

STUDI PERBANDINGAN PRODUK INSEKTISIDA FORMULASI EC (*EMULSIFIABLE CONCENTRATE*) DENGAN PENAMBAHAN SURFAKTAN DIETANOLAMIDA MENGGUNAKAN VORTEX, MIXER DAN HOMOGENIZER

COMPARATIVE STUDY OF EC (*EMULSIFIABLE CONCENTRATE*) FORMULATION INSECTICIDE PRODUCT WITH DIETHANOLAMIDE SURFACTAN ADDITION USING VORTEX, MIXER AND HOMOGENIZER

Muh Agus Ferdian^{1)*}, Erliza Hambali²⁾, dan Mulyorini Rahayuningsih²⁾

¹⁾Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, P.O. Box 220, Bogor 16002, Indonesia
Email: ferdian1608@gmail.com

²⁾Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi, LPPM-Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Baranangsiang, Jl. Raya Pajajaran No. 1, Bogor

Makalah: Diterima 10 Maret 2015; Diperbaiki 24 Juni 2015; Disetujui 10 Juli 2015

ABSTRACT

Insecticide formulations form EC (emulsifiable concentrate) required the selection of an effective instrument if would be adopted by an industry. The selection is associated with long process of using energy and equipment investment. The aim of this study was to determine the type of homogenization equipment that effective to formulate emulsion of EC insecticide. Buprofezin was used as the active ingredient insecticide formulations. Solvesso 150 as solvent, surfactant diethanolamide (DEA) and water using three types of homogenization tools vortex, mixer and homogenizer. The results showed the use of homogenizer was more effective than the other equipment insecticide parameters generated from the homogenizer were: density of $0.9681 \pm 0.002 \text{ g/cm}^3$; droplet size of $3,961 \pm 0.092 \mu\text{m}$; surface tension of $25.695 \pm 0.808 \text{ dyne/cm}$; contact angle of $30.213 \pm 0.237^\circ$ and viscosity of $4.673 \pm 0.164 \text{ cP}$.

Keywords: buprofezin, diethanolamide, EC formulation, insecticide

ABSTRAK

Formulasi insektisida dalam bentuk EC (*emulsifiable concentrate*) memerlukan pemilihan tipe alat pencampur yang efektif apabila akan diadopsi oleh industri. Hal ini terkait dengan lama proses penggunaan energi yang diperlukan dan investasi alat produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukantipe alat pencampur yang efektif dalam pembuatan formulasi insektisida bentuk EC. Formulasi insektisida yang digunakan berbahan aktif buprofezin, pelarut solvesso 150 dan surfaktan dietanolamida (DEA) menggunakan tiga tipe alat pencampur yaitu vortex, mixer dan homogenizer. Hasil pengamatan diperoleh bahwa penggunaan homogenizer lebih efektif menghasilkan insektisida formulasi EC dibandingkan alat pencampur lainnya. Parameter insektisida formulasi EC yang dihasilkan dari alat pencampur homogenizer dalam menghasilkan produk emulsi insektisida formulasi EC adalah sebagai berikut : densitas sebesar $0,9681 \pm 0,002\text{g/cm}^3$; ukuran droplet sebesar $3,961 \pm 0,092 \mu\text{m}$; tegangan permukaan sebesar $25,695 \pm 0,808 \text{ dyne/cm}$; sudut kontak sebesar $30,213 \pm 0,237^\circ$ dan viskositas sebesar $4,673 \pm 0,164\text{cP}$.

Kata kunci: buprofezin, dietanolamida, formulasi EC, insektisida

PENDAHULUAN

Tujuan dasar dari teknologi formulasi adalah mengoptimalkan aktifitas biologi dari pestisida dan menghasilkan produk yang aman dan sesuai saat pemakaian. Namun, karena keanekaragaman bahan aktif pestisida yang tersedia, beberapa tipe yang berbeda dari formulasi insektisida yang telah berkembang, sebagian besar bergantung pada sifat fisiko-kimia dari bahan aktif. Formulasi insektisida memiliki berbagai macam bentuk dan bergantung dari bahan tambahan yang digunakan. Bentuk formulasi insektisida mempengaruhi cara aplikasinya dilapang. Adapun bentuk formulasi insektisida diantaranya adalah *Emulsifiable Concentrate* (EC), *Wettable Powder*

(WP), *Solution Concentrat e*(SL), *Suspension Concentrate* (SC), *Water Dispersible Granules* (WG), *Granules* (GR) dan lain-lain (Knowles, 2008).

Formulasi insektisida yang diterapkan pada penelitian ini adalah bentuk EC (*Emulsifiable Concentrate*). Menurut Djojosemarto (2008) insektisida bentuk formulasi EC merupakan sediaan berbentuk pekatan (konsentrat) cair dengan kandungan bahan aktif yang cukup tinggi. Oleh karena penggunaan *solvent* berbasis minyak dari insektisida bentuk EC, penambahan air akan menyebabkan terbentuknya emulsi.

Emulsi merupakan sistem heterogen yang terdiri atas dua fase cairan yang tidak tercampur tetapi cairan yang satu terdispersi dengan baik dalam

cairan yang lain dalam bentuk butiran (droplet/globula) dengan diameter biasanya lebih dari 0,1 μm atau 0,1-50 μm . Fase yang berbentuk butiran disebut fase terdispersi atau fase internal atau disebut juga fase diskontinyu, sedangkan fase cairan tempat butiran terdispersi disebut fase pendispersi atau fase eksternal atau fase kontinyu (deMan, 1997).

Kunci utama pengembangan insektisida bentuk EC adalah homogenitas produk yang dihasilkan. Diharapkan bahan aktif dan surfaktan yang digunakan dalam formulasi tersebar merata dalam sistem emulsi. Permasalahan utama dalam formulasi produk insektisida EC adalah bahan aktif yang tidak larut air, sehingga memerlukan pelarut minyak untuk melarutkannya, sedangkan dalam aplikasinya diperlukan air sebagai media pembawa bahan aktif.

Emulsi adalah sistem yang tidak stabil. Oleh karena itu dibutuhkan dua hal agar membentuk emulsi yang stabil, yaitu penggunaan alat mekanis untuk mendispersikan sistem emulsi dan penambahan bahan penstabil/pengemulsi untuk mempertahankan sistem emulsi tetap terdispersi (Bergensstahl dan Claesson, 1990). Surfaktan merupakan senyawa aktif penurun tegangan permukaan dan tegangan antar muka (*surface active agent*) yang dapat berperan sebagai penstabil atau pengemulsi. Surfaktan memiliki kemampuan untuk larut dalam air dan minyak. Molekul surfaktan terdiri dari dua bagian yaitu gugus yang larut dalam minyak (*hidrofobik*) dan gugus yang larut dalam air (*hidrofilik*) (Georgiou *et al.*, 1992). Penelitian mengenai pengaruh surfaktan untuk mempertahankan stabilitas emulsi telah banyak diaplikasikan/dimanfaatkan (Al-yaari *et al.*, 2014; Sanatkar *et al.*, 2014). Salah satu surfaktan yang sedang berkembang saat ini adalah surfaktan dietanolamida (DEA).

Pada penelitian dibahas mengenai alat pencampur yang tepat untuk digunakan dalam pembuatan insektisida formulasi EC. Pilihan alat pencampur merupakan pola kunci utama terhadap homogenitas produk EC yang dihasilkan. Industri formulasi memerlukan informasi terhadap pilihan alat pencampur yang dapat bekerja dengan baik, proses yang singkat, efisiensi, biaya yang rendah dan waktu cepat pada proses skala industri. Ruang lingkup penelitian ini hanya menganalisis parameter sifat fisik dari insektisida formulasi EC yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah surfaktan dietanolamida (DEA) yang diperoleh dari SBRC LPPM IPB, bahan aktif buprofezin dari PT. Nufarm dan pelarut solvesso 150 dari PT. Samiraschem Indonesia.

Peralatan yang digunakan meliputi alat formulasi insektisida yaitu *vortex heidolph REAX top*, *mixer SM315-404E* dan *homogenizer rotor stator Daihan model HG-15D*. Alat lain berupa density meter (*Densitymeter Anton Paar DMA 4500M*), ukuran droplet (Mikroskop *Leica ICC 50 HD*), potensiometer (*Spinning Drop Tensiometer*), viscometer (*Rheometer Brookfield DV-III Ultra*), pengukur sudut kontak (*Contact Angle Analyzer Phoenix 300*) yang digunakan untuk analisis sifat fisik sampel, serta peralatan gelas lainnya.

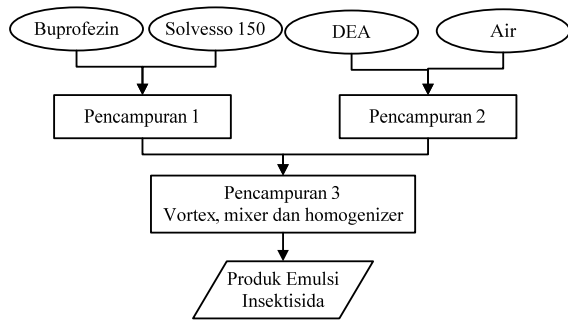
Formulasi Insektisida EC

Komposisi bahan aktif di dalam formulasi insektisida mempunyai batasan maksimal. Hal tersebut karena sifat mematikan racun yang terkandung. Oleh karena itu dosis bahan aktif yang digunakan adalah berdasarkan studi pustaka dari dosis insektisida komersial dengan bahan aktif yang sama yaitu 100 g/liter (Saenong, 2011). Sedangkan penggunaan konsentrasi surfaktan DEA yang efektif adalah 6% (Hambali *et al.*, 2014).

Vortex. Buprofezin dilarutkan menggunakan solvesso 150 dengan perbandingan 1:4 (b/v). Surfaktan DEA dilarutkan menggunakan air dengan konsentrasi 6% (b/v). Selanjutnya kedua larutan tersebut dicampurkan dengan perbandingan volume sebesar 1:1 (v/v) sebanyak 10 mL pada tabung reaksi berulir. Selanjutnya formulasi insektisida dilakukan menggunakan vortex dengan kecepatan 2500 rpm selama 10 menit.

Mixer. Buprofezin dilarutkan menggunakan solvesso 150 dengan perbandingan 1:4 (b/v). Surfaktan DEA dilarutkan dengan air dengan konsentrasi 6% (b/v). Selanjutnya kedua larutan tersebut dicampurkan dengan perbandingan volume sebesar 1:1 (v/v) sebanyak 60 mL pada gelas piala volume 100 mL. Selanjutnya formulasi insektisida menggunakan mixer dengan kecepatan 500 rpm selama 1 jam. Tipe alat pencampur mixer menggunakan sistem pengadukan agitator berupa *impeller* berbentuk *blade* dengan diameter 3 cm.

Homogenizer. Buprofezin dilarutkan menggunakan solvesso 150 dengan perbandingan 1:4 (b/v). Surfaktan DEA dilarutkan dengan air dengan konsentrasi 6% (b/v). Selanjutnya kedua larutan tersebut dicampurkan dengan perbandingan volume sebesar 1:1 (v/v) untuk membentuk formulasi insektisida menggunakan homogenizer dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Diagram alir proses pencampuran insektisida formulasi EC ditunjukkan pada Gambar 1. Homogenizer yang digunakan adalah tipe rotor stator dengan kapasitas maksimal 2 L. Keseluruhan proses formulasi pada masing-masing tipe alat pencampur dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Proses pencampuran selengkapnya seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses pencampuran insektisida formulasi EC

Analisis Sifat Fisik Insektisida EC

Parameter sifat fisik yang dianalisis berupadensitas (*Densimeter Anton Paar DMA 4500M*), ukuran droplet (*Mikroskop Leica ICC 50 HD*), tegangan permukaan (*Spinning Drop Tensiometer*), sudut kontak (*Contact Angle Analyzer Phoenix 300*) dan viskositas (*Rheometer Brookfield DV-III Ultra*). Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis berdasarkan rata-rata pengulangan dan ditentukan nilai dari masing-masing parameter. Analisis yang dilakukan berupa analisis deskriptif yang menjelaskan masing-masing hasil pengukuran parameter pengamatan maupun hubungan tiap parameter.

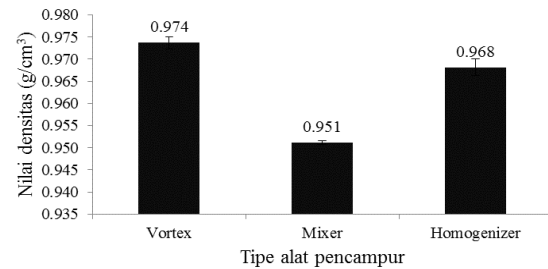
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sifat fisik insektisida formulasi EC sebagai berikut : Densitas berkisar 0,9511-0,9737 g/cm³; ukuran droplet berkisar 3,961-5,291 μm; tegangan permukaan berkisar 25,695-27,327dyne/cm; sudut kontak berkisar 30,213-31,424°; viskositas berkisar 4,673-26,890 cP.Rekapitulasi hasil analisis parameter uji sampel formulasi insektisida disajikan pada Tabel 1.

Densitas

Densitas merupakan salah satu parameter penting yang perlu diujikan pada produk. Emulsi seperti insektisida formulasi EC. Densitas adalah nilai yang diperoleh dari hasil pembagian antara *massa* dan *volume* (m/v). Analisis densitas dilakukan dengan menggunakan alat *density meter*. *Output* hasil pembacaan nilai densitas disertai suhu pengukuran oleh alat *density meter* pada 30°C.

Nilai rata-rata densitas tertinggi adalah penggunaan vortex sebesar 0,9737 ± 0,001 g/cm³, selanjutnya menggunakan homogenizer diperoleh sebesar 0,9681 ± 0,002 g/cm³, dan rata-rata terkecil menggunakan mixer sebesar 0,9511 ± 0,001 g/cm³ Diagram perbandingan tipe alat pencampur terhadap parameter densitas disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram perbandingan tipe alat pencampur terhadap parameter densitas

Hasil yang berbeda pada parameter nilai densitas diduga karena kemampuan masing-masing tipe alat pencampur untuk memecah partikel emulsi memiliki cara kerja yang berbeda. Penggunaan mixer menghasilkan nilai densitas yang paling rendah dibandingkan dengan penggunaan tipe alat pencampur lainnya sebesar 0,9511 g/cm³. Sistem emulsi insektisida formulasi EC berupa *oil in water* (o/w) ditunjukkan dengan globula-globula sebagai fase minyak yang terdispersi ke dalam fase pendispersi berupa air. Homogenitas larutan dapat ditentukan berdasarkan ukuran globula yang terbentuk. Ukuran globula yang besar menunjukkan fase minyak pada sistem emulsi belum terdispersi sempurna. Karena itu densitas minyak yang rendah akan mempengaruhi pengukuran nilai densitas insektisida formulasi EC seperti pada hasil formulasi insektisida menggunakan tipe alat pencampur mixer. Fase minyak pada insektisida formulasi EC merupakan bahan pelarut organik berupa solvesso 150 yang memiliki densitas sebesar 0,88905g/cm³. Cara kerja mixer dalam membentuk emulsi adalah melalui pengadukan menggunakan *impeller* berbentuk pisau yang mampu memotong partikel emulsi sehingga dapat mendispersikan fase minyak kedalam medium pendispersi. Namun, terdapat kelemahan yang terdapat pada mixer yaitu pengadukan sistem agitator yang berputar menyebabkan adanya zona mati (*dead spots*).

Tabel 1. Rekapitulasi rata-rata hasil analisis sifat fisik insektisida formulasi EC

Tipe Alat Pencampur	Densitas (g/cm ³)	Ukuran Droplet (μm)	Parameter Pengamatan		
			Tegangan Permukaan (dyne/cm)	Sudut Kontak (°)	Viskositas (cP)
Vortex	0,9737 ± 0,001	4,754 ± 0,096	27,327 ± 0,824	31,424 ± 0,311	26,890 ± 0,40
Mixer	0,9511 ± 0,000	5,291 ± 0,176	26,823 ± 0,179	31,989 ± 0,292	7,600 ± 0,762
Homogenizer	0,9681 ± 0,002	3,961 ± 0,092	25,695 ± 0,808	30,213 ± 0,237	4,673 ± 0,164

Hal yang sama juga terjadi pada formulasi menggunakan vortex. Namun, perbedaan yang terjadi adalah putaran yang tinggi mengakibatkan rongga yang terbentuk sangat besar. Rongga yang lebih besar tersebut diduga mengakibatkan peluang udara tertahan pada larutan menjadi lebih besar. Karena itu dapat menyebabkan pembentukan globula yang tidak seragam.

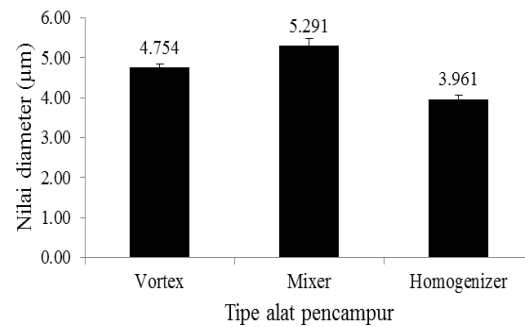
Pengamatan nilai densitas juga dipertegas dengan hasil pengamatan ukuran droplet. Penggunaan mixer menghasilkan nilai densitas rendah karena formulasi insektisida yang dihasilkan memiliki ukuran droplet yang relatif besar, sedangkan pada penggunaan vortex dan homogenizer menghasilkan nilai densitas tinggi karena memiliki ukuran droplet yang kecil yaitu $3,961 \pm 0,092 \mu\text{m}$ pada homogenizer dan $4,754 \pm 0,096 \mu\text{m}$ pada vortex (Gambar 4). Disamping itu juga, nilai ukuran droplet yang semakin kecil menyebabkan semakin rapatnya partikel-partikel penyusun sistem emulsi, sehingga volume larutan dalam menempati suatu ruang akan menurun dan menyebabkan nilai densitas semakin tinggi.

Ukuran Droplet

Pengamatan ukuran droplet dilakukan menggunakan mikroskop pada perbesaran 1000x (seribu kali). Pengukuran nilai droplet dilakukan untuk memastikan sistem emulsi produk insektisida formulasi EC memiliki partikel berukuran mikro. Pada sistem emulsi, droplet berukuran lebih dari $0,1 \mu\text{m}$ atau $0,1-50 \mu\text{m}$ berbentuk butiran yang terdispersi dengan baik terhadap cairan lainnya. Semakin kecil ukuran droplet menunjukkan sifat emulsi yang baik (deMan, 1997). Hasil pengamatan terhadap ukuran droplet insektisida formulasi EC menunjukkan bahwa produk tergolong kedalam tipe emulsi minyak dalam air (o/w), dimana minyak menjadi fase terdispersi dan air sebagai fase pendispersinya.

Nilai rata-rata dengan ukuran droplet terkecil adalah pada penggunaan homogenizer sebesar $3,961 \pm 0,092 \mu\text{m}$, selanjutnya menggunakan vortex sebesar $4,754 \pm 0,096 \mu\text{m}$, dan rata-rata ukuran droplet terbesar menggunakan mixer yaitu $5,291 \pm 0,176 \mu\text{m}$. Diagram perbandingan tipe alat pencampur terhadap parameter ukuran droplet disajikan pada Gambar 3.

Hasil dari pengamatan ukuran droplet, secara kasat mata dapat diketahui perbedaannya dengan melihat susunan globula-globula dari masing-masing formulasi insektisida. Penggunaan tipe alat pencampur homogenizer memiliki pengaruh yang dominan atau menghasilkan ukuran droplet paling kecil dibandingkan dengan insektisida formulasi EC menggunakan tipe alat pencampur vortex dan mixer. Semakin kecil ukuran droplet yang dihasilkan menunjukkan tingkat homogenitas yang tinggi dari sistem emulsi.

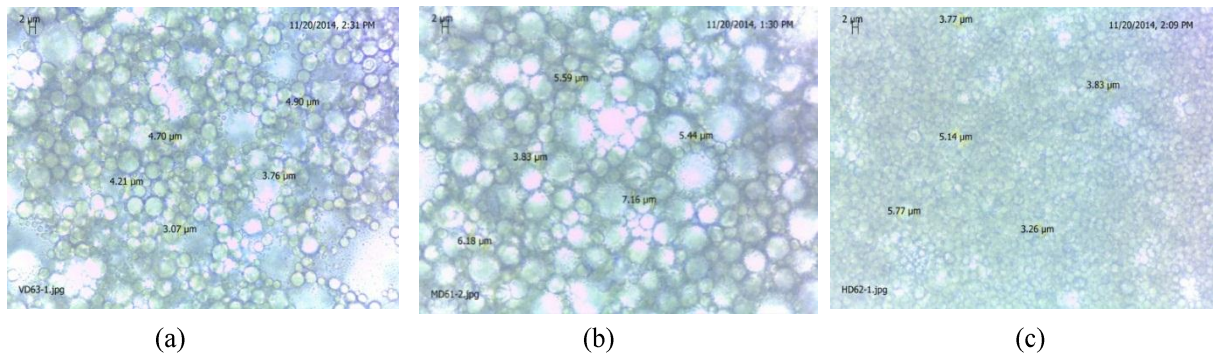


Gambar 3. Diagram perbandingan tipe alat pencampur terhadap parameter ukuran droplet

Homogenizer yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe homogenizer rotor stator. Menurut Wirakartakusumah *et al.* (1992) homogenizer rotor stator bekerja pada tekanan yang lebih rendah sehingga membutuhkan energi yang lebih sedikit, bila partikel ingin memiliki ukuran yang lebih kecil, sejumlah energi tambahan tetap harus diberikan dari luar. Energi yang dibutuhkan untuk memecah droplet atau partikel datang dari rotor yang memutar alat pengaduk (*disc*). Prinsip kerja homogenizer rotor stator adalah mengecilkan ukuran partikel emulsi dengan menggerus dan memotong partikel emulsi yang besar dengan rotor (bergerak) dan stator (diam) menjadi partikel yang lebih kecil. Menurut Tangsuphoom dan Coupland (2005) ukuran minimum droplet dalam emulsi yang dihasilkan oleh homogenizer tipe rotor stator $\pm 2 \mu\text{m}$.

Mixer memiliki cara kerja dengan cara menghomogenkan sekaligus memperkecil ukuran partikel agar terbentuk emulsi. Namun sistem pengadukan menggunakan mixer menimbulkan adanya zona mati (*dead spots*), sehingga hal tersebut menjadi kelemahan dalam proses emulsifikasi. Hal yang sama juga terjadi pada tipe alat pencampur vortex. Namun karena putaran yang lebih cepat pada vortex menyebabkan ukuran droplet yang dihasilkan juga lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan mixer.

Hasil pengukuran droplet diperkuat oleh pengamatan terhadap nilai tegangan permukaan insektisida formulasi EC. Tipe alat pencampur homogenizer menghasilkan tegangan permukaan yang lebih kecil yaitu $25,695 \pm 0,808 \text{ dyne/cm}$ dibandingkan mixer dan vortex. Semakin kecil ukuran droplet akan semakin luas permukaan partikel, sehingga surfaktan yang melapisi bagian permukaan partikel akan semakin merata dan selanjutnya dapat menurunkan tegangan permukaan secara maksimal. Penampakan sebaran ukuran droplet insektisida formulasi EC menggunakan mikroskop 1000x perbesaran dengan variasi tipe alat pencampur disajikan pada Gambar 4.

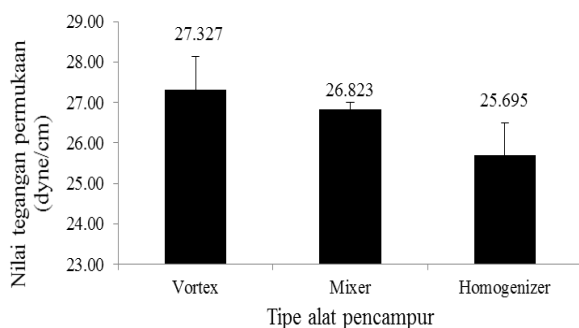


Gambar 4. Sebaran ukuran droplet insektisida formulasi EC menggunakan mikroskop 1000x perbesaran dengan variasi tipe alat pencampur : (a) vortex, (b) mixer, (c) homogenizer

Tegangan Permukaan

Molekul-molekul pada permukaan cairan mempunyai sifat khusus yang tidak dimiliki oleh sebagian besar molekul dalam cairan, yaitu tegangan permukaan. Tegangan permukaan suatu cairan adalah tekanan internal yang disebabkan oleh daya tarik menarik molekul ke bawah permukaan pada permukaan cairan. Molekul cairan menciptakan gaya tarik menarik ke dalam, atau tekanan internal yang membatasi kecenderungan cairan mengalir dan membentuk antar muka yang besar dengan zat lain (Kamalakar *et al.*, 2013).

Nilai tegangan permukaan insektisida formulasi EC memiliki kisaran antara 25,695-27,327 dyne/cm. Nilai rata-rata dengan tegangan permukaan terkecil adalah pada penggunaan homogenizer sebesar $25,695 \pm 0,808$ dyne/cm, selanjutnya menggunakan mixer sebesar $26,823 \pm 0,179$ dyne/cm, dan rata-rata tegangan permukaan tertinggi menggunakan vortex sebesar $27,327 \pm 0,824$ dyne/cm. Diagram perbandingan tipe alat pencampur terhadap parameter tegangan permukaan disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram perbandingan tipe alat pencampur terhadap parameter tegangan permukaan

Penggunaan homogenizer menghasilkan formulasi insektisida dengan tegangan permukaan yang paling rendah. Hal ini menunjukkan formulasi insektisida tersebut memiliki gaya tarik-menarik

permukaan yang lebih rendah dibandingkan formulasi lainnya. Penurunan nilai tegangan permukaan berkaitan dengan peranan surfaktan sebagai bahan aktif permukaan (Probowati *et al.*, 2012). Surfaktan merupakan senyawa aktif penurun tegangan permukaan (*surface active agents*) yang memiliki gugus bipolar yaitu hidrofilik dan hidrofobik. Surfaktan dietanolamida akan cenderung larut di dalam air dan selanjutnya berperan sebagai emulsifier dengan melapisi bagian dinding-dinding globula. Semakin kecil dan seragam ukuran globula akan semakin luas permukaan dinding yang dapat terlapisi oleh surfaktan. Oleh karena itu peran surfaktan untuk menurunkan tegangan permukaan dapat berlangsung maksimal.

Cara kerja pencampuran menggunakan homogenizer adalah dengan menggerus dan memotong partikel larutan menjadi lebih kecil. Partikel berbentuk globula tersebut selanjutnya akan terlapisi oleh surfaktan dietanolamida. Sedangkan cara kerja pencampuran menggunakan mixer adalah memotong partikel larutan dengan *impeller* berbentuk pisau, akan tetapi penggunaan mixer menyebabkan adanya zona mati dan membentuk rongga udara sehingga terdapat bagian larutan yang tidak terjangkau oleh *impeller* yang menyebabkan proses emulsifikasi tidak maksimal. Terbentuknya zona mati juga terjadi pada penggunaan vortex. Hal ini ditunjukkan pada hasil pengamatan terhadap ukuran droplet (Gambar 4). Ukuran droplet yang dihasilkan dari tipe alat pencampur homogenizer menunjukkan formulasi dapat tercampur dan membentuk emulsi yang baik, sehingga memiliki tegangan permukaan yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil formulasi menggunakan tipe alat pencampur lainnya.

Sifat tegangan permukaan larutan insektisida formulasi EC juga berkaitan erat dengan kemampuan larutan tersebut dalam membentuk sudut kontak. Semakin kecil sudut kontak menunjukkan larutan insektisida mampu menyebar pada permukaan objek dengan baik. Kemampuan tersebut didasarkan pada nilai tegangan permukaan dari insektisida. Semakin kecil nilai tegangan

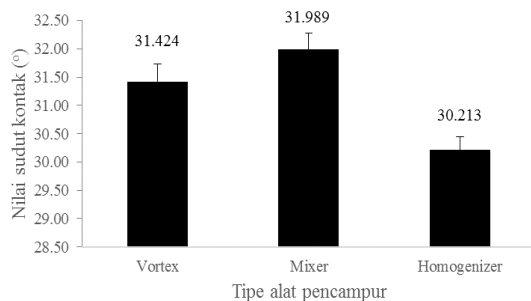
permukaan, menyebabkan semakin kecil gaya tarik antar molekul dalam larutan, sehingga gaya tarik permukaan dapat menyebabkan larutan insektisida dapat menyebar pada permukaan daun. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai sudut kontak yang kecil dari formulasi insektisida menggunakan tipe alat pencampur homogenizer yaitu $30,213 \pm 0,237^\circ$.

Sudut Kontak

Pengukuran sudut kontak dilakukan dengan melihat kemampuan insektisida formulasi EC untuk menyebar pada permukaan daun. Hal ini karena cara kerja (*mode of action*) dari bahan aktif yang terkandung (buprofezin) berupa racun kontak dan lambung. Jadi selain melalui kulit, serangga juga dapat terpapar insektisida melalui mulut saat serangga menghisap cairan tanaman yang sebelumnya sudah terkontaminasi oleh insektisida.

Insektisida diharapkan memiliki kriteria sudut kontak sekecil mungkin. Hal tersebut berkaitan dengan kemampuan larutan insektisida untuk dapat menempel dan menyebar secara merata pada permukaan obyek. Obyek sasaran insektisida formulasi EC adalah daun dan kulit serangga yang mayoritas memiliki permukaan dengan lapisan lilin. Sudut 0° menjelaskan tidak adanya sudut yang dihasilkan sehingga tetesan larutan menempel dengan baik, sudut 90° menjelaskan tetesan larutan pada obyek hanya mampu menempel namun tidak dapat tersebar, sedangkan untuk sudut 180° menjelaskan tetesan larutan tidak mampu menempel pada permukaan obyek dan langsung tergelincir.

Nilai sudut kontak insektisida formulasi EC memiliki kisaran antara $30,213 - 31,989^\circ$. Nilai rata-rata dengan sudut kontak terkecil adalah pada penggunaan homogenizer sebesar $30,213 \pm 0,237^\circ$, selanjutnya menggunakan vortex sebesar $31,424 \pm 0,311^\circ$, dan rata-rata sudut kontak tertinggi menggunakan mixer sebesar $31,989 \pm 0,292^\circ$. Diagram perbandingan tipe alat pencampur terhadap parameter sudut kontak disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram perbandingan tipe alat pencampur terhadap parameter sudut kontak

Insektisida formulasi EC dapat membentuk sudut kontak yang baik pada permukaan daun padi karena adanya peran surfaktan DEA. Homogenizer

sebagai alat formulasi insektisida menerapkan prinsip kerja yang efektif untuk dapat memperkecil partikel dengan menggerus larutan agar globula-globula yang terbentuk dapat terlapsi sempurna oleh surfaktan DEA. Sehingga penurunan tegangan permukaan akan membentuk atau menghasilkan sudut kontak yang kecil pada permukaan daun. Seperti yang dikemukakan oleh Yu *et al.* (2009) bahwa pengamatan visual tetesan larutan yang mengandung surfaktan dapat menembus dan menyebar diantara rambut-rambut halus pada permukaan daun, melalui kapilaritas. Sedangkan, tetesan larutan tanpa surfaktan tidak dapat menyebar dan hanya menempel pada permukaan daun.

Hasil penelitian menunjukkan kemampuan formulasi insektisida yang dihasilkan homogenizer lebih efektif menyebar pada permukaan daun karena memiliki nilai sudut kontak paling rendah. Hal tersebut berkaitan erat dengan nilai tegangan permukaan yang rendah dari hasil formulasi menggunakan tipe alat pencampur homogenizer yaitu $25,695 \pm 0,808$ dyne/cm. Sedangkan pada penggunaan alat pencampur vortex dan mixer memiliki tegangan permukaan yang lebih besar yaitu $26,823 \pm 0,179$ dyne/cm dan $27,327 \pm 0,824$ dyne/cm, sehingga menghasilkan sudut kontak yang besar pula. Hal ini karena pada sistem pencampuran kedua alat tersebut memiliki kelemahan yaitu terbentuknya rongga udara sehingga diduga terdapat sebagian udara yang tertahan dan mengganggu proses emulsifikasi.

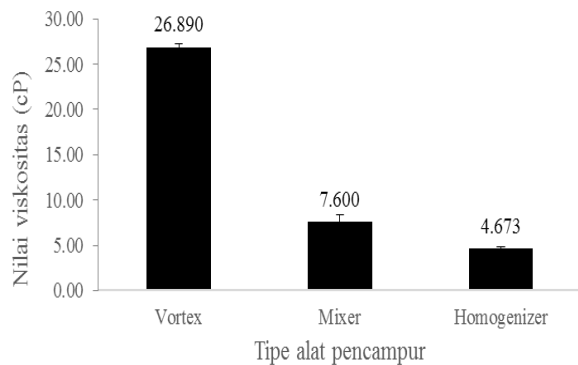
Viskositas

Kekentalan suatu cairan atau viskositas merupakan sifat fluida yang dipengaruhi oleh ukuran molekul dan gaya antar molekul. Viskositas merupakan sifat intrinsik fluida yang menunjukkan ketahanan fluida untuk mengalir. Suatu jenis cairan yang mudah mengalir dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah dan sebaliknya bahan-bahan yang sulit mengalir memiliki viskositas yang tinggi.

Nilai rata-rata dengan viskositas terkecil adalah pada homogenizer sebesar $4,673 \pm 0,164$ cP, selanjutnya menggunakan mixer sebesar $7,600 \pm 0,762$ cP, dan rata-rata viskositas tertinggi menggunakan vortex sebesar $26,890 \pm 0,400$ cP. Diagram perbandingan tipe alat pencampur terhadap parameter viskositas disajikan pada Gambar 7.

Nilai viskositas yang berbeda diduga karena faktor tipe alat pencampur yang digunakan antara lain vortex, mixer dan homogenizer berpengaruh terhadap pembentukan emulsi di dalam substansi produk insektisida formulasi EC. Nilai viskositas yang tinggi pada penggunaan tipe alat pencampur vortex menunjukkan bahwa insektisida yang dihasilkan memiliki kekentalan yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan tipe alat pencampur lainnya (mixer dan homogenizer). Hal ini diduga karena penggunaan vortex menghasilkan putaran yang menggulung larutan dan menimbulkan rongga

udara, akibatnya terdapat sebagian udara yang terjebak didalam larutan. Keberadaan udara tersebut menyebabkan terbentuknya rongga-rongga kecil yang dapat mengakibatkan aliran partikel menjadi terhalang dan susah bergerak atau mengalir.



Gambar 7. Diagram perbandingan tipe alat pencampur terhadap parameter viskositas

Berbeda halnya dengan formulasi yang dihasilkan dari alat homogenizer, putaran rotor yang menggerus partikel tidak menyebabkan timbulnya rongga udara karena adanya stator. Semakin kecil dan seragam partikel yang dihasilkan pada formulasi insektisida menggunakan tipe alat pencampur homogenizer menyebabkan partikel dapat bergerak bebas dan mudah mengalir.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil pengamatan sifat fisik insektisida formulasi EC berupa densitas, tegangan permukaan, ukuran droplet, sudut kontak dan viskositas menunjukkan bahwa tipe alat pencampur yang sesuai untuk pembuatan produk insektisida formulasi EC adalah homogenizer. Nilai masing-masing parameter formulasi insektisida yang dihasilkan dari alat homogenizer adalah sebagai berikut : densitas sebesar $0,9681 \pm 0,002$; ukuran droplet sebesar $3,961 \pm 0,092$; tegangan permukaan sebesar $25,695 \pm 0,808$; sudut kontak sebesar $30,213 \pm 0,237^\circ$ dan viskositas sebesar $4,673 \pm 0,164$ cP.

Saran

Penelitian lebih lanjut diperlukan dalam pengujian stabilitas emulsi selama penyimpanan untuk mengetahui daya simpan dari produk insektisida formulasi EC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian *Surfactant and Bioenergy Research Center* (SBRC) – LPPM IPB Kampus IPB Baranangsiang atas fasilitas yang disediakan dalam

penyelesaian penelitian ini dan kepada KKP3N-Kementrian Pertanian yang telah membantu dalam pendanaan biaya penelitian untuk pengadaan bahan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-yaari M, Al-Sarkhi A, Hussein IA, Chang F, Abbad M. 2014. Flow characteristics of surfactant stabilized water-in-oil emulsions. *J Chem Eng Res Des*.92:405–412.
- Bergenstahl BA dan Claesson PM. 1990. Surface forces in emulsions. In: Larsson K.dan Friberg SE. (Eds). *Food Emulsions*. New York: Marcell-Dekker Inc.
- De Man JM. 1997. *Food Chemistry*. Di dalam Padmawinata K. Kimia Makanan. Bandung: ITB Pr.
- Djojosumarto P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya*. Jakarta: Agromedia Pustaka
- Georgiou G, Lin SC, dan Sharma MM. 1992. Surface active compounds from microorganisms (Review). *JBio/Technol*. 10: 60-65
- Hambali E, Rivai M, Rahmini, Nisya FN, Siregar NC. 2014. Perbaikan proses produksi surfaktan non-ionik DEA dari sawit untuk meningkatkan efektifitas insektisida dalam pengendalian wereng coklat pada padi. Bogor (ID): Laporan Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian. IPB
- Kamalakar K, Tenneti S, Yarra M, Rachapudi BNP, Mallampalli SLK. 2013. Synthesis of thumba, castor and sal fatty ethanolamide-based anionic surfactants. *J Sur Det*. s11743-013-1500-2
- Knowles A. 2008. Recent developments of safer formulations of agrochemicals. *J Environ*.28:35–44.
- Probowati A, Paradigma CG, dan Diyono I. 2012. Pembuatan surfaktan dari minyak kelapa murni (VCO) melalui proses amidasi dengan katalis NaOH. *J Tek Kim Ind*. 1(1): 424-432.
- Saenong MS. 2011. Beberapa produk baru insektisida untuk organisme pengganggu tanaman pangan, hortikultura dan tanaman perkebunan. Sulawesi Selatan (ID): Balai Penelitian Tanaman Serealia
- Sanatkaran N, Masalova I, dan Malkin AY. 2014. Effect of surfactant on interfacial film and stability of highly concentrated emulsions stabilized by various binary surfactant mixtures. *J Coll Surf A: Physicochem Eng Aspects*. 461: 85–91.
- Tangsuphoom N dan Coupland JN. 2005. Effect of heating and homogenization on the stability of coconut milk emulsion. *J Food Sci*. 70 (8) : 466-470

Wirakartakusumah MA, Subarna, Arpah M, Syah D, Budiwati SI. 1992. *Peralatan dan Unit Proses Industri Pangan*. PAU IPB. Bogor.

Yu Y, Zhu H, Frantz JM, Reding ME, Chan KC, Ozkan HE. 2009. Evaporation and coverage area of pesticide droplets on hairy and waxy leaves. *J Biosyst Eng*. 104: 324 – 334.