

Formulasi dan Stabilitas Mikroemulsi Minyak Atsiri Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus L.*)

Formulation and Stability of Lemongrass (Cymbopogon nardus L.) Essential Oil Microemulsion

Ni Made Raditya Shinta Dewi¹⁾, I Dewa Gde Mayun Permana^{*2)} dan Lutfi Suhendra²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Magister Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Udayana

²⁾Dosen Program Studi Magister Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Udayana

Jln Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali.

Diterima 4 Januari 2024 / Disetujui 15 Januari 2024

ABSTRACT

Lemongrass essential oil microemulsions can be used as natural preservatives by enhancing their solubility stability and effectiveness. This study aims to determine the effect of the surfactant combination ratio (Tween 80, Span 80, and Tween 20) and lemongrass essential oil on the characteristics of lemongrass essential oil microemulsion, as well as to determine the optimal surfactant combination ratio (Tween 80, Span 80, and Tween 20) and lemongrass oil ratio that yields the most stable microemulsion characteristics for lemongrass oil. The study was conducted in two stages using a Completely Randomized Design, followed by an Honest Significant Differences follow-up test. The first stage involved two factors. The first factor was the ratio of the surfactant mixture (Tween 80: Span 80: Tween 20), denoted as S1 (2,5:97:0,5), S2 (2,5:96,8:0,7), S3 (2,5:96,5:1), S4 (2,5:96,3:1,2), and S5 (2,5:96:1,5). The second factor was the ratio of surfactant to citronella oil, represented by F1 (90:10), F2 (85:15), F3 (80:20), F4 (75:25), and F5 (70:30). The results indicated that the turbidity index value was influenced by the ratio of the surfactant mixture and lemongrass essential oil, along with their interactions, both before and after centrifugation, and heating. The conclusion drawn from this study is that the F2S3 treatment represents the optimal formula for producing lemongrass essential oil microemulsions. This formula exhibits characteristic turbidity index values before centrifugation (0,153%), after centrifugation (0,173%), and after heating (0,229%) with a droplet size of 29,2 nm and a zeta potential value of 0,1 mV. Additionally, the microemulsion remains stable during an 8-week storage period.

Keyword: Lemongrass essential oil; Microemulsions; Surfactants

PENDAHULUAN

Tanaman mampu menghasilkan minyak atsiri yang juga dikenal dengan nama minyak terbang atau minyak eteris (*essential oil, volatile oil*). Serai wangi (*Cymbopogon nardus L.*) mempunyai potensi yang cukup besar untuk dapat dikembangkan sebagai salah satu jenis tanaman penghasil minyak atsiri. Serai wangi belum banyak dibudidayakan di Indonesia karena sebagian besar hanya digunakan sebagai campuran makanan atau rempah-rempah (Ariyani *et al.*, 2008). Namun,

aplikasi minyak atsiri serai sebagai bahan pengawet alami pada produk pangan masih belum optimal karena tidak dapat larut dengan air (Hartanti *et al.*, 2020). Peningkatkan stabilitas, kelarutan serta efektivitas dari minyak atsiri serai yang berperan sebagai pengawet alami pada produk pangan, dapat dibuat dalam bentuk sediaan mikroemulsi.

Mikroemulsi adalah dispersi dua cairan yang tidak saling larut (air dan minyak) yang terbentuk secara spontan melalui penambahan surfaktan dan atau kosurfaktan dengan diameter ukuran droplet antara 10–100 nm

*Korespondensi Penulis:

Email: mayundev@yahoo.com

(Zhu *et al.*, 2022). Mikroemulsi sangat menarik untuk dapat diaplikasikan pada bidang pangan, kosmetik dan farmasi, karena dapat meningkatkan kelarutan dan bioavailabilitas bahan aktif serta melindungi komponen terlarut dari degradasi yang tidak diinginkan (Gartia *et al.*, 2004). Keuntungan dari mikroemulsi adalah memiliki viskositas yang rendah, stabilitas tinggi, ukuran droplet kecil, kenampakan transparan dan dapat diaplikasikan pada produk pangan tanpa memengaruhi kenampakannya (Xavier-Junior *et al.*, 2017).

Penelitian yang dilakukan Hasrawati *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa mikroemulsi minyak atsiri serai baru dapat terbentuk dengan menggunakan Tween 80 sebagai surfaktan, Polietilena glikol (PEG) sebagai kosurfaktan dan gliserin sebagai humektan. Namun, tidak didapatkan formula sediaan mikroemulsi yang stabil setelah penyimpanan selama 7 hari pada suhu kamar. Penggunaan mikroemulsi dalam bidang pangan perlu dikaji lagi, karena keterbatasan dari jenis dan jumlah surfaktan yang diizinkan untuk pangan yang dapat bersifat toksik, iritatif serta dapat merusak *flavor* akhir pada produk pangan (Rukmini, 2012).

Jenis surfaktan, rasio campuran surfaktan dan minyak atsiri dan suhu dapat memengaruhi karakteristik dan stabilitas dari sediaan mikroemulsi. Stabilitas mikroemulsi dapat ditingkatkan menggunakan kombinasi surfaktan dengan nilai *Hydrophilic-Lipophilic Balance* (HLB) yang berbeda sehingga membentuk droplet dengan ukuran kecil dan meningkatkan kelarutan mikroemulsi (Cho, *et al.*, 2008). Mikroemulsi o/w yang aman untuk dikonsumsi (*food grade*) dapat dibuat menggunakan kombinasi surfaktan nonionik (Tween 80, Tween 20 dan Span 80) (Permana dan Suhendra, 2015). Penelitian Sucitawati, *et al.*, (2021), menunjukkan bahwa mikroemulsi α -tokoferol dengan kombinasi surfaktan Tween 80, Span 80, dan Tween 20 (89,5 : 5,5 : 5) dengan nilai HLB sebesar 14,5 dapat

menghasilkan karakteristik sediaan mikroemulsi yang memiliki kenampakan transparan sebelum dan sesudah disentrifugasi.

Rasio surfaktan dan minyak atsiri juga memengaruhi stabilitas mikroemulsi. Apabila rasio minyak lebih besar dibandingkan surfaktan, akan menghasilkan mikroemulsi dengan kenampakan yang keruh, karena kemampuan surfaktan untuk dapat memerangkap minyak menurun sehingga sediaan mikroemulsi yang terbentuk menjadi keruh (Sari, *et al.*, 2015). Penelitian Suhendra *et al.*, (2012) menunjukkan bahwa mikroemulsi pembawa fucoxanthin, dengan rasio campuran minyak VCO-surfaktan yaitu 15:85, 20:80, dan 25:75 menunjukkan hasil sediaan mikroemulsi yang transparan serta stabil pada perlakuan (15:85v/v).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio kombinasi surfaktan (Tween 80, Span 80, dan Tween 20) serta minyak atsiri serai terhadap karakteristik mikroemulsi minyak atsiri serai serta menentukan rasio kombinasi surfaktan (Tween 80, Span 80, dan Tween 20) dan rasio minyak atsiri serai yang tepat untuk menghasilkan karakteristik mikroemulsi paling stabil.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Span 80, Tween 20 dan Tween 80 (*Merck*, Darmstadt, Germany), minyak atsiri serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.) yang diperoleh dari CV. Pavettia Wangi Atsiri, Subang, dan Aquades (*Water One*).

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu, *hotplate magnet stirrer* (*Companion HP-300*), timbangan analitik (*Shimadu AUW 220*), sentrifuge (*Clements GS 150*), spektrofotometer UV-Vis (*Evolution 201*), pipet mikro (*Socorex*), gelas ukur (*Pyrex*), gelas beaker (*Pyrex*), vortex (*Thermolyne*), buret, oven (*Universal Oven 53 ltr Memmert UN 55*), labu Erlenmeyer (*pyrex*), pipet

volume (Pyrex), dan PSA (Horiba Scientific Nano Particle Analyzer SZ-100).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini ialah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan ini merupakan percobaan faktorial dua faktor. Faktor pertama yaitu rasio kombinasi surfaktan (Tween 80 (T80), Tween 20 (T20), dan Span 80 (S80)) (F) yang terdiri atas 5 taraf yaitu: F1 (2,5 ; 97 ; 0,5) ; F2 (2,5 ; 96,8 ; 0,7) ; F3 (2,5 ; 96,5 ; 1) ; F4 (2,5 ; 96,3 ; 1,2) ; dan F5 (2,5 ; 96 ; 1,5). Faktor kedua yaitu rasio surfaktan dan minyak atsiri serai (S) yang terdiri dari 5 taraf yaitu S1 (90:10), S2 (85:15), S3 (80:20), S4 (75:25), dan S5 (70:30). Berdasarkan kedua faktor diperoleh 25 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 75 unit percobaan.

Pembuatan Mikroemulsi

Mikroemulsi dibuat dari campuran antara minyak atsiri serai, air, dan surfaktan. Proses diawali dengan persiapan kombinasi surfaktan non ionik (Tween 80 (T80) : Span 80 (S80) : Tween 20 (T20)). Setelah proses pembuatan surfaktan dilanjutkan dengan proses pencampuran antara surfaktan dengan minyak atsiri serai hingga membentuk larutan sebanyak 5 ml. Kemudian dilakukan proses pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 700 rpm pada suhu $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 4 menit sambil dilakukan penambahan air tetes demi tetes sebanyak 10 ml. Mikroemulsi minyak atsiri serai selanjutnya diinkubasi selama 24 jam.

Variabel Pengamatan

Variabel yang dianalisis dalam penelitian ini adalah nilai indeks turbiditas sebelum dan sesudah sentrifugasi, terhadap pemanasan serta stabilitas mikroemulsi minyak atsiri serai selama penyimpanan. Pengamatan dilakukan setiap 2 minggu sekali selama proses penyimpanan selama 8 minggu yang kemudian

dilihat nilai indeks turbiditas sebelum dan sesudah sentrifugasi dari mikroemulsi minyak atsiri serai.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam dan uji lanjut dengan uji beda nyata jujur (BNJ) Tukey dengan selang kepercayaan 95% dengan *software* Minitab 19. Perlakuan terbaik dipilih dari nilai indeks turbiditas (%) terendah dari masing-masing perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Stabilitas Mikroemulsi Minyak Atsiri Serai Setelah Inkubasi 24 Jam (Awal)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,05$), dan perlakuan rasio kombinasi surfaktan dan minyak atsiri serai berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak atsiri serai. Tabel 1 menunjukkan semua formula mikroemulsi minyak atsiri serai memiliki nilai indeks turbiditas dibawah 1% dengan kenampakan transparan serta tidak terjadi pemisahan. Nilai indeks turbiditas awal tertinggi diperoleh pada formula F5S5 yaitu 0,342%, namun tidak berbeda dengan formula F1S4, F3S5, F4S1, F4S3, F4S4, F4S5, F5S1, F5S2, F5S3, dan F5S4. Nilai indeks turbiditas terendah diperoleh dari formula F2S3 yaitu 0,153%, akan tetapi tidak berbeda dengan formula F1S1, F1S2, F1S3, F1S5, F2S1, F2S2, F2S3, F2S4, F2S5, F3S1, F3S2, F3S3, F3S4, dan F4S2.

Pengaruh formulasi rasio kombinasi surfaktan nonionik (Tween 20, Span 80 dan Tween 80) serta rasio minyak atsiri serai terhadap nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri serai setelah inkubasi, ditunjukkan pada Tabel 1. Perbedaan rasio surfaktan yang digunakan dalam pembuatan mikroemulsi akan berpengaruh terhadap indeks turbiditas mikroemulsi yang dihasilkan

Tabel 1. Stabilitas Mikroemulsi Minyak Atsiri Serai Setelah Inkubasi 24 Jam (Awal)

Kombinasi Surfaktan (T80: T20: S80) (%v/v)	Perbandingan Surfaktan – Minyak Atsiri Serai Wangi (v/v)				
	S1 (90:10)	S2 (85:15)	S3 (80:20)	S4 (75:25)	S5 (70:30)
F1 (2,5 : 97,0 : 0,5)	0,177 ± 0,01 efgh	0,181 ± 0,01 defgh	0,173 ± 0,02 efgh	0,258 ± 0,08 abcdefg	0,235 ± 0,05 bcdefgh
F2 (2,5 : 96,8 : 0,7)	0,162 ± 0,02 gh	0,163 ± 0,02 fgh	0,153 ± 0,02 h	0,195 ± 0,02 cdefgh	0,214 ± 0,01 cdefgh
F3 (2,5 : 96,5 : 1,0)	0,167 ± 0,01 fgh	0,165 ± 0,03 fgh	0,179 ± 0,00 defgh	0,187 ± 0,01 cdefgh	0,259 ± 0,03 abcdefg
F4 (2,5 : 96,3 : 1,2)	0,265 ± 0,01 abcdef	0,239 ± 0,01 bcdefgh	0,277 ± 0,01 abcd	0,285 ± 0,01 abc	0,260 ± 0,03 abcdefg
F5 (2,5 : 96,0 : 1,5)	0,261 ± 0,03 abcdef	0,269 ± 0,01 abcde	0,270 ± 0,06 abcde	0,316 ± 0,05 ab	0,342 ± 0,06 a

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata uji BNJ Tukey dengan selang kepercayaan 95%.

karena semakin tinggi rasio surfaktan yang digunakan maka semakin tinggi kemampuan surfaktan dalam memerangkap minyak, sehingga turbiditas mikroemulsi yang dihasilkan semakin rendah (Kale dan Deore, 2017). Penggunaan *mixed surfactant* dengan variasi nilai HLB yang berbeda dalam pembuatan mikroemulsi, akan menghasilkan tegangan permukaan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan penggunaan *singlesurfactant* (Ariviani *et al.*, 2015). Formula mikroemulsi pada penelitian ini menggunakan Tween 20 (HLB = 16,7) yang berfungsi sebagai surfaktan karena memiliki kelarutan lebih baik dengan minyak atsiri serai jika dibandingkan dengan Tween 80 dan Span 80 yang berfungsi sebagai kosurfaktan (Nirmala *et al.*, 2019). Perbedaan polaritas yang dihasilkan dari penggunaan Tween 80 (HLB=15) dan Span 80 (HLB=4,3) dapat mengakibatkan mikroemulsi membentuk droplet dengan ukuran yang lebih besar sehingga meningkatkan nilai indeks turbiditas mikroemulsi yang dihasilkan (Yadav *et al.*, 2018). Hal ini didukung dengan penelitian Hasrawati *et al.*, (2016) menunjukkan mikroemulsi dibuat menggunakan

singlesurfactant (Tween 80) tidak stabil selama penyimpanan serta terjadi pemisahan.

Senyawa minyak atsiri serai memiliki ekor hidrofobik tak jenuh pendek (C10) sedangkan Tween 20 memiliki ekor hidrofobik tak jenuh lebih pendek (C12) jika dibandingkan dengan Tween 80 (C18), sehingga rasio penggunaan Tween 20 yang lebih tinggi pada formula mikroemulsi mampu meningkatkan interaksi dalam pembentukan mikroemulsi (Edris dan Malone, 2012). Rasio minyak atsiri serai yang digunakan juga memengaruhi nilai indeks turbiditas mikroemulsi. Hal ini didukung oleh beberapa hasil penelitian yang dilakukan oleh Prasanta *et al.*, (2022) bahwa perbandingan minyak atsiri daun sirih dengan surfaktan dapat membentuk mikroemulsi maksimum pada rasio 6:94. Hasil lainnya ditunjukkan pada penelitian Dwipayana *et al.*, (2022), dengan perbandingan minyak atsiri jahe dan surfaktan terbaik adalah 4:96. Namun hasil penelitian ini menunjukkan mikroemulsi minyak atsiri serai dapat terbentuk hingga perbandingan 30:70. Hal ini sesuai dengan penelitian Braja *et al.*, (2022), yaitu rasio minyak atsiri daun cengkeh dan surfaktan paling maksimum mencapai

30:70. Semakin tinggi konsentrasi minyak, diharapkan meningkatkan kemampuan mikroemulsi dalam membawa komponen bioaktif (Murni dan Rustin, 2020).

Stabilitas Mikroemulsi Minyak Atsiri Serai terhadap Sentrifugasi

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan serta rasio minyak atsiri serai tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$), sedangkan perlakuan rasio kombinasi surfaktan berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak atsiri serai setelah sentrifugasi. Tabel 2 menunjukkan bahwa semua formula mikroemulsi minyak atsiri serai memiliki nilai indeks turbiditas dibawah 1% dengan kenampakan transparan. Nilai indeks turbiditas mikroemulsi setelah sentrifugasi tertinggi pada formula F5S4 yaitu 0,357%, namun tidak berbeda dengan formula F3S1-F3S5, F4S1-F4S5, serta F5S1-F5S5. Nilai indeks turbiditas terendah formula F2S3 yaitu 0,173%, yang tidak berbeda dengan formula F1S2, F1S5 serta F2S1.

Pengaruh formulasi rasio kombinasi surfaktan nonionik (Tween 20, Span 80 dan Tween 80) serta rasio minyak atsiri serai terhadap nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri serai setelah sentrifugasi, ditunjukkan pada Tabel 2. Uji sentrifugasi dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pemisahan fase oleh gaya gravitasi berdasarkan densitas molekulnya. Partikel dengan densitas lebih kecil akan berada di atas sedangkan densitas lebih besar akan mengendap dibawah. Mikroemulsi yang tidak stabil selama proses sentrifugasi akan mengalami proses agregasi partikel yang secara perlahan menyebabkan ukuran droplet mikroemulsi meningkat (Yan *et al.*, 2021). Bergabungnya droplet dalam ukuran yang cukup besar dapat menyebabkan emulsi terpisah sedangkan penggabungan droplet dalam ukuran yang tidak cukup besar mengakibatkan emulsi menjadi keruh akibat pengaruh dari

gaya sentrifugal. Mikroemulsi memiliki stabilitas yang tinggi tidak akan terpengaruh oleh gaya gravitasi dan memiliki kenampakan yang transparan. Hal ini mengindikasikan bahwa semua formula stabil terhadap gaya sentrifugasi (Permana dan Suhendra, 2015). Hasil ini didukung dengan penelitian Braja *et al.*, (2022) yang menunjukkan formula mikroemulsi (T80 : T20 : S80) (98 : 1,0 : 1,0) menghasilkan mikroemulsi minyak atsiri cengkeh stabil terhadap sentrifugasi.

Mikroemulsi (*o/w*) yang dibuat menggunakan surfaktan yang memiliki nilai HLB pada rentang 8-18 akan menghasilkan mikroemulsi yang stabil. Penggunaan campuran surfaktan dengan nilai HLB yang sesuai dengan fase minyak akan meningkatkan kelarutan dan stabilitas sistem dispersi (Mahdi, *et al.*, 2011). Stabilitas disperse koloid dapat dipengaruhi oleh rasio surfaktan minyak dan jenis minyak yang digunakan (Ziani *et al.*, 2012). Faktor penting pada pembentukan mikroemulsi yaitu kesesuaian antara panjang rantai surfaktan serta panjang rantai minyak atsiri (Bayrak dan Iscan, 2005). Minyak atsiri serai memiliki kelarutan yang sesuai dengan surfaktan Tween 20 karena memiliki ekor hidrofobik pendek yang mampu meningkatkan daerah pembentukan mikroemulsi. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Dwipayana *et al.*, (2022) yang menunjukkan bahwa mikroemulsi masih dapat terbentuk pada rasio antara minyak atsiri jahe dengan surfaktan yaitu 4:96.

Stabilitas Mikroemulsi Minyak Atsiri Serai terhadap Pemanasan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara surfaktan dan minyak serai semua perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$), sedangkan perlakuan rasio kombinasi surfaktan dan rasio minyak atsiri serai berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) pada nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak serai terhadap pemanasan. Tabel 3 menunjukkan bahwa mikroemulsi masih dapat

Tabel 2. Stabilitas Mikroemulsi Minyak Atsiri Serai terhadap Sentrifugasi

Kombinasi Surfaktan (T80 : T20 : S80) (%v/v)	Perbandingan Surfaktan – Minyak Atsiri Serai Wangi (v/v)				
	S1 (90:10)	S2 (85:15)	S3 (80:20)	S4 (75:25)	S5 (70:30)
F1 (2,5 : 97,0 : 0,5)	0,185 ± 0,02 bc	0,175 ± 0,04 c	0,189 ± 0,02 bc	0,212 ± 0,03 bc	0,179 ± 0,01 c
F2 (2,5 : 96,8 : 0,7)	0,177 ± 0,02 c	0,183 ± 0,03 bc	0,173 ± 0,01 c	0,200 ± 0,02 bc	0,196 ± 0,02 bc
F3 (2,5 : 96,5 : 1,0)	0,226 ± 0,05 abc	0,234 ± 0,02 abc	0,236 ± 0,04 abc	0,216 ± 0,01 abc	0,268 ± 0,01 abc
F4 (2,5 : 96,3 : 1,2)	0,249 ± 0,02 abc	0,246 ± 0,05 abc	0,251 ± 0,03 abc	0,260 ± 0,07 abc	0,250 ± 0,02 abc
F5 (2,5 : 96,0 : 1,5)	0,248 ± 0,03 abc	0,309 ± 0,05 abc	0,302 ± 0,11 abc	0,357 ± 0,01 a	0,322 ± 0,12 ab

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata uji BNJ Tukey dengan selang kepercayaan 95%.

Tabel 3. Stabilitas Mikroemulsi Minyak Atsiri Serai terhadap Pemanasan

Kombinasi Surfaktan (T80 : T20 : S80) (%v/v)	Perbandingan Surfaktan – Minyak Atsiri Serai Wangi (v/v)				
	S1 (90:10)	S2 (85:15)	S3 (80:20)	S4 (75:25)	S5 (70:30)
F1 (2,5 : 97,0 : 0,5)	0,235 ± 0,02 c	0,233 ± 0,03 c	0,231 ± 0,01 c	0,237 ± 0,01 c	0,296 ± 0,04 abc
F2 (2,5 : 96,8 : 0,7)	0,234 ± 0,02 c	0,243 ± 0,02 bc	0,229 ± 0,01 c	0,250 ± 0,01 bc	0,294 ± 0,04 abc
F3 (2,5 : 96,5 : 1,0)	0,246 ± 0,01 bc	0,244 ± 0,01 bc	0,254 ± 0,01 bc	0,264 ± 0,02 bc	0,275 ± 0,01 abc
F4 (2,5 : 96,3 : 1,2)	0,258 ± 0,02 bc	0,256 ± 0,02 bc	0,252 ± 0,01 bc	0,255 ± 0,01 bc	0,320 ± 0,05 ab
F5 (2,5 : 96,0 : 1,5)	0,251 ± 0,01 bc	0,257 ± 0,02 bc	0,260 ± 0,01 bc	0,247 ± 0,01 bc	0,339 ± 0,08 a

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata uji BNJ Tukey dengan selang kepercayaan 95%.

terbentuk pada semua perlakuan dengan nilai indeks turbiditas dibawah 1%, kenampakan transparan serta tidak terjadi pemisahan. Nilai indeks turbiditas mikroemulsi terhadap pemanasan tertinggi pada formula F5S5 yaitu 0,339%, namun tidak berbeda dengan formula F1S5, F2S5, F3S5, dan F4S5 sedangkan nilai terendah diperoleh dari formula F2S3 yaitu

0,229%, yang tidak berbeda dengan formula F1S1-F1S4, F2S1-F2S4, F3S1-F3S4 serta F2S1.

Pengaruh formulasi rasio kombinasi surfaktan nonionik (Tween 20, Span 80 dan Tween 80) serta rasio minyak atsiri serai terhadap nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri serai setelah pemanasan,

ditunjukkan pada Tabel 3. Proses pemanasan dapat merusak misel yang dapat menyebabkan perubahan nilai indeks turbiditas menjadi semakin tinggi dan kenampakan menjadi keruh. Hal tersebut dapat manandakan bahwa mikroemulsi yang dihasilkan tidak stabil karena perlakuan pemanasan pada suhu tinggi memicu terjadinya dehidrasi pada bagian hidrofilik, akan menyebabkan emulsifier menghasilkan agregat dengan ukuran yang besar sehingga mikroemulsi menjadi keruh. Namun, mikroemulsi yang stabil tidak akan terpengaruh oleh perubahan suhu tinggi (Zhu, *et al.*, 2022). Surfaktan nonionik sangat sensitif terhadap perubahan temperatur. Suhu tinggi mengakibatkan dehidrasi meningkat pada bagian hidrofil yang menyebabkan pengemulsi teragregatasi dan menghasilkan larutan keruh yang disebut dengan titik awan (*cloud*) (Streck, *et al.*, 2018). Suhu diatas titik awan (*cloud*) berakibat agregat membesar dan mengendap (Suhendra *et al.*, 2012).

Penggunaan Span 80 sebagai kosurfaktan mampu mengatasi terjadinya gaya tolak menolak antara fase minyak dan air, sehingga memperkecil terjadinya tegangan antar muka yang dapat membantu memperkuat struktur mikroemulsi selama proses pemanasan (Yadav, *et al.*, 2018). Peningkatan rasio minyak atsiri serai dapat memengaruhi nilai indeks turbiditas pada mikroemulsi setelah perlakuan pemanasan. Ketika rasio minyak atsiri serai lebih tinggi dibandingkan surfaktan, maka larutan akan berubah menjadi nonpolar sehingga sulit untuk dapat bergabung membentuk mikroemulsi, yang menyebabkan ukuran droplet menjadi meningkat atau membesar ketika dipanaskan. Namun, semakin rendah rasio surfaktan yang digunakan, menyebabkan kemampuan surfaktan dalam memerangkap minyak lebih rendah sehingga membentuk droplet yang semakin besar juga (Mahdi, *et al.*, 2011). Hal ini didukung dengan penelitian (Braja *et al.*, 2022) yang menunjukan hasil bahwa mikroemulsi minyak atsiri cengkeh sudah

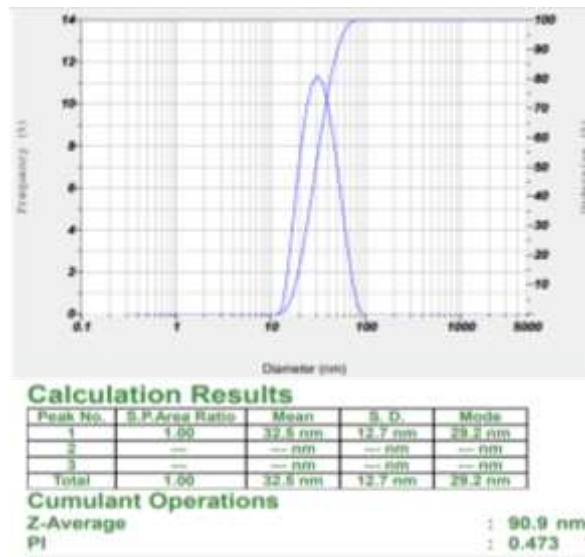
tidak stabil pada rasio minyak yang paling tinggi yaitu sebesar 32,5% dengan kenampakan mikroemulsi yang keruh setelah mengalami proses pemanasan pada suhu 105°C.

Ukuran Partikel (nm) dan Nilai Zeta Potensial (mV) Mikroemulsi Minyak Atsiri Serai

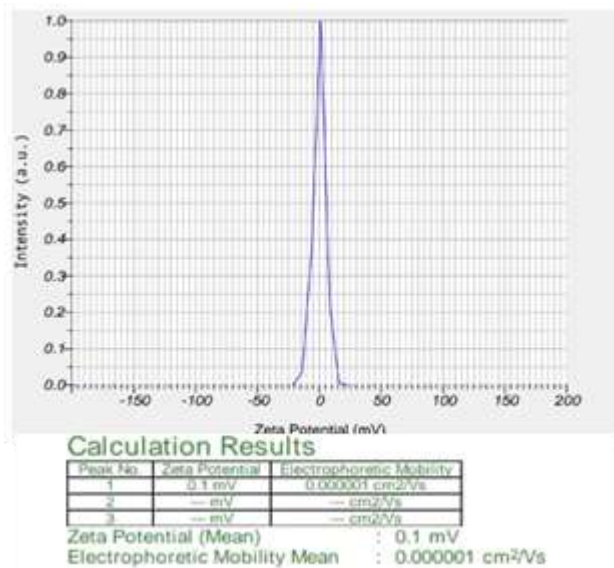
Hasil pengukuran PSA menunjukkan ukuran partikel mikroemulsi minyak atsiri serai <100 nm, yaitu memiliki rata-rata $32,5 \pm 12,7$ nm dengan ukuran droplet terbanyak yaitu 29,2 nm dan nilai polidispersitas indeks (PI) pada penelitian ini sebesar 0,473. Hasil ini juga menunjukkan bahwa larutan yang terdispersi adalah mikroemulsi, yang sesuai dengan penelitian Chandra (2008) yaitu memiliki ukuran berkisar 5 nm–144 nm. Grafik distribusi ukuran partikel mikroemulsi dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan hasil uji PSA, dispersi koloid adalah mikroemulsi. Mikroemulsi memiliki ukuran partikel droplet terdispersi dari 10 – 100 nm (Zhu, *et al.*, 2022). Pada penelitian ini, menunjukkan nilai indeks polidispersitas (PI) sebesar 0,473 dengan ukuran droplet 29,2 nm. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Braja, *et al.*, (2022), pada mikroemulsi minyak daun cengkeh terpilih menunjukkan distribusi ukuran partikel yang seragam, karena memiliki nilai PI yaitu 0,420 dan termasuk dalam sistem mikroemulsi karena memiliki ukuran droplet 22,8 nm. Ukuran droplet menunjukkan tingkat stabilitas sistem dispersi, karena ukuran droplet lebih kecil dapat meningkatkan stabilitas mikroemulsi (Cho, *et al.*, 2008).

Ukuran yang seragam ditunjukkan dengan grafik distribusi normal yang cenderung menyempit dengan standar deviasi 12,7 nm karena semakin dekat dengan nilai nol maka distribusinya semakin baik. Indeks polidispersitas (PI) digunakan untuk mengukur derajat keseragaman distribusi ukuran partikel. Nilai PI di bawah 0,5 (<0,5)



Gambar 1. Ukuran partikel (nm) mikroemulsi minyak atsiri serai.



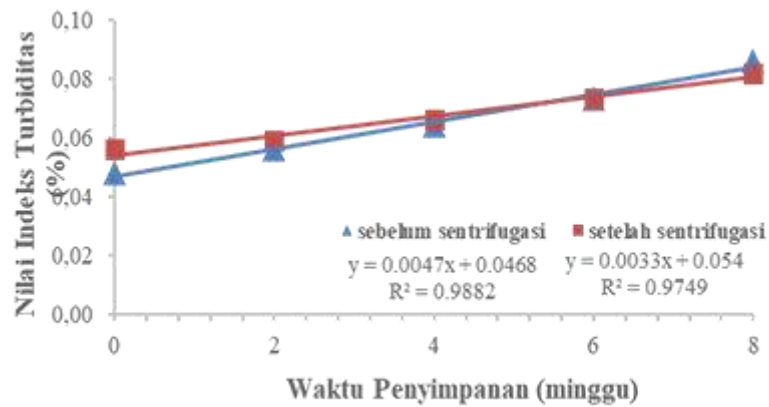
Gambar 2. Nilai zeta potensial mikroemulsi minyak atsiri serai.

menunjukkan distribusi seragam (*monodisperse*), sedangkan nilai PI lebih besar dari 0,7 (>0,7) menunjukkan distribusi yang luas atau tidak seragam (*polydisperse*) (Abbas *et al.*, 2020).

Hasil pengujian zeta potensial menunjukkan adanya muatan sistem dispersi dan mengukur gaya tolak menolak antar partikel untuk mencegah terjadinya agregasi partikel. Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai

zeta potensial mikroemulsi minyak atsiri serai adalah 0,1 mV. Grafik distribusi nilai zeta potensial mikroemulsi minyak atsiri serai dapat dilihat pada Gambar 2.

Nilai dari zeta potensial yang optimum berada pada kisaran +30mV-30mV dengan nilai yang paling optimum apabila mendekati nol. Uji zeta potensial pada mikroemulsi minyak atsiri serai sebesar 0,1mV yang mendekati 0, berarti memiliki muatan



Gambar 3. Stabilitas mikroemulsi minyak atsiri serai selama penyimpanan.

permukaan globul pada jarak yang optimum dan tidak saling menyatu (Syafitri *et al.*, 2020). Namun penelitian de Toledo *et al.*, (2020) menunjukkan nilai zeta potensial mikroemulsi minyak serai sebesar $(-2.8 \pm 0.349 \text{ mV})$.

Mikroemulsi yang menggunakan surfaktan non ionik cenderung memiliki nilai zeta potensial yang netral atau mendekati nol. Nilai zeta potensial yang baik menunjukkan kekuatan partikel untuk saling tolak menolak semakin kuat sehingga menghasilkan dispersi sediaan yang stabil, sedangkan yang tidak baik akan tolak menolak sehingga partikel mengalami agregasi dan menyebabkan dispersi sediaan yang kurang stabil (Prasetiowati, *et al.*, 2018).

Stabilitas Mikroemulsi Minyak Atsiri Serai selama Penyimpanan

Stabilitas mikroemulsi minyak atsiri serai sebelum dan setelah sentrifugasi diamati selama penyimpanan, bertujuan untuk melihat laju kerusakan yang dialami mikroemulsi dengan melakukan uji nilai indeks turbiditas (%) yang diamati setiap 2 minggu sekali selama 8 minggu masa penyimpanan. Laju kerusakan mikroemulsi dapat dilihat pada Gambar 3.

Koefisien variabel waktu penyimpanan (x) yang ditunjukkan pada Gambar 3 sebesar

0,0047 sebelum sentrifugasi. Nilai determinasi (R^2) menunjukkan 98,82% persamaan regresi dipengaruhi waktu penyimpanan dan 1,18% dipengaruhi faktor lain. Koefisien variabel waktu penyimpanan (x) sebesar 0,0033 setelah disentrifugasi. Nilai determinasi (R^2) menunjukkan 97,49% persamaan regresi dipengaruhi waktu penyimpanan dan 2,55% dipengaruhi faktor lain. Nilai koefisien variabel waktu penyimpanan (x) sebelum dan setelah sentrifugasi menunjukkan mikroemulsi stabil selama 8 minggu penyimpanan, hal ini menunjukkan koefisien variabel mempunyai perbedaan yang cukup kecil. Berdasarkan persamaan regresi mikroemulsi minyak serai diprediksi mencapai nilai indeks turbiditas 1% yaitu 203 minggu atau 3,9 tahun untuk mikroemulsi sebelum sentrifugasi dan 287 minggu atau 5,5 tahun setelah sentrifugasi.

Uji stabilitas penyimpanan menunjukkan laju kerusakan sangat kecil dan grafik yang dihasilkan menunjukkan perbedaan yang cukup kecil. Hasil ini sesuai dengan penelitian Dwipayana, *et al.*, (2022) yang menunjukkan penyimpanan minyak atsiri jahe sebelum sentrifugasi diperkirakan mencapai indeks turbiditas 1% berdasarkan persamaan regresi dalam 120 minggu atau 2,34 tahun. Nilai indeks turbiditas sebelum dan sesudah sentrifugasi memiliki nilai indeks turbiditas yang tidak jauh berbeda (Yan, 2021).

Penyimpanan yang cukup lama dapat merusak mikroemulsi, karena perubahan ukuran droplet pada fase dispersi akibat penggabungan koloid dari yang berukuran kecil menjadi besar yang meningkatkan indeks turbiditas dan membuat mikroemulsi terlihat keruh (Dai, *et al.*, 2014). Mikroemulsi minyak serai dapat stabil dalam waktu yang lama karena faktor yang memengaruhi kestabilan atau laju kerusakan adalah perbandingan antara rasio minyak serai dengan rasio surfaktan yang sesuai sehingga adanya proses sentrifugasi selama penyimpanan tidak memengaruhi stabilitas mikroemulsi (Tartaro, *et al.*, 2022).

Perlakuan Terpilih

Berdasarkan uji stabilitas mikroemulsi minyak atsiri serai secara fisik yang diamati berdasarkan turbiditas dan kenampakannya serta ada atau tidaknya gel, terhadap sentrifugasi serta pemanasan menunjukkan bahwa perlakuan mikroemulsi minyak atsiri serai terpilih adalah F2S3 dengan formulasi (Tween 20 : Tween 80 : Span 80) (2,5:96,8:0,7) serta perbandingan surfaktan dan minyak atsiri serai (80:20).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa perlakuan rasio kombinasi surfaktan (Tween 20 : Tween 80 : Span 80) dan rasio minyak atsiri serai serta interaksinya berpengaruh terhadap nilai indeks turbiditas mikroemulsi setelah inkubasi 24 Jam (Awal), terhadap sentrifugasi dan pemanasan. Perlakuan F2S3 dengan formulasi (Tween 20 : Tween 80 : Span 80) (2,5:96,8:0,7) serta perbandingan surfaktan dan minyak atsiri serai (80:20) merupakan perlakuan terpilih untuk formula mikroemulsi minyak atsiri serai dengan karakteristik nilai indeks setelah inkubasi 24 Jam (Awal) 0,153%, setelah sentrifugasi 0,173%, terhadap pemanasan 0,229%, memiliki ukuran droplet sebesar 29,2 nm, nilai zeta potensial 0,1 mV, serta stabil

selama penyimpanan 8 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, H. K., Bader, Q. A., Hussein, A. H., Shaheed, D. Q. (2020). Preparation and in vitro evaluation of clove oil Microemulsion. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 12(3): 422–430. <https://doi.org/10.31838/ijpr/2020.12.03.065>
- Ariviani, S., Raharjo, S., Anggrahini, S., Naruki, S. (2015). Formulasi dan stabilitas mikroemulsi o/w dengan metode emulsifikasi spontan menggunakan VCO dan minyak sawit sebagai fase minyak: pengaruh rasio surfaktan-minyak. *Jurnal Agritech*. 35(01): 27-34. doi: 10.22146/agritech.9416.
- Ariyani, F., Setiawan, L.E., Soetaredjo, F.E. (2008). Ekstraksi minyak atsiri dari tanaman serai dengan menggunakan pelarut metanol, aseton, dan n-heksana. *Widya Teknik*. 7(2): 124-133.
- Bayrak, Y., dan Iscan, M. (2005). Studies on the phase behavior of the system non-ionic surfactant/alcohol/ alkane/H₂O. *Colloids and surfaces a: physicochemical and engineering aspects*. 268(1–3): 99–103. Doi: 10.1016/j.colsurfa.2005.06.021.
- Braja, I.W.R.S., Permana, I.D.G.M., Suhendra, L. (2022). Formulation and stability of clove leaf (*Syzygium aromaticum* L.) essential oil microemulsion. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 11(9): 197-211. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2022.1109.023>
- Chandra, B. (2008). Metodologi Penelitian Kesehatan. ECG, Jakarta.
- Cho, Y. H., Kim, S., Bae, E. K., Mok, C. K., Park, J. (2008). Formulation of a cosurfactant-free o/w microemulsion using nonionic surfactant mixtures. *Journal of Food Science*. 73(3): 115–121. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00688.x>
- Dai, J., Kim, S. M., Shin, I. S., Kim, J. D., Lee, H. Y., Shin, W. C., Kim, J. C. 2014. Preparation and stability of fucoxanthin-loaded microemulsions. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 1574: 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2013.09.039>

- de Toledo, L. G., Ramos, M. A. S., da Silva, P. B., Rodero, C. F., de Sá Gomes, G., da Silva, A. N., Pavan, F. R., da Silva, I. C., Oda, F. B., Flumignan, D. L., dos Santos, A. G., Chorilli, M., de Almeida, M. T. G., Bauab, T. M. (2020). Improved in vitro and in vivo anti-candida albicans activity of *Cymbopogon nardus* essential oil by its incorporation into a microemulsion system. *International Journal of Nanomedicine*. 15: 10481–10497. doi: 10.2147/IJN.S275258.
- Dwipayana, I. M., Suhendra, L., Triani, I. G. A. L. (2022). Pengaruh rasio campuran surfaktan dan minyak atsiri jahe (*Zingiber Officinale* Var. Amarum) terhadap karakteristik mikroemulsi yang dihasilkan. *Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 10(1): 1–11.
- Edris, A.E., dan Malone, C.F.R. (2012). Preferential solubilization behaviours and stability of some phenolic-bearing essential oils formulated in different microemulsion systems. *International Journal of Cosmetic Science*. 34(5): 441–450. Doi: 10.1111/j.1468-2494.2012.00737x.
- Gratia, N., Shevachman, M., Shani, A. (2004). Solubilization of lycopene in jojoba oil microemulsion. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 81(9): 873-877. doi:10.1007/s11746-004-0994-4.
- Hartanti, D., Septiyaningrum, N. A., Hamad, A. (2020). Preservation potential of combination of clove and lemon basil essential oils on fresh chicken meat. *Indonesian Food and Nutrition Progress*. 16(2): 53-59. <https://doi.org/10.18502/jfqhc.7.2.2888>
- Hasrawati, A., Hasyim, N., Irsyad, N.A. (2016). Pengembangan formulasi mikroemulsi minyak sereh (*Cymbopogon nardus*) menggunakan emulgator surfaktan nonionik. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*. 3(1): 151-154.
- Kale, S., dan Deore, S. (2017). Emulsion microemulsion and nanoemulsion. *Systematic Review in Pharmacy*. 8(1): 39–47.
- Mahdi, E. S., Sakeena, M. H., Abdulkarim, M. F., Abdullah, G. Z., Sattar, M. A., Noor, A. M. (2011). Pengaruh campuran surfaktan dan surfaktan pada perilaku diagram fase pseudoternary ester minyak inti sawit yang baru disintesis. *Desain Pengembangan dan Terapi Obat*. 5: 311–323.
- Murni dan Rustin, M. (2020). Karakteristik kandungan minyak atsiri tanaman sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.). Prosiding Seminar Nasional Biologi di Era Pandemi COVID-19. 227-231.
- Nirmala, M.J., Durai, L., Gopakumar, V., Nagarajan, R. (2019). Anticancer and antibacterial effects of a clove bud essential oil-based nanoscale emulsion system. *International Journal of Nanomedicine*. 14: 6439–6450. doi: 10.2147/IJN.S211047
- Permana, I.D.G.M., and Suhendra, L. (2015). Optimasi konsentrasi VCO dalam mikroemulsi O/W dengan tiga surfaktan sebagai pembawa senyawa bioaktif. *Media Ilmiah Teknologi Pangan*. 2(2): 106–114.
- Prasanta, I. P. H. A., Suhendra, L., Wrasati, L. P. (2022). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 9(4): Karakteristik mikroemulsi minyak daun sirih (*Piper betle* L.) pada perlakuan rasio campuran surfaktan dan minyak daun sirih 582-591.
- Prasetiowati, A. L., Prasetya, A. T., Wardani, S. (2018). Sintesis nanopartikel perak dengan bioreduktor ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) sebagai antibakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 7(2): 161-166.
- Rukmini, A., Raharjo, S., Hastuti, P., Supriyadi. (2012). Antiphot-oxidative effect of ascorbic acid microemulsion in virgin coconut oil. *Journal Food Science Engineering*. 2: 206-212. doi:10.17265/2159-5828/2012.04.003
- Sari, K.D., Lestari, R. S. D. (2015). Pengaruh waktu dan kecepatan pengadukan terhadap emulsi minyak biji matahari (*Helianthus annuus* L.) dan air. *Jurnal Integrasi Proses*. 5(3): 155-159.
- Streck L, Caroni A. L. P. F., dan Fonseca J. L. C. (2018). Temperature and composition effects on the morphology of O/W dispersions based on polyoxyethylene 20 sorbitan monolaurate and sorbitan monolaurate. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 538: 720–728. doi: 10.1016/j.colsurfa.2017.11.010.
- Sucitawati, P.A., Suhendra, L., Putra G. P. G. (2021). Pengaruh perbandingan campuran tiga surfaktan nonionik dan lama pengadukan terhadap karakteristik mikroemulsi α -

- tokoferol. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 9(1): 33-41.
- Suhendra, L., Raharjo, S., Hastuti, P., Hidayat, C. (2012). Formulasi dan stabilitas mikroemulsi m/a sebagai pembawa fucoxanthin. *Agritech*. 32(3): 230-239.
- Syafitri, E., Adliani, N., Khoirunnisa, S. M., Frima, F. K. (2020). Optimasi formula mikroemulsi berbahan dasar *crude palm oil* (CPO) sebagai antioksidan potensial pada kulit. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*. 15(1): 49-60.
- Tartaro, G., dan Mateos, H. (2002). Microemulsion Microstructure(s): A Tutorial Review. *Nanomaterials*. 10 (1657): 1-40.
- Xavier-Junior, F.H.C., Vauthier, A.R.V., Morais, N., Alencar, E.S.T., Egito. (2017). Microemulsion systems containing bioactive natural oils: an overview on the state of the art. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. 43(5): 700–714. doi:10.1080/03639045.2016.1235186.
- Yadav V, Jadhav P, Kanase K, Bodhe A, Dombé S. (2018). Preparation and evaluation of microemulsion containing antihypertensive drug. *International Journal of Applied Pharmaceutics*. 10(5): 138–146. doi: 10.22159/ijap.2018v10i5.27415.
- Yan, S., Kong, N., Yang, J., Yin, L. (2021). Study on the stability and rheological behavior of almond Oil microemulsion. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021*. Orlando, Florida.
- Zhu, T., Kang, W., Yang, H., Li, Z., Zhou, B., He, Y., Wang, J., Aidarova, S., Sarsenbekuly, B. (2022). Advances of microemulsion and its applications for improved oil recovery. *Advances in Colloid and Interface Science*. 299: 1-18. doi: 10.1016/j.cis.2021.102527.
- Ziani, K., Fang, Y., dan McClements, D.J. (2012). Fabrication and stability of colloidal delivery systems for flavor oils: effect of composition and storage conditions. *Food Research International*. 46(1): 209–216.