

EFFECT OF STIRRING SPEED AND DURATION OF MICROEMULSION CHARACTERISTICS OF CLOVE ESSENTIAL OIL (Syzygium aromaticum)

PENGARUH KECEPATAN DAN LAMA PENGADUKAN TERHADAP KARAKTERISTIK MIKROEMULSI MINYAK ATSIRI CENGKEH (*Syzygium aromaticum*)

I W. Mika Pratama, Lutfi Suhendra*, N. M. Wartini

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Indonesia.

Diterima 31 Januari 2023 / Disetujui 20 Maret 2023

ABSTRACT

*The main product of the clove plant (*Syzygium aromaticum*) is essential oil. Clove oil has the advantage of being able to inhibit the growth of *Staphylococcus aureus* compared to other essential oils containing eugenol. The nature of essential oils is volatile so that in this study clove oil was made in the form of microemulsions because microemulsions are thermodynamically stable, transparent and have low viscosity. The characteristics of the microemulsion are influenced by several factors including the duration of stirring and the speed of stirring. The purpose of this study was to determine the effect of speed and duration of stirring on the characteristics of clove essential oil microemulsions and to determine the best speed and duration of stirring to produce the characteristics of clove essential oil microemulsions. This experiment used a randomized block design with two factors, namely speed and duration of stirring. Stirring was carried out for 4, 6 and 8 minutes and the stirring speed was 600, 700, 800 and 900 rpm. Data were analyzed for variance using excel, if there was an effect of treatment on the observed variables, the analysis was continued with the BNJ Test. The results showed that the combination of speed and duration of stirring had an effect on the characteristics of the resulting microemulsion. A speed of 600 rpm and a stirring time of 4 minutes was the best treatment for making clove essential oil microemulsions with the smallest turbidity index values after 24 hours of incubation and after centrifugation, namely $0.449 \pm 0.026\%$ and $0.473 \pm 0.047\%$. Clove essential oil microemulsion particle size was 11.3 ± 2.5 nm. Clove essential oil microemulsion was stable for 8 weeks of storage.*

Keywords : *Microemulsion, essential oil, stirring speed, stirring time, *Syzygium aromaticum*.*

ABSTRAK

Produk utama tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) ialah minyak atsiri. Minyak cengkeh memiliki keunggulan yaitu kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dibanding dengan minyak atsiri yang mengandung eugenol lainnya. Sifat dari minyak atsiri mudah menguap sehingga pada penelitian ini minyak cengkeh dibuat dalam bentuk mikroemulsi sebab mikroemulsi secara termodinamika bersifat stabil, transparan, dan viskositasnya rendah. Karakteristik mikroemulsi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya lama pengadukan dan kecepatan pengadukan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kecepatan dan lama pengadukan terhadap karakteristik mikroemulsi minyak atsiri cengkeh dan menentukan kecepatan dan lama pengadukan terbaik untuk menghasilkan karakteristik mikroemulsi minyak atsiri cengkeh. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan dua faktor yaitu kecepatan dan lama

* Korespondensi Penulis

Email : lutfisuhendra@hotmail.com

pengadukan. Pengadukan dilakukan selama 4, 6 dan 8 menit dan kecepatan pengadukan 600, 700, 800, dan 900 rpm. Data dianalisis varian menggunakan excel, apabila ada pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati, analisis dilanjutkan dengan Uji BNJ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi kecepatan dan lama pengadukan berpengaruh terhadap karakteristik mikroemulsi yang dihasilkan. Kecepatan 600 rpm dan waktu pengadukan selama 4 menit merupakan perlakuan terbaik untuk membuat mikroemulsi minyak atsiri cengkeh dengan nilai indeks turbiditas terkecil setelah inkubasi 24 jam dan sesudah sentrifugasi yaitu $0,449 \pm 0,026\%$ dan $0,473 \pm 0,047\%$. Ukuran partikel mikroemulsi minyak atsiri cengkeh sebesar $11,3 \pm 2,5$ nm. Mikroemulsi minyak atsiri cengkeh stabil selama penyimpanan 8 minggu

Kata kunci: Mikroemulsi, minyak atsiri, kecepatan pengadukan, lama pengadukan, *Syzygium aromaticum*.

PENDAHULUAN

Minyak atsiri merupakan minyak yang terkandung dalam tanaman yang umum digunakan untuk tujuan kesehatan dan juga merupakan senyawa metabolit sekunder golongan terpena yang disintesis melalui jalur asam mevalonat. Minyak atsiri sering digunakan dalam pembuatan kosmetik, parfum, antibiotik, antioksidan dan untuk mengobati penyakit ringan, serta dapat mengurangi stres (Pratiwi dan Utami, 2018; Ketaren, 1985). Menurut Firyanto *et al.* (2020) banyak tumbuhan yang dapat menghasilkan minyak atsiri, minyak atsiri bisa didapatkan dari bagian daun, bunga, batang dan akar pada tumbuhan. Meskipun demikian, dari banyaknya jenis minyak atsiri, minyak atsiri yang mengandung senyawa antibakteri tinggi sangat banyak tergantung sumbernya sehingga penelitian lebih lanjut terus dilakukan pada berbagai jenis tumbuhan yang dapat menghasilkan minyak atsiri.

Contoh tumbuhan dengan sifat antibakteri yang tinggi adalah cengkeh (*Syzygium aromaticum*) (Lestari, 2017). Minyak atsiri cengkeh mengandung senyawa utama eugenol, senyawa eugenol pada cengkeh memiliki manfaat lebih dibandingkan minyak atsiri eugenol lainnya. Keunggulan eugenol pada cengkeh adalah memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dibandingkan dengan minyak atsiri lain yang mengandung eugenol, seperti jinten dan daun sirih (Minasari, 2017; Bahar dan Sudomo, 2015). Kemampuan menghambat dari eugenol cengkeh merupakan yang paling tinggi dibandingkan minyak atsiri lainnya, yaitu sebesar 70-96% (Towaha, 2012). Kandungan minyak atsiri bunga cengkeh mencapai 21,3% dengan kadar eugenol 78-95%, batang cengkeh mencapai 6% dengan kadar eugenol 89-95% dan daun cengkeh mencapai kadar eugenol 2-3% dengan kadar eugenol 80-85%. Senyawa lain yang ditemukan dalam minyak atsiri cengkeh adalah β -pinene, limonene, farnesol, benzaldehyde, 2-heptanone, dan ethyl hexanoate. (Lestari, 2017; Hadi, 2012). Berdasarkan sifat kelarutan dan mudah menguap dari minyak atsiri, minyak atsiri cengkeh dibuat dalam bentuk emulsi, Diharapkan setelah diformulasikan menjadi emulsi, sifat kelarutan dan mudah menguap dari minyak atsiri dapat teratasi seperti stabil dalam jangka waktu lama secara termodinamika, mempunyai daya larut yang tinggi, dan tidak menguap bila dibiarkan di udara terbuka serta mempermudah pemanfaatannya menjadi obat sakit gigi, bahan pengawet, penyedap makanan dan bahan untuk pembuatan kosmetik.

Emulsi adalah dispersi kasar dari dua atau lebih cairan yang tidak bercampur, atau ketika satu cairan terdispersi dalam cairan lainnya. Emulsi adalah sediaan yang mengandung dua zat yang tidak bercampur, biasanya air dan minyak, di mana cairan, ketika terdispersi, menjadi partikel kecil dalam cairan lain (Supriyo, 2007; Purwatinigrum, 2014). Berdasarkan jenisnya emulsi terdiri dari tiga jenis yaitu makroemulsi, nanoemulsi, dan mikroemulsi.

Makroemulsi merupakan emulsi non transparan dengan ukuran fasa terdispersi lebih besar dari

400 nm (0,4 μm) (Sari dan Sauqi, 2018). Nanoemulsi adalah sediaan secara termodinamika stabil, dispersi transparan minyak dan air yang distabilkan oleh membran permukaan molekul surfaktan dan ko-surfaktan serta ukuran tetesannya 20-500 nm (Shafiq *et al.*, 2007; Shafiq *et al.*, 2007). Mikroemulsi adalah sistem emulsi yang stabil secara termodinamika dan kinetik. Mikroemulsi minyak/air (m/a) adalah minyak yang dapat terdispersi dalam air yang distabilkan oleh lapisan tipis molekul amfoter dan memiliki ukuran partikel kurang dari 100 nm (Talegaonkar *et al.*, 2008). Dari ketiga jenis emulsi tersebut, mikroemulsi dipilih pada penelitian ini, karena karakteristik mikroemulsi secara termodinamika stabil dan transparan daripada emulsi lainnya.

Karakteristik mikroemulsi memiliki banyak keunggulan dibandingkan emulsi konvensional. Karakteristik ini meliputi stabilitas termodinamika, bening, transparan, viskositas rendah dan tingkat kelarutan yang tinggi untuk meningkatkan bioavailabilitas bahan yang dibawa dalam tubuh (Bakan *et al.*, 1995). Karakteristik mikroemulsi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya waktu pengadukan dan kecepatan pengadukan (Cho *et al.*, 2008; Cui *et al.*, 2009; Sari dan Iestari, 2015).

Jufri *et al.* (2009) melaporkan pada penelitiannya pembuatan mikroemulsi minyak buah merah membutuhkan pengadukan yang lembut, kecepatan pengadukan bervariasi antara 600 dan 900 rpm. Pada kecepatan 600 rpm campuran masih berupa emulsi. Pada kecepatan 800 hingga 900 rpm terbentuk mikroemulsi minyak buah merah, namun busa masih banyak. Pada 700 rpm, mikroemulsi terbentuk dan lebih sedikit busa. Pada penelitian Sucitawati *et al.* (2021) pembuatan mikroemulsi α -Tokoferol terbentuk ketika campuran diaduk selama 4 menit. Waktu pencampuran yang lebih lama dan peningkatan kecepatan pencampuran dapat menurunkan viskositas emulsi tetapi juga memperlambat waktu pemisahan emulsi minyak dalam air (Novianty, 2008). Pengadukan dapat memperluas area kontak dengan meningkatnya kecepatan pengadukan, sehingga meningkatkan homogenitas campuran, menurunkan viskositas emulsi yang terbentuk. Pengadukan memiliki kemampuan untuk mengurangi tegangan antar muka dan memperbesar luas permukaan globul (Khan *et al.*, 2013; Di Scipio *et al.*, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, kecepatan dan lama pengadukan sangat berpengaruh terhadap karakteristik mikroemulsi. Akan tetapi, belum ada kajian lebih lanjut terkait pembuatan mikroemulsi minyak atsiri cengkeh. Oleh sebab itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari kecepatan dan lama pengadukan terhadap karakteristik

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu hot plate (Thermo Scientific), magnetic stirrer, gelas beaker (Iwaki), pipet mikro (Thermo Scientific), spatula, gelas ukur (Iwaki), buret, Particle Size Analyzer (HORIBA SZ-100), spektrofotometer (Biochrome SN 133467), centrifuge (Centurion Scientific Centrifuge – K3 Series), botol vial, dan kertas label.

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini yaitu minyak atsiri dari daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) yang diperoleh di toko esensial oil di Denpasar, dan bahan tambahan lainnya seperti Span 80 (Merck), Tween 20 (Merck), Tween 80 (Merck), aquades (Water One), dan buffer sitrat (Merck).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor yaitu kecepatan pengadukan (K) dan lama pengadukan (L). Kecepatan pengadukan terdiri dari 4 taraf yaitu K1: 600 rpm, K2: 700 rpm, K3: 800 rpm, dan K4: 900 rpm sedangkan lama pengadukan terdiri dari 3 taraf yaitu L1: 4 menit, L2: 6 menit, dan L3: 8 menit.

Berdasarkan kedua faktor tersebut, diperoleh 12 kombinasi perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak dua kali sehingga diperoleh 24 unit percobaan.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan rancangan acak kelompok

Lama Pengadukan (menit)	Kecepatan Pengadukan (rpm)			
	600 (K1)	700 (K2)	800 (K3)	900 (K4)
4 (L1)	K1L1	K2L1	K3L1	K4L1
6 (L2)	K1L2	K2L2	K3L2	K4L2
8 (L3)	K1L3	K2L3	K3L3	K4L3

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan analysis of variance (ANOVA). Apabila ada pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati, analisis dilanjutkan dengan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) menggunakan software MiniTab. Regresi linier dilakukan dengan cara plot rata-rata dalam grafik dan hitung persamaan regresinya dengan menggunakan program Excel.

Pelaksanaan Penelitian

Mikroemulsi minyak atsiri cengkeh dibuat dari campuran surfaktan hidrofilik dan lipofilik, Tween 20 dan Tween 80 merupakan jenis surfaktan hidrofilik dan Span 80 merupakan surfaktan lipofilik, campuran surfaktan dibuat dengan perbandingan Tween 20 sebesar 98%, Span 80 sebesar 0,5% dan Tween 80 sebesar 1,5%, sehingga menghasilkan HLB 14,5. Larutan stok buffer pH 4,5 ; 5,5 dan 6,5 digunakan untuk proses pengenceran.

Rumus Menghitung HLB

$$= (\text{konsentrasi Tween 80 (\%)} \times \text{HLB Tween 80}) + (\text{konsentrasi Tween 20 (\%)} \times \text{HLB Tween 20}) + (\text{konsentrasi Span 80 (\%)} \times \text{HLB Span 80})$$

Mikroemulsi minyak atsiri cengkeh dibuat dengan perbandingan surfaktan 77,5% dan minyak atsiri cengkeh 22,5% dengan total larutan sebanyak 5 ml. Selanjutnya campuran minyak atsiri cengkeh dan surfaktan diaduk di atas hot plate menggunakan magnetic stirrer pada suhu $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Kemudian campuran minyak atsiri cengkeh dan surfaktan ditambahkan aquades tetes demi tetes sebanyak 15 ml. Variasi kecepatan pengadukan terdiri dari K1: 600 rpm, K2: 700 rpm, K3: 800 rpm, dan K4: 900 rpm dan variasi lama pengadukan terdiri dari L1: 4 menit, L2: 6 menit, dan L3: 8 menit, selanjutnya diinkubasi selama 24 jam. Mikroemulsi yang terbentuk diamati secara visual yaitu terbentuknya campuran fase tunggal yang transparan. Suatu mikroemulsi dikatakan stabil jika dapat diamati secara visual yaitu tidak membentuk gel, dan jika diaduk selama 1 menit tidak keruh dan tetap transparan (Suhendra *et al.*, 2012). Setelah itu, dilakukan pengujian sesuai parameter yang diamati

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri cengkeh, nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri cengkeh terhadap pH dan pengenceran, nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri cengkeh terhadap sentrifugasi, redispersi mikroemulsi dan nilai ukuran partikel mikroemulsi minyak atsiri cengkeh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Indeks Turbiditas Mikroemulsi Minyak Atsiri Cengkeh

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa kecepatan dan lama pengadukan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi yang dihasilkan. Nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak atsiri cengkeh setelah inkubasi 24 jam ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak atsiri cengkeh setelah inkubasi 24 jam

Lama Pengadukan (menit)	Kecepatan Pengadukan (rpm)				Kenampakan
	600 (K1)	700 (K2)	800 (K3)	900 (K4)	
4 (L1)	0,449±0,026 ^b	0,464±0,015 ^b	0,484±0,010 ^b	0,477±0,013 ^b	Transparan
6 (L2)	0,503±0,024 ^{ab}	0,501±0,024 ^{ab}	0,502±0,000 ^{ab}	0,497±0,007 ^{ab}	Transparan
8 (L3)	0,509±0,003 ^{ab}	0,554±0,028 ^a	0,517±0,002 ^{ab}	0,486±0,023 ^{ab}	Transparan

Keterangan: huruf yang sama dibelakang nilai menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kesalahan 5%.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak atsiri cengkeh pada semua kombinasi perlakuan mempunyai nilai indeks turbiditas di bawah 1% dan memiliki kenampakan transparan. Kecepatan 600 rpm dan lama waktu pengadukan 4 menit merupakan kombinasi perlakuan yang memiliki nilai indeks turbiditas terkecil yaitu sebesar 0,449±0,026%. Nilai indeks turbiditas mikroemulsi menunjukkan bahwa semakin kecil nilai indeks turbiditasnya maka semakin stabil mikroemulsi yang dihasilkan.

Peningkatan kecepatan dan lama waktu pengadukan berperan dalam pembentukan emulsi dan tingkat kestabilan emulsi (McClements dan Rao, 2011). Tabel 2 menunjukkan nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak atsiri cengkeh meningkat seiring meningkatnya kecepatan dan lama waktu pengadukannya, semakin lama waktu pengadukan dan kecepatannya meningkat menyebabkan suhu meningkat, suhu yang terlalu tinggi menyebabkan air pada campuran mikroemulsi mengalami penyusutan sehingga mikroemulsi yang dihasilkan menjadi keruh dan nilai indeks turbiditasnya tinggi. Pada mikroemulsi minyak cengkeh menggunakan variasi kecepatan pengadukan 600-900 rpm pada kecepatan 700-900 rpm, mikroemulsi terbentuk akan tetapi nilai indeks turbiditasnya tinggi. Pada kecepatan 600 rpm, mikroemulsi terbentuk dan nilai indeks turbiditasnya rendah serta kenampakannya lebih jernih. Dengan demikian, kecepatan pengadukan yang optimum untuk pembuatan mikroemulsi minyak atsiri cengkeh adalah 600 rpm. Variasi lama waktu pengadukan yang digunakan adalah 4, 6 dan 8 menit. Pada menit ke-6 dan ke-8 menit, mikroemulsi yang dihasilkan busanya lebih banyak dan nilai indeks turbiditasnya lebih tinggi. Pada waktu 4 menit busa yang terdapat lebih sedikit dan nilai indeks turbiditasnya lebih kecil. Sehingga, lama waktu pengadukan yang optimal untuk membuat mikroemulsi minyak atsiri cengkeh adalah 4 menit.

Nilai Indeks Turbiditas Mikroemulsi Minyak Atsiri Cengkeh Terhadap Sentrifugasi

Hasil analisis keragaman pada kombinasi perlakuan kecepatan dan lama waktu pengadukan terhadap mikroemulsi minyak cengkeh menunjukkan tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap nilai indeks turbiditas (%) setelah sentrifugasi mikroemulsi yang dihasilkan. Nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak atsiri cengkeh setelah sentrifugasi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak atsiri cengkeh setelah sentrifugasi

Lama Pengadukan (menit)	Kecepatan Pengadukan (rpm)				Kenampakan
	600 (K1)	700 (K2)	800 (K3)	900 (K4)	
4 (L1)	0,473±0,047 ^a	0,503±0,037 ^a	0,527±0,029 ^a	0,493±0,013 ^a	Transparan
6 (L2)	0,520±0,029 ^a	0,531±0,008 ^a	0,548±0,023 ^a	0,560±0,101 ^a	Transparan
8 (L3)	0,497±0,010 ^a	0,569±0,049 ^a	0,503±0,031 ^a	0,527±0,023 ^a	Transparan

Keterangan: huruf yang sama dibelakang nilai menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kesalahan 5%.

Tabel 3 memperlihatkan bahwa pada kombinasi perlakuan 700 rpm : 8 menit menghasilkan nilai indeks turbiditas mikroemulsi terbesar yaitu sebesar 0,569±0,049%. Nilai indeks turbiditas terendah

dihasilkan pada kombinasi perlakuan 600 rpm : 4 menit dengan nilai indeks turbiditas sebesar $0,473 \pm 0,047\%$. Sentrifugasi dapat menyebabkan mikroemulsi terpisah dengan fase rapat massanya jika mikroemulsi tidak stabil, hal ini disebabkan karena ada gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal dapat menyebabkan terjadinya penggabungan antar droplet sehingga droplet menjadi lebih besar dan menyebabkan nilai indeks turbiditas menjadi tinggi.

Pengamatan uji sentrifugasi bertujuan untuk mengetahui stabilitas mikroemulsi oleh pengaruh gaya sentrifugal (Mitsui, 1998). Nilai indeks turbiditas tinggi, menunjukkan mikroemulsi cenderung tidak stabil. Mikroemulsi dikatakan stabil jika menunjukkan tidak adanya kerusakan atau pemisahan fase saat sentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 30 menit (Permana dan Suhendra, 2015; Cho *et al.*, 2008).

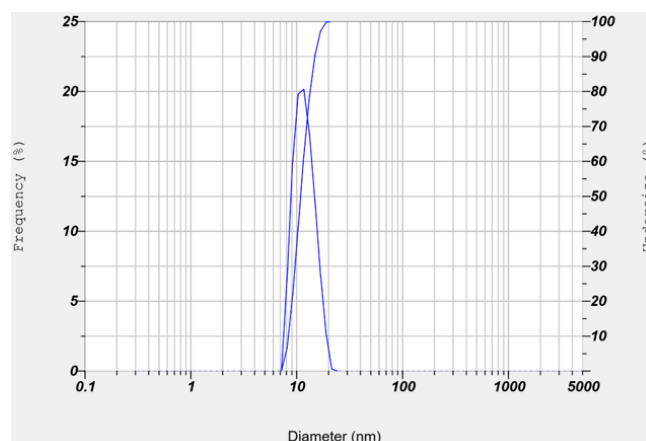
Nilai Ukuran Partikel Mikroemulsi Minyak Atsiri Cengkeh

Hasil pengukuran PSA (*particle size analyzer*) mikroemulsi minyak atsiri cengkeh pada variasi perlakuan kecepatan dan lama pengadukan (600 rpm : 4 menit) menunjukkan bahwa mikroemulsi yang dihasilkan memiliki ukuran partikel lebih kecil dari 100 nm yaitu dengan nilai rata-rata $11,3 \pm 2,5$ nm. Mikroemulsi minyak atsiri cengkeh memiliki ukuran droplet terbanyak sebesar 10,9. Hasil ukuran partikel tersebut menunjukkan bahwa larutan terdispersi adalah mikroemulsi. Tabel hasil analisis ukuran partikel dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis ukuran partikel

Peak No.	S.P. Area Ratio	Mean	S.D	Mode
1	1,00	11,3 nm	2,5 nm	10,9 nm
2 nm	... nm	... nm
3 nm	... nm	... nm
Total	1,00	11,3 nm	2,5 nm	10,9 nm

Nilai polidispersitas indeks (PI) pada hasil PSA pada penelitian ini sebesar 0,457. Nilai Polidispersitas indeks (PI) yang rendah menunjukkan bahwa mikroemulsi yang dihasilkan memiliki kestabilan serta ukuran mikroemulsi akan seragam. Menurut Avadi *et al.* (2009) Nilai PI yang mendekati 0 menunjukkan distribusi ukuran partikel yang homogen dan nilai PI di atas 0,5 menunjukkan heterogenitas yang tinggi. Nilai PI adalah ukuran distribusi berat molekul dalam sampel yang diberikan (Haryono *et al.*, 2012). Grafik distribusi ukuran partikel mikroemulsi minyak atsiri cengkeh dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik distribusi ukuran partikel mikroemulsi minyak atsiri cengkeh

Gambar 3 menunjukkan bahwa ukuran mikroemulsi minyak atsiri cengkeh yang seragam

ditunjukkan dengan grafik distribusi normal yang cenderung menyempit dengan standar deviasi 2,5 nm. Nilai PI antara 0,1 dan 0,25 menunjukkan distribusi ukuran yang seragam sedangkan nilai lebih besar dari 0,5 menunjukkan distribusi yang tidak merata, semakin dekat nilainya dengan 0. semakin baik distribusinya (Nindhin *et al.*, 2008).

Nilai Indeks Turbiditas Stabilitas Mikroemulsi Minyak Atsiri Cengkeh terhadap pH dan Pengenceran

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa kecepatan dan lama pengadukan mikroemulsi minyak atsiri cengkeh berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai indeks turbiditas (%) pH dan Pengenceran 1:1, 1:9 dan 1:99. Nilai indeks turbiditas (%) Nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri cengkeh terhadap pengenceran 1:1, 1:9 dan 1:99 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri cengkeh terhadap pengenceran 1:1, 1:9 dan 1:99

pH	Pengenceran			Kenampakan
	1:1	1:9	1:99	
4,5	0,296 ^a	0,199 ^a	0,189 ^a	Transparan
5,5	0,371 ^b	0,153 ^b	0,189 ^a	Transparan
6,5	0,312 ^b	0,150 ^b	0,180 ^a	Transparan

Keterangan: huruf yang sama dibelakang nilai menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kesalahan 5%.

Tabel 5 memperlihatkan bahwa pengenceran 1:1 stabil terhadap perubahan pH (4,5; 5,5; 6,5) yang memiliki nilai indeks turbiditas sebesar (pH 4,5) 0,296, (pH 5,5) 0,371, dan (pH 6,5) 0,312, kestabilan pada pengenceran 1:1 disebabkan karena dalam pembuatan mikroemulsi menggunakan surfaktan nonionik. Surfaktan nonionik merupakan campuran surfaktan hidrofobik dan hidrofilik yang dapat memperkecil tegangan antar muka dan ukuran droplet mikroemulsi sehingga memperbaiki stabilitas mikroemulsi yang dihasilkan dan stabil di kondisi pH asam (Cho *et al.*, 2008; Zheng *et al.*, 2022).

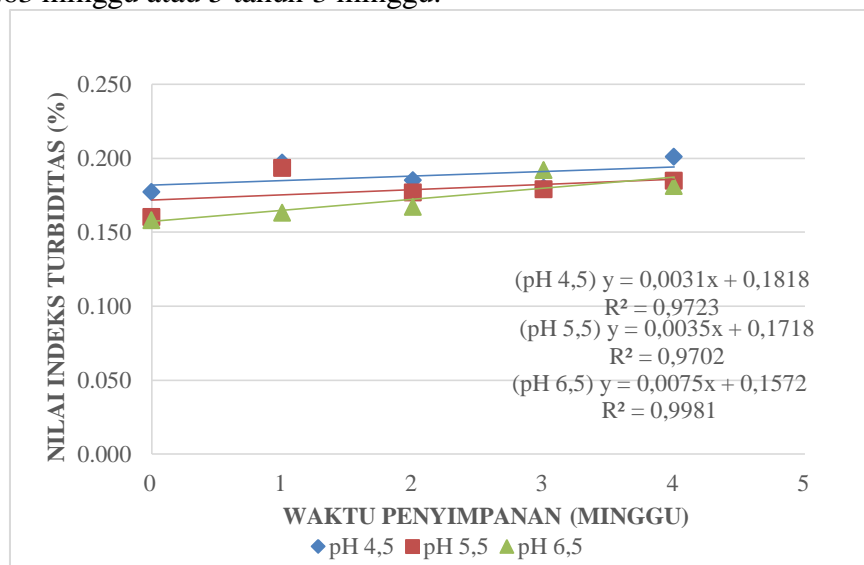
Pada Tabel 5 dapat dilihat hal yang sama dengan pengenceran 1:1 terjadi pada pengenceran 1:9 dan 1:99. Pada pengenceran 1:9 dan 1:99 pada semua pH menghasilkan nilai indeks turbiditas (%) di bawah 1% hal tersebut dapat dikatakan bahwa pada pengenceran 1:9 dan 1:99 mikroemulsi minyak atsiri cengkeh memiliki rasio mikroemulsi lebih sedikit daripada pH sehingga pada perbandingan 1:9 dan 1:99 pada semua perlakuan stabil terhadap berbagai perubahan pH (4,5; 5,5; 6,5) pada pengenceran 1:1, 1:9, dan 1:99. Menurut Suhendra *et al.* (2013) Mikroemulsi yang diencerkan dengan perubahan pH menghasilkan penurunan nilai indeks turbiditas yang signifikan ($P < 0,05$) dan menunjukkan stabilitas tinggi yang ditandai dengan tampilan transparan dan nilai indeks turbiditasnya kurang dari 1%.

Uji redispersi mikroemulsi minyak atsiri cengkeh

Mikroemulsi minyak atsiri cengkeh telah dilakukan pengenceran menggunakan pH 4,5; 5,5; dan 6,5 dengan perbandingan 1:9 mempunyai kestabilan tinggi yang menunjukkan kenampakan yang jernih, tidak terdapat endapan, dan memiliki nilai indeks turbiditas kurang dari 1%. Laju kerusakan mikroemulsi minyak cengkeh dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan bahwa koefisien variabel (x) waktu penyimpanan yaitu sebesar 0,0031 pada pH 4,5 pengenceran 1:9. Nilai determinasi (R^2) menunjukkan bahwa 97,45 % nilai indeks turbiditas (%) dipengaruhi oleh waktu penyimpanan dan 2,55% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti. Koefisien variabel (x) waktu penyimpanan yaitu sebesar 0,0035 pada pH 5,5 pengenceran 1:9. Nilai determinasi (R^2) menunjukkan bahwa 97% nilai indeks turbiditas (%)

dipengaruhi oleh waktu penyimpanan dan 3% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti. Koefisien variabel (x) waktu penyimpanan yaitu sebesar 0,0075 pada pH 6,5 pengenceran 1:9. Nilai determinasi (R^2) menunjukkan bahwa 93,79% nilai indeks turbiditas (%) dipengaruhi oleh waktu penyimpanan dan 6,21% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti. Nilai Indeks Turbiditas (%) Stabilitas mikroemulsi minyak atsiri cengkeh selama penyimpanan terhadap pH 4,5, pH 5,5 dan pH 6,5 pada pengenceran 1:9 menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda. Stabilitas terbaik pada mikroemulsi minyak atsiri cengkeh selama penyimpanan dan pengenceran 1:9, yaitu pada pH 4,5 dengan koefisien variabel (x) waktu penyimpanan sebesar 0,0031. Prediksi berdasarkan perhitungan persamaan regresi mikroemulsi minyak atsiri cengkeh untuk mencapai nilai indeks turbiditas (%) diprediksi selama 263 minggu atau 5 tahun 3 minggu.



Gambar 4. Grafik stabilitas waktu penyimpanan mikroemulsi minyak atsiri cengkeh

Dwipayana *et al.*, (2021) melaporkan bahwa mikroemulsi minyak atsiri jahe stabil pada pH 4,5, 5,5, dan 6,5 pada pengenceran 1:9. Mikroemulsi minyak atsiri cengkeh selama penyimpanan terhadap pH 4,5, 5,5 dan 6,5 memiliki nilai stabil yang ditandai dengan kenampakan transparan dan memiliki nilai indeks turbiditas di bawah 1%. Hasil pada indeks turbiditas pH 4,5 menunjukkan nilai yang rendah dibandingkan dengan pH 5,5 dan 6,5 meskipun tidak berbeda signifikan, hal ini dikarenakan minyak atsiri cengkeh memiliki pH optimal 4,5. McClements *et al.* (2000) melaporkan bahwa emulsi yang distabilkan oleh surfaktan non ionik tidak mengalami perubahan muatan elektrik akibat perubahan pH.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Variasi kecepatan dan lama pengadukan berpengaruh terhadap nilai indeks turbiditas (%) dan karakteristik mikroemulsi minyak atsiri cengkeh. Semakin lama waktu pengadukan dan meningkatnya kecepatan pengadukan menyebabkan mikroemulsi minyak atsiri cengkeh yang terbentuk menjadi keruh

Kecepatan pengadukan 600 rpm dan waktu pengadukan 4 menit merupakan variasi kecepatan dan lama pengadukan terbaik untuk membuat mikroemulsi minyak atsiri cengkeh dengan karakteristik mikroemulsi yang memiliki kenampakan transparan, nilai indeks turbiditas (%) sebelum sentrifugasi yaitu sebesar $0,449 \pm 0,026\%$ dan setelah sentrifugasi sebesar $0,473 \pm 0,047\%$ serta memiliki ukuran partikel $11,3 \pm 2,5$ nm, dan ukuran droplet terbanyak sebesar 10,9 nm.

Mikroemulsi minyak atsiri cengkeh stabil selama 8 minggu penyimpanan.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk menghasilkan mikroemulsi minyak atsiri cengkeh dapat menggunakan variasi kecepatan dan lama waktu pengadukan yaitu 600 rpm dan 4 menit. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai campuran surfaktan dengan kombinasi surfaktan anionik agar lebih efektif dalam pembuatan mikroemulsi minyak atsiri cengkeh.

DAFTAR PUSTAKA

- Avadi, M. R., Sadeghi, A. M., Mohammadpour, N., Abedin, S., Atyabi, F., Dinarvand, R., and Tehrani, M. R. 2010. Preparation and characterization of insulin nanoparticles using chitosan and arabic gum with ionic gelation method. *Nanomedicine Journal*, 6(1): 58-63. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1549963409000926>
- Bahar, M., dan Sudomo, P. 2015. Perbandingan efektivitas antara minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan larutan obat kumur yang mengandung daun sirih dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembentuk plak gigi secara in vitro. *Jurnal Profesi Medika*, 9(1): 28–35. <https://ejournal.upnvj.ac.id/index.php/JPM/article/view/825>
- Bakan, J. A. 1995. Microemulsion. Di dalam *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology*. Swarbrick, J., J. C. Boylan (Eds.). Marcel Dekker Inc, New York. p, 335-369.
- Cho, Y. H., Kim, S., Bae, E. K., Mok, C. K., and Park, J. 2008. Formulation of a cosurfactant- free o/w microemulsion using nonionic surfactant mixtures. *Journal of Food Science*, 73(3): 115-121. <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1750-3841.2008.00688.x>
- Cui, J., Yu, B., Zhao, Y., Zhu, W., Li, H., Lou, H., and Zhai, G. 2009. Enhancement of oral absorption of curcumin by self-microemulsifying drug delivery systems. *International Journal of Pharmaceutical*, 371(1-2): 148-155. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378517308008247>
- Di Scipio, S., Blanco, D., Diaz, A., Mireles, A., and Murillo, A. 2012. Influence of egg yolk/Tween60 surfactant blends on the behavior of o/w concentrated emulsions, *Chemical Engineering Transactions*, 24: 577-582. <https://folk.ntnu.no/skoge/prost/proceedings/pres2011andicheap10/ICheaP10/427DiScipio.pdf>
- Dwipayana, I. M. 2021. Pengaruh rasio campuran surfaktan dan minyak atsiri jahe (*Zingiber officinale* var. *Amarum*) terhadap karakteristik mikroemulsi yang dihasilkan. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana, Bali. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jtip/article/download/86426/44433/>
- Firyanto, R., Kusumo, P., dan Yuliasari, I. E. 2020. Pengambilan minyak atsiri dari tanaman sereh menggunakan metode ekstraksi soxhletasi. *Journal of Chemical Engineering*, 1(1): 1-6. <https://core.ac.uk/download/pdf/249338674.pdf>
- Hadi, S. 2012. Pengambilan minyak atsiri bunga cengkeh (clove oil) menggunakan pelarut n-heksana dan benzena. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. Semarang, 1(2): 25-30. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jbat/article/viewFile/2546/2599>
- Haryono, A., Restu, W. K., dan Harmami, S. B. 2012. Preparasi dan karakterisasi nanopartikel aluminium fosfat. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 14(1): 51-55. <https://jurnal.batan.go.id/index.php/jsmi/article/download/4641/4043>
- Jufri, M., Djajadisastra, J., dan Maya, L. 2009. Pembuatan mikroemulsi dari minyak buah merah. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(1): 18-27. <https://scholarhub.ui.ac.id/mik/vol6/iss1/3/>
- Ketaren, S. 1985. Pengantar teknologi minyak atsiri. Balai Pustaka. Jakarta, 45-64.

- Khan, B. A., Akhtar, N., Khan, H., and Braga, V. A. 2013. Development, characterization and antioxidant activity of polysorbate based O/W emulsion containing polyphenols derived from Hippophae rhamnoides and Cassia fistula. *Brazilian journal of Pharmaceutical Sciences*, 49(4): 763-773.
<https://www.scielo.br/j/bjps/a/L7F9vsdMLppB55mqMnS4j5C/?format=pdf&lang=en>
- Lestari, W. C. 2017. Efek antibakteri uap minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan metode gaseous contact. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
<https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/27884/12613282%20Widya%20Citra%20Lestari.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- McClements, D. J. and Decker, E. A. 2000. Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: impact of molecular environment on chemical reaction in heterogeneous food system. *Journal of Food Science*, 65(8): 1270-1282.
<http://lib3.dss.go.th/fulltext/Journal/Journal%20of%20food%20science/2000%20v.65/no.8/jfsv65n8p1270-1282ms20000241%5B1%5D.pdf>
- McClements, D. J., dan Rao, J. 2011. Food-grade nanoemulsions: formulation, fabrication, properties, performance, biological fate, and potential toxicity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(4); 285-330.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2011.559558>
- Minasari. 2017. Effect of essential oils of clove and cumin against the growth of *Staphylococcus*. *Padjadjaran Journal of Dentistry*, 28(1): 7-12.
<https://jurnal.unpad.ac.id/pjd/article/download/13509/6303>
- Mitsui, T. 1998. *New Cosmetic Science*. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=Kw0ix_BHpIC&oi=fnd&pg=PP1&dq=info:NDH6Sru5N_oJ:scholar.google.com/&ots=oKem-dfqUA&sig=EBpf0znp2E3sCYB_-06nLD8eWzc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Nidhin, M., Sreeram, K. J., Indumathy, R dan Nair, B. A. 2008. Synthesis of iron oxide nanoparticles of narrow size distribution on polysaccharide templates. *Bulletin of Materials Science*, 31(1), 93-96. <https://www.ias.ac.in/article/fulltext/boms/031/01/0093-0096>
- Novianty, T. 2008. Pengaruh formulasi sediaan losio terhadap efektifitas minyak buah merah tabir surya dibandingkan terhadap sediaan tabir surya yang mengandung oktinoksat. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Sarjana. Universitas Indonesia.
- Permana, I. D. G. M. dan L, Suhendra. 2015. Optimasi konsentrasi VCO dalam mikroemulsi m/a dengan tiga surfaktan sebagai pembawa senyawa bioaktif. *Media Ilmiah Teknologi Pangan (Scientific Journal of Food Technology)*, 2(2); 106-114.
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/pangan/article/download/18724/12209>
- Pratiwi, A. dan Utami, L. B. 2018. Isolasi dan analisis kandungan minyak atsiri pada kembang lesan. *Jurnal bioeksperimen*, 4(1): 42-47.
<https://journals.ums.ac.id/index.php/bioeksperimen/article/view/5930>
- Purwatinigrum, H. 2014. Formulasi dan uji sifat fisik emulsi minyak jarak (*Oleum ricini*) dengan perbedaan emulgator derivat selulosa. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(1): 1-4.
<http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/parapemikir/article/view/181>
- Sari, D. K. dan Sauqi, N. 2018. Pengaruh demulsifier a dan demulsifier b terhadap crude oil bantayan dengan metode bottle test demulsifier. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 9(1): 23-31. <https://jurnal.pap.ac.id/index.php/JTPA/article/view/91>
- Sari, D. K. dan Lestari, R. S. D. 2015. Pengaruh waktu dan kecepatan pengadukan terhadap emulsi minyak biji matahari (*Helianthus annuus* L.) dan Air, 5(3): 155-159.

- <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip/article/view/368>
- Shafiq, S., Shakeel, F., Talegaonkar, S., Ahmad, F. J., Khar, R. K., and Ali, M. 2007. Design and development of oral oil in water ramipril nanoemulsion formulation: in vitro and in vivo evaluation. *J Biomed Nanotech*, 3(1): 28-44. <https://www.ingentaconnect.com/contentone/asp/jbn/2007/00000003/00000001/art00004>
- Shafiq, S., Shakeel, F., Talegaonkar, S., Ahmad, F. J., Khar, R. K and Ali, M. 2007. Development and bioavailability assessment of ramipril nanoemulsion formulation. *Eur J Pharm Biopharm*, 66(2): 227-243. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0939641106002839>
- Sucitawati, P. A., Suhendra, L., dan Ganda-Putra, G. P. 2021. Karakteristik mikroemulsi tokoferol pada perbandingan campuran tiga surfaktan nonionik dan lama pengadukan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 9(1): 33-41. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jtip/article/download/71589/38901>
- Suhendra, L., Raharjo, S., Hastuti, P., dan Hidayat, C. 2012. Formulasi dan stabilitas mikroemulsi o/w sebagai pembawa fucoxanthin, *Agritech*, 32(3): 230-239. <https://core.ac.uk/download/pdf/290123400.pdf>
- Suhendra, L., Raharjo, S., Hastuti, P., dan Hidayat, C. 2013. Efektivitas mikroemulsi o/w dengan surfaktan non ionik dalam menghambat fotooksidasi vitamin c pada model minuman. *Agritech*, 33(1): 24-31. <https://journal.ugm.ac.id/agritech/article/download/9563/7138>
- Suhendra, L., Raharjo, S., Hastuti, P., dan Hidayat, C. 2014. Stabilitas mikroemulsi fucoxanthin dan efektifitasnya dalam menghambat foto oksidasi vitamin c pada model minuman. *Agritech*, 34(2): 138-145. <https://journal.ugm.ac.id/agritech/article/view/9503>
- Supriyo, E. 2007. Pengaruh konsentrasi surfactant pada formulasi propuxure 20 EC dan efektifitasny dalam membasmi aedes aegypti. Tesis. Master. UniversitasDiponegoro. http://eprints.undip.ac.id/17274/1/Edy_Supriyo.pdf
- Talegaonkar, S., Azeem, A., Ahmad, F. J., Khar, R. K., Pathan, S. A., and Khan, Z. I. 2008. Microemulsions: a novel approach to enhanced drug delivery. *Recent Patents on Drug Delivery and Formulation*, 2(2): 238-257. https://www.researchgate.net/profile/RoopKhar/publication/23656786_Microemulsions_A_Novel_Approach_to_Enhanced_Drug_Delivery/links/00463514c24b28854d000000/Microemulsions-A-Novel-Approach-to-Enhanced-Drug-Delivery.pdf
- Towaha, J. 2012. Manfaat Eugenol Cengkeh dalam Berbagai Industri di Indonesia. *Perspektif*, 11(2): 79-90.
- Zheng, C., Ting, M., Wu, Y., Kurtz, N., Orbe, C., Alexander, P., Seager, R., and Tedesco, M. 2022. Turbulent heat flux, downward longwave radiation and large-scale atmospheric circulation associated with the wintertime Barents-Kara Sea extreme sea ice loss events. *Journal of Climate*, 35(12): 3747-3765. <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/35/12/JCLI-D-21-0387.1.xml>