilakukan dengan mengukur nilai absorbansinya menggunakan *microplate reader* pada panjang gelombang 405 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

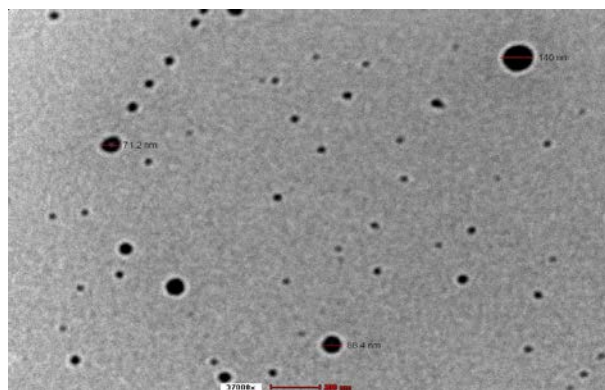
Hasil analisis kimia dari minyak serai wangi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. Minyak serai wangi mempunyai kandungan geraniol 81,67% dan sitronelal 13,95%. Beberapa hasil penelitian telah melaporkan bahwa kedua bahan aktif tersebut berfungsi sebagai antimikroba. Walaupun demikian, kemungkinan ada bahan aktif lainnya yang ada dalam minyak serai wangi yang bersifat sebagai antiviral. Metabolit sekunder dari *Cymbopogon nardus* (serai wangi) telah dilaporkan juga bersifat sebagai antibakteri dan anti-jamur (Williamson 2007). Entigu *et al.* (2013), telah berhasil mengisolasi fraksi metanolik dari minyak serai wangi yaitu *octadecanoid acid-methyl ester* dan terbukti bersifat sebagai antiviral. Aini *et al.* (2006) melaporkan bahwa fraksi dan subfraksi dari *C. nardus* dapat menghambat perkembangan virus pada fase replikasi virus.

Formulasi nanoemulsi berbahan aktif serai wangi

Nanoemulsi yang diperoleh dari formulasi dengan emulsifier 40 dan 50% digunakan untuk

percobaan efikasi pestisida. Selain berdasarkan ukuran droplet, pemilihan formula ini juga didasarkan pada penggunaan emulsifier yang minimal karena penambahan emulsifier yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi efikasi pestisida dimana emulsifier dapat juga memiliki efek pestisida.

Nanoemulsi minyak serai wangi terpilih yang digunakan untuk ujicoba aktivitasnya sebagai antifitoviral, adalah emulsi yang stabil tanpa ada pemisahan fase. Pada Gambar 1, dapat dilihat ukuran droplet partikel nano emulsi berbahan aktif serai wangi berkisar antara 70-140 nm dengan rata-rata ukuran droplet 115,3 nm (Yuliani dan Noveriza 2016).



Gambar 1. Ukuran droplet partikel nanoemulsi berbahan aktif serai wangi berkisar antara 70-140 nm dengan rata-rata 115,3 nm (Yuliani dan Noveriza 2016).

Figure 1. The particle droplet size of nanoemulsion of citronella oil ranged from 70-140 nm with an average of 115.3 nm (Yuliani and Noveriza 2016).

Hasil pengukuran kadar sitronelal dan geraniol dari formula nanoemulsi berbahan aktif

Tabel 1. Karakteristik kimia minyak serai wangi.

Table 1. The chemical characteristics of citronella oil.

Jenis Minyak	Kriteria	Hasil	Metode
Minyak serai wangi	Warna	Kuning	Visual
	Berat Jenis (25°C)	0,8857	Gravimetri
	Indek Bias (25°C)	1,4713	Refraktometri
	Putaran Optik	-5,23°	Polarimetri
	Kelarutan dalam alkohol 70%	1:2 (larut)	Volumetri
	Total Geraniol (%)	81,67	Titiasi
	Sitronela (%GC)	13,95	GC

serai wangi yang telah dihasilkan yaitu formula F1-F13 dapat dilihat pada Tabel 2, kadarnya tidak berbeda dengan minyak serai wangi asalnya.

Aktivitas antitoviral formula nanoemulsi terhadap potyvirus

Hasil pengujian aktivitas formula nanoemulsi berbahan aktif minyak serai wangi F1 (formula 1) dan dibandingkan dengan formula minyak serai wangi (bukan nano) terhadap perkembangan virus mosaik asal nilam dapat dilihat pada Tabel 3. Jumlah lesio virus paling rendah pada perlakuan formula nanoemulsi F1 pada konsentrasi 1,2% (11,67 lesio) tidak jauh

berbeda dengan perlakuan Tween 80 dosis 1%, tetapi cenderung lebih rendah apabila dibandingkan dengan formula serai wangi bukan nano (16,73 lesio). Hal ini menunjukkan bahwa formula nanoemulsi memberikan peranan yang lebih baik dalam menekan perkembangan virus mosaik nilam jika dibandingkan dengan formula minyak serai wangi bukan nano. Lokal lesio virus mosaik pada daun tanaman *C. amaranticolor* untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.

Persentase penghambatan perkembangan virus mosaik nilam dengan formula nano lebih besar jika dibandingkan dengan formula bukan

Tabel 2. Analisis kadar sitronelal (%) dan geraniol (%) formula nanoemulsi berbahan minyak serai wangi 10%.

Table 2. The analysis of citronellal (%) and geraniol (%) content of nanoemulsion from 10% citronella oil.

No	Kode formula	Metode formulasi	Kadar sitronelal (%)	Kadar geraniol (%)
1	F1	Inversi S8 T80 2	1,33	8,67
2	F2	Inversi T80 2.5B	1,24	8,82
3	F3	Spontan T80 2.5B	1,27	8,71
4	F4	Simultan 50% emulsifier	1,29	8,73
5	F5	Inversi 50% emulsifier	1,30	8,70
6	F6	Spontan S5T3B42	1,22	8,66
7	F7	Inversi S5T3B42	1,27	8,75
8	F8	Spontan S5T3.5B41.5	1,24	8,73
9	F9	Inversi S5T3.5B41.5	1,27	8,78
10	F10	Spontan S5T4B41	1,26	8,97
11	F11	Inversi S5T4B41	1,28	8,89
12	F12	Spontan S5T4.5B40.5	1,30	8,85
13	F13	Inversi S5T4.5B40.5	1,25	8,79

Tabel 3. Persentase penghambatan virus mosaik nilam dan jumlah lesio akibat penambahan formula nanoemulsi serai wangi pertama serta hasil ELISA virus mosaik.

Table 3. The inhibition percentage of patchouli mosaic virus and lesion number after the first application of citronella nanoemulsion formula and the result of ELISA detection of mosaic virus.

Perlakuan/Konsentrasi formula		Jumlah lesio	Persentase penghambatan	Potyvirus	
				Nilai absorban	Hasil
Kontrol		17,33		0,679	positif
Tw80	1%	9,58	44,71	0,503	positif
MS	0,7%	18,33	-5,71	0,582	positif
MS	1%	17,74	-2,33	0,387	positif
MS	1,2%	16,73	3,47	0,339	positif
F1	0,7%	18,93	-9,23	0,445	positif
F1	1%	20,33	-17,32	0,346	positif
F1	1,2%	11,67	32,69	0,326	positif

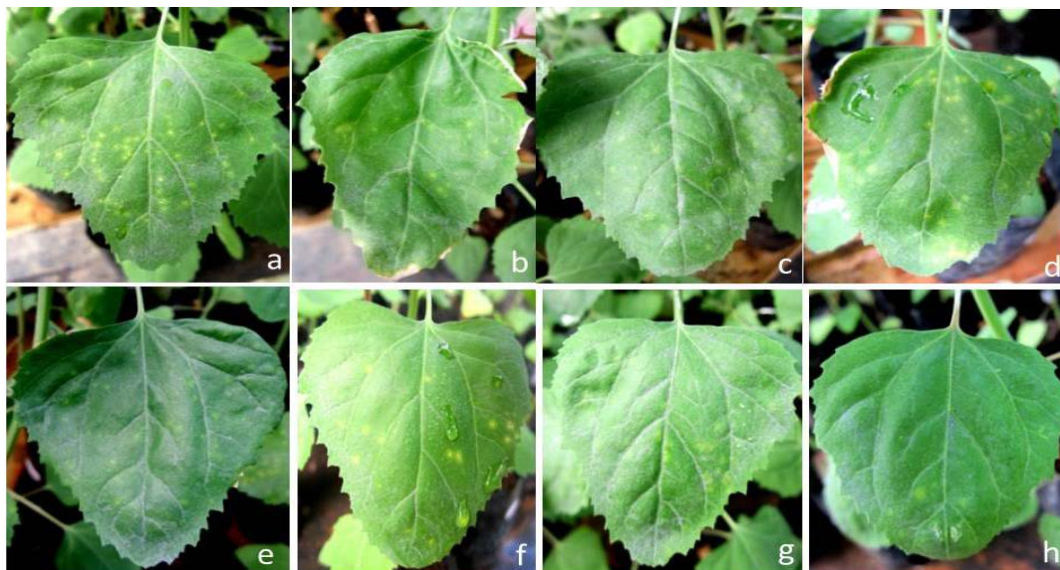
Keterangan: Tw80 = Tween 80 (emulsifier), MS = formula serai wangi bukan nano, F1 = formula nanoemulsi serai wangi.

Note : Tw80 = Tween 80 (emulsifier), MS = non-nano formula of citronella oil, F1 = citronella oil nanoemulsion formula.

nano. Untuk formula nanoemulsi serai wangi F1 lebih efektif pada dosis 1,2%, jika dibandingkan dengan dosis 0,7% dan 1%. Deteksi virus dengan metode ELISA menunjukkan bahwa semua per-

lakuan terbukti terinfeksi oleh *Potyvirus* (Tabel 3).

Hasil pengujian aktivitas formula nanoemulsi serai wangi F4 dan F5 pada tiga level konsentrasi menunjukkan bahwa formula F4 dan F5



Gambar 2. Lesio lokal pada daun tanaman uji *Chenopodium amaranticolor* (a). kontrol, (b) tween 1%, (c) MS 0,7%, (d) MS 1%, (e) MS 1,2%, (f) MSN 0,7%, (g) MSN 1%, (h) MSN 1,2%. Keterangan: MS = formula minyak serai wangi. MSN = formula nanoemulsi minyak serai wangi (F1). Jumlah lesio= jumlah partikel virus.

Figure 2. Local lesions on the leaves of *Chenopodium amaranticolor* (a) control, (b) tween 1%, (c) MS 0.7%, (d) MS 1%, (e) MS 1.2%, (f) MSN 0.7%, (g) MSN 1%, (h) MSN 1.2%. Note: MS = non-nano formula of citronella oil. MSN = citronella oil nanoemulsion formula (F1). Number of lesio= Number of virus particles.

Tabel 4. Persentase penghambatan virus mosaik nilam dan jumlah lesio akibat penambahan formula nanoemulsi serai wangi kedua serta hasil ELISA virus mosaik.

Table 4. The percentage inhibition of patchouli mosaic virus and lesion number after the second application of citronella nanoemulsion formula and the result of ELISA detection of mosaic virus.

Perlakuan/Konsentrasi Formula		Jumlah lesio	Persentase penghambatan	Potyvirus	
				Nilai absorban	Hasil
Kontrol		16,53		0,349	positif
Tw80	0,1%	12,52	24,29	0,352	positif
Tw80	0,5%	8,52	48,49	0,562	positif
F4	0,7%	9,75	41,03	0,294	positif
F4	1%	5,58	66,23	0,466	positif
F4	1,2%	21,60	0,0	1,035	positif
F5	0,7%	6,83	58,67	0,570	positif
F5	1%	5,17	68,75	0,941	positif
F5	1,2%	10,10	38,91	0,512	positif
FS50	0,7%	11,43	30,85	1,265	positif
FS50	1%	13,85	16,23	0,613	positif
FS 50	1,2%	16,37	1,01	0,917	positif

Keterangan: Tw80 = Tween 80 (emusifier), F4= formula nanoemulsi serai wangi (spontan S5T2.5B42.5) ke 4, F5 = formula nanoemulsi serai wangi (inversi S5T2.5B42.5), FS50 = formula serai wangi berbahan aktif 50%.

Note : Tw80 = Tween 80 (emusifier), F4= the fourth citronella nanoemulsion formula (spontaneous S5T2.5B42.5), F5 = the fifth citronella nanoemulsion formula (inversion S5T2.5B42.5), FS50 = 50% citronella oil formula

pada konsentrasi 1% dapat menghambat perkembangan *Potyvirus* lebih dari 50% (Tabel 4). Kedua formula ini juga lebih baik jika dibandingkan dengan formula serai wangi yang bukan nano.

Formula nanoemulsi selanjutnya diuji dengan satu level konsentrasi yaitu 1% (Tabel 5). Formula yang diuji adalah F8-F13 dan dibandingkan dengan formula yang berbahan aktif minyak atsiri saja (FS50). Formula yang menunjukkan persentase penghambatan di atas 50% dan paling tinggi adalah F12 dan FS50 (77,92% dan 60,65%). Hal ini menunjukkan bahwa minyak serai wangi mempunyai bahan aktif yang bersifat antitoviral.

Dari tiga serial pengujian aktivitas formula minyak dan nanoemulsi serai wangi pada tanaman uji *C. amaranticolor* di rumah kaca (Tabel 4, 5 dan 6) menunjukkan dosis 1-1,5% dapat menekan jumlah lesio *Potyvirus* diatas 60%. Konsentrasi tersebut efektif menekan perkembangan *Potyvirus* pada tanaman uji. Untuk selanjutnya, kisaran konsentrasi tersebut yang digunakan untuk

aplikasi formula minyak dan nanoemulsi serai wangi untuk mengendalikan penyakit mosaik pada tanaman nilam di lapangan.

Nanoemulsi serai wangi menghambat perkembangan *Potyvirus* lebih tinggi dibandingkan formula serai wangi (yang bukan nano). Pada dosis 1%, formula nanoemulsi serai wangi F4, F5, F6, F8 dan F12 dapat menghambat perkembangan *Potyvirus* berturut turut sebesar 66,23%, 68,75%; 65,88%; 82,47% dan 77,92%, sedangkan formula minyak serai wangi FS50 (bukan nano) pada dosis yang sama persentase daya hambatnya hanya sebesar 60,65%. Pada dosis 1,5%, formula F8 dapat menekan jumlah lesio *Potyvirus* sebesar 77,72%, sedangkan formula minyak serai wangi (bukan nano) FS20 dan FS50 berturut-turut sebesar 64,92% dan 65,41%. Hal ini mungkin disebabkan ukuran droplet dari bahan aktif serai wangi pada formula nanoemulsi lebih kecil dari formula minyak serai wangi bukan nano, sehingga bahan aktif serai wangi dapat masuk kedalam jaringan tanaman dan langsung mencapai target

Tabel 5. Persentase penghambatan virus mosaik nilam dan jumlah lesio setelah penambahan formula nano emulsi serai wangi ketiga serta hasil ELISA virus mosaik.

Table 5. The inhibition percentage of patchouli mosaic virus and lesion number after the third application of citronella nanoemulsion formula and the result of ELISA detection of mosaic virus.

Perlakuan/Konsentrasi Formula	Jumlah lesio	Persentase penghambatan	<i>Potyvirus</i>	
			Nilai absorban	Hasil
Kontrol	7,7		0,496	positif
Tw80 0,5%	4,0	47,66	0,617	positif
FS50 1%	3,0	60,65	0,601	positif
F8 1%	5,3	30,39	0,264	positif
F9 1%	15,3	0	0,521	positif
F10 1%	5,3	30,39	0,536	positif
F11 1%	5,7	25,97	0,770	positif
F12 1%	1,7	77,92	0,665	positif
F13 1%	6,7	12,99	0,783	Positif

Keterangan: Tw80 = Tween 80 (elmsifier), F8= formula nanoemulsi serai wangi (spontan S5T3.5B41.5) ke 8, F9 = formula nanoemulsi serai wangi (inversi S5T3.5B41.5) ke 9, F10 = formula nanoemulsi serai wangi (spontan S5T4B41) ke 10, F11 = formula nanoemulsi serai wangi (inversi S5T4B41) ke 11, F12 = formula nanoemulsi serai wangi (spontan S5T4.5B40.5) ke 12, F13 = formula nanoemulsi serai wangi (inversi S5T4.5B40.5) ke 13, FS50 = formula berbahan aktif serai wangi 50%.

Note : Tw80 = Tween 80 (elmsifier), F8= the eighth citronella oil nanoemulsion formula (spontaneous S5T3.5B41.5), F9 = the ninth citronella oil nanoemulsion formula (inversion S5T3.5B41.5), F10 = the tenth citronella oil nanoemulsion formula (spontaneous S5T4B41), F11 = the eleventh citronella oil nanoemulsion formula (inversion S5T4B41), F12 = the twelfth citronella oil nanoemulsion formula (spontaneous S5T4.5B40.5), F13 = the thirteenth citronella oil nanoemulsion formula (inversion S5T4.5B40.5), FS50 = 50% citronella oil formula.

Tabel 6. Persentase penghambatan virus mosaik nilam dan jumlah lesio setelah penambahan formula nano emulsi serai wangi keempat serta hasil ELISA virus mosaik.

Table 6. The percentage inhibition of patchouli mosaic virus and lesion number after the fourth application of citronella nanoemulsion formula and the result of ELISA detection of mosaic virus.

Perlakuan/Konsentrasi formula		Jumlah lesio	Persentase penghambatan	Potyvirus	
				Nilai absorban	Hasil
Kontrol		70,33		0,723	positif
Tw80	0,1%	42,00	40,28	0,572	positif
FS20	1%	45,67	35,06	0,780	positif
FS20	1,5%	24,67	64,92	0,584	positif
FS50	1%	20,67	70,61	0,566	positif
FS50	1,5%	24,33	65,41	0,724	positif
F6	1%	24,00	65,88	0,582	positif
F6	1,5%	29,00	58,77	0,489	positif
F8	1%	12,33	82,47	0,487	positif
F8	1,5%	15,67	77,72	0,102	negatif
F10	1%	80,00	0	0,682	positif
F10	1,5%	67,00	4,73	0,400	positif
F12	1%	42,33	39,81	0,568	positif
F12	1,5%	33,00	53,08	0,533	positif

Keterangan: Tw80 = Tween 80 (elmsifier), F6 = formula nanoemulsi serai wangi (spontan S5T3B42) ke 6, F8= formula nanoemulsi serai wangi (spontan S5T3.5B41.5) ke 8, F10 = formula nanoemulsi serai wangi (spontan S5T4B41) ke 10, F12 = formula nanoemulsi serai wangi (spontan S5T4.5B40.5) ke 12, FS20 = formula berbahan aktif serai wangi 20%, FS50 = formula berbahan aktif serai wangi 50%.

Note : Tw80 = Tween 80 (elmsifier), F6= the sixth citronella oil nanoemulsion formula (spontaneous S5T3B42), F8= the eighth citronella oil nanoemulsion formula (spontaneous S5T3.5B41.5), F10 = the tenth citronella oil nanoemulsion formula (spontaneous S5T4B41), F11 = the eleventh citronella oil nanoemulsion formula (inversion S5T4B41) ke 11, F12 = the twelfth citronella oil nanoemulsion formula (spontaneous S5T4.5B40.5), FS20 = 20% citronella oil formula, FS50 = 50% citronella oil formula.

partikel virus. Menurut Yuliani dan Noveriza (2016), ukuran droplet minyak serai wangi pada formula nanoemulsi berkisar antara 70-140 nm (rata-rata 114,5 nm), sedangkan pada formula minyak serai wangi (bukan nano) berkisar antara 1.740-5.262 nm (ukurannya besar dan sangat heterogen). Nanopartikel dapat mencapai partikel virus/ target karena ukurannya yang ultra kecil dan hal ini dapat membuka bidang baru dalam cara mengendalikan virus pada tanaman (Khan dan Rizvi 2014).

Nanopartikel pestisida berpotensi digunakan dalam perlindungan tanaman, terutama dalam pengelolaan penyakit tanaman. Nanopartikel dapat bertindak terhadap patogen tanaman dalam cara yang mirip dengan pestisida kimia. Banyak perusahaan membuat formulasi yang mengandung nanopartikel dalam berbagai ukuran 100-250 nm yang dapat larut dalam air sehingga lebih efektif dari

pestisida yang sudah ada untuk menekan patogen sasaran.

KESIMPULAN

Formula minyak serai wangi dan nano-emulsinya mampu menekan perkembangan *Potyvirus* penyebab penyakit mosaik pada nilam. Persentase penghambatan terbesar mencapai 82,5% pada dosis aplikasi 1-1,5% pada tanaman uji *C. amaranticolor*. Persentase penghambatan virus dengan formula nanoemulsi lebih tinggi dibandingkan formula minyaknya (bukan nano). Ini menunjukkan bahwa formula nanoemulsi serai wangi berpotensi untuk mengendalikan virus mosaik nilam di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Siti Nuryanih, Sugianto, dan Asep, teknisi

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, yang telah membantu pelaksanaan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Proyek SMARTD Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian atas dukungan biaya penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, M.N.N., Said, M.I., Nazlina, I., Hanina, M.N. & Ahmad, I. (2006) Screening for Antiviral Activity of Sweet Lemon Grass (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) Fractions. *Journal of Biological Sciences*. 6 (3), 507–510.
- Anjali, C., Sharma, Y., Mukherjee, A. & Chandrasekaran, N. (2012) Neem Oil (*Azadirachta indica*) Nanoemulsion-A Potent Larvicidal Agent Against *Culex Quinquifasciatus*. *Pest Management Science*. 68 (2), 158–163.
- Bergeson, L.L. (2016) Nanosilver : US EPA's Pesticide Office Considers How Best to Proceed. *Environmental Quality Management*. 19, 79–85.
- Bouwmeester, H., Dekkers, S., Noordam, M.Y., Hagens, W.I., Bulder, A.S., de Heer, C., ten Voorde, S.E.C.G., Wijnhoven, S.W.P., Marvin, H.J.P. & Sips, A.J.A.M. (2009) Review of Health Safety Aspects of Nanotechnologies in Food Production. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 53 (1) 52–62.
- Cowan, M.M. (1999) Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Review*. 12 (4), 564–582.
- Dunkic, V., Bezic, N., Vuko, E. & Cukrov, D. (2010) Antiphytoviral Activity of *Satureja montana* L. ssp. *variegata* (Host) P. W. Ball Essential Oil and Phenol Compounds on CMV and TMV. *Molecules*. 15 (10), 6713–6721.
- Entigu, R., Lihan, S. & Ahmad, I. bin (2013) Isolation of Antiviral Compound from *Cymbopogon nardus* Methanolic Fractions. *International Journal of Health and Pharmaceutical Sciences*. 2 (2), 1–7.
- Khan, M.R. & Rizvi, T.F. (2014) Nanotechnology: Scope and Application in Plant Disease Management. *Plant Pathology Journal*. 13 (3), 214–231.
- Mariana, M. & Noveriza, R. (2013) Potensi Minyak Atsiri untuk Mengendalikan Potyvirus pada Tanaman Nilam. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 9 (2), 53–58.
- Noveriza, R., Mardiningsih, T. Iestari, Miftakhurohmah & Mariana, M. (2016) *Antiviral Effect of Clove Oil Combined with Citronella Oil to Control Mosaic Disease and its Vector on Patchouli Plant*. In: Djiwanti, S.R. et al. (eds.) *Innovation on Biotic and Abiotic Stress Management to Maintain Productivity of Spice Crops in Indonesia*. IAARD Press, pp. 91–96.
- Noveriza, R., Suastika, G., Hidayat, S.H. & Kartosuwondo, U. (2012) Pengaruh Infeksi Virus Mosaik terhadap Produksi dan Kadar Minyak Tiga Varietas Nilam. *Bul Littro*. 23 (1), 93–101.
- Pedro, A.S., Santo, E., Silva, C. V, Detoni, C. & Alburquerque, E. (2013) *The Use of Nanotechnology as An Approach for Essential Oil-Based Formulations with Antimicrobial Activity*. In: Mendez-Vilas, A. (ed.) *Microbial Pathogens and Strategies for Combating Them: Science, Technology and Education*. Formatex Research Center, pp. 1364–1374.
- Shakeel, F., Baboota, S., Ahuja, A., Ali, J., Faisal, M.S. & Shafiq, S. (2008) Stability Evaluation of Celecoxib Nanoemulsion Containing Tween 80. *Thai J. Pharm. Sci*. 32, 4–9.
- Solans, C., Izquierdo, P., Nolla, J., Azemar, N. & García-celma, M.J. (2005) Nano-emulsion. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*. 10, 102–110.
- Wang, K., Hu, Y., Liu, Y., Mi, N., Fan, Z., Liu, Y. & Wang, Q. (2010a) Design, Synthesis, and Antiviral Evaluation of Phenanthrene-Based Tylophorine Derivatives as Potential Antiviral Agents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58 (23), 12337–12342.
- Wang, K., Su, B., Wang, Z., Wu, M., Li, Z., Hu, Y., Fan, Z., Mi, N. & Wang, Q. (2010b) Synthesis and Antiviral Activities of Phenanthroindolizidine Alkaloids and Their Derivatives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58, 2703–2709.
- Williamson, E.M. (2007) The Medicinal Use of Essential Oils and Their Components for Treating Lice and Mite Infestations. *Natural Product Communications*. 2 (12), 1303–1310.
- Xia, Y., Fan, Z., Yao, J., Liao, Q., Li, W., Qu, F. & Peng, L. (2006) Discovery of Bitriazolyl Compounds as Novel Antiviral Candidates for Combating the Tobacco Mosaic Virus. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 16, 2693–2698.
- Yuliani, S. & Noveriza, R. (2016) *Nano-Emulsification of*

Citronella Oil Using Spontaneous Diffusion and Phase Inversion Techniques. In: *Congress of Food Science and Technology*.

Yuliasari, S. & Hamdan (2012) *Karakterisasi Nanoemulsi Minyak Sawit Merah yang Disiapkan dengan High Pressure Homogenizer*. Dalam: Karmiadi, D.W. & et al. (eds.) *Prosiding Insinas. Bandung, Asdep Relevansi Program Riptek, Deputi Bidang Relevansi dan Produktivitas Iptek, Kementerian Riset dan Teknologi*. pp.25–28.

Zhao, W.-G., Wang, J.-G., Li, Z.-M. & Yang, Z. (2006) Synthesis and Antiviral Activity Against Tobacco Mosaic Virus and 3D-QSAR of A-Substituted-1,2,3-thiadiazoleacetamides. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 16 (23), 6107–11.

Zhuo, C., Wang, X., Song, B., Wang, H., Bhadury, P.S., Yan, K., Zhang, H., Yang, S., Jin, L., Hu, D., Xue, W., Zeng, S. & Wang, J. (2008) Synthesis and Antiviral Activities of Novel Chiral Cyanoacrylate Derivatives with (E) Configuration. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 16, 3076–3083.