

MICROEMULSION CHARACTERISTICS OF BETEL (*Piper betle L*) ESSENTIAL OIL ON STIRRING TIME AND TEMPERATURE

KARAKTERISTIK MIKROEMULSI MINYAK ATSIRI SIRIH (*Piper betle L*) PADA LAMA PENGADUKAN DAN SUHU

I P. Eka Juliantara, Lutfi Suhendra^{*}, A. A. M. Dewi Anggreni

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

Diterima 27 Maret 2023 / Disetujui 31 Mei 2023

ABSTRACT

*The betel plant (*Piper betle L*) is a plant that has the ability as an antifungal, antimicrobial and antioxidant. In order to make betel essential oil more efficient to use, betel essential oil is made into a microemulsion. The purpose of this study was to determine the effect of stirring time and temperature on the characteristics of betel essential oil microemulsions and to determine the best stirring time and temperature to produce betel essential oil microemulsion characteristics. This experiment used a randomized block design (RBD) using two factors, namely mixing time and temperature. The stirring time consists of 3 levels, namely 4, 6 and 8 minutes and the temperature consists of 3 levels, namely 60°C, 65°C and 70°C. The resulting data were analyzed using analysis of variance, if there were differences it was continued with the BNJ test. The results showed that the duration of stirring, temperature, and interactions between particles had a very significant effect on the value of the turbidity index on the stability of the betel essential oil microemulsion to pH and dilution of 1:1 to 1:99. And did not affect the turbidity index value of betel essential oil microemulsion, betel essential oil microemulsion turbidity index to centrifugation, and the turbidity index value on betel essential oil microemulsion stability against pH and 1:9 dilution. Stirring time of 8 minutes and temperature of 65°C is the best treatment for making betel nut essential oil microemulsion with microemulsion characteristics that have a transparent appearance, turbidity index values before and after centrifugation are 0.390 ± 0.031 and 0.343 ± 0.059 , particle size is $23.1 \text{ nm} \pm 4.6 \text{ nm}$, and the largest droplet size is 22.8 nm. Betel essential oil microemulsion was stable for 8 weeks of storage. Based on the regression equation of the betel essential oil microemulsion to achieve a turbidity index value below 1% is 34 weeks or 8.5 months.*

Keywords : *Stirring time, Microemulsion, Piper betle L, Temperature*

ABSTRAK

Tumbuhan sirih (*Piper betle L*) merupakan salah satu tanaman yang mempunyai kemampuan sebagai antifungi, antimikroba dan antioksidan. Agar minyak atsiri sirih lebih efisien untuk digunakan maka minyak atsiri sirih dibuat menjadi mikroemulsi. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama pengadukan dan suhu terhadap karakteristik mikroemulsi minyak atsiri sirih dan menentukan lama pengadukan dan suhu terbaik untuk menghasilkan karakteristik mikroemulsi minyak atsiri sirih. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) menggunakan dua faktor yaitu lama pengadukan dan suhu. Lama pengadukan terdiri atas 3 level yaitu 4, 6 dan 8 menit dan suhu terdiri atas 3 level yaitu 60°C, 65°C dan 70°C. Data yang dihasilkan

* Korespondensi Penulis
Email : lutfi_s@unud.ac.id

dianalisis menggunakan analisis varian, bila ada perbedaan dilanjutkan dengan uji BNJ. Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa Lama pengadukan, suhu, dan interaksi antar partikel berpengaruh sangat nyata terhadap nilai indeks turbiditas pada stabilitas mikroemulsi minyak atsiri sirih terhadap pH dan pengenceran 1:1 dengan 1:99. Dan tidak berpengaruh terhadap nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri sirih, indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri sirih terhadap sentrifugasi, dan nilai indeks turbiditas pada stabilitas mikroemulsi minyak atsiri sirih terhadap pH dan pengenceran 1:9. Lama pengadukan 8 menit dan suhu 65°C merupakan perlakuan terbaik untuk membuat mikroemulsi minyak atsiri sirih dengan karakteristik mikroemulsi yang memiliki kenampakan transparan, nilai indeks turbiditas sebelum dan setelah sentrifugasi yaitu sebesar $0,390 \pm 0,031$ dan $0,343 \pm 0,059$, ukuran partikel $23,1 \text{ nm} \pm 4,6 \text{ nm}$, dan ukuran droplet terbanyak adalah 22,8 nm. Mikroemulsi minyak atsiri sirih stabil selama 8 minggu penyimpanan. Berdasarkan persamaan regresi mikroemulsi minyak atsiri sirih untuk mencapai nilai indeks turbiditas dibawah 1% adalah 34 minggu atau 8,5 bulan.

Kata kunci : Lama Pengadukan, Mikroemulsi, Piper betle L, Suhu

PENDAHULUAN

Daun sirih mengandung minyak atsiri dengan konsentrasi sekitar 0,8-1,8%. Komponen utama minyak atsiri tersebut meliputi kavikol, kavibetol (betel venol), dan alilpirokatekol (hidroksikavikol). Kavikol merupakan senyawa yang memberikan aroma khas pada daun sirih dan juga memiliki sifat antibakteri yang lebih kuat daripada fenol, dengan kekuatan hingga lima kali lipat (Widiyastuti et al., 2016). Tanaman sirih (Piper betle L) memiliki sifat antifungi, antimikroba, dan antioksidan. Keberadaan sifat-sifat ini dikaitkan dengan kandungan berbagai senyawa dalam ekstrak daun sirih, termasuk minyak atsiri, tanin, fenoil, flavonoid, riboflavin, dan asam nikotat. Kombinasi senyawa-senyawa ini menjadikan tanaman sirih dapat digunakan sebagai pengawet alami (Dalimatra, 2008). Kandungan yang terkandung dalam sirih ini mampu untuk mencegah adanya bakteri patogen sebagai pembusuk bahan makanan (Carolia et al., 2016). Agar minyak atsiri sirih lebih efisien untuk digunakan maka minyak atisiri sirih dibuat menjadi mikroemulsi.

Emulsi adalah suatu dispersi dua cairan (minyak dan air) yang tidak dapat tercampur dimana salah satu cairan terdispersi di dalam cairan lainnya sebagai droplet kecil dengan ukuran berkisar antara 0,1-100 nm (Mc Cleman, 2005). Emulsi terdiri dari tiga jenis yaitu nanoemulsi, mikroemulsi, dan makroemulsi, nanoemulsi. Mikroemulsi adalah dispersi sebagaimana emulsi namun partikel mempunyai ukuran mikro. Akibat dari ukuran partikel yang sangat berbeda akan bisa mempengaruhi availabilitas dan aktivitas antibakteri, makin kecil ukuran partikel fase dispers makin baik bioavailabilitasnya (Priani et al., 2018). Ukuran partikel mikroemulsi sangat kecil, sekitar 10 nm – 100 nm (Chandra, 2008).

Beberapa faktor mempengaruhi karakteristik mikroemulsi, termasuk perbandingan surfaktan dan minyak, jenis surfaktan, suhu pengadukan, waktu pengadukan, kecepatan pengadukan, pH, dan tingkat pengenceran (Cho et.al., 2008; Cui et.al., 2009; Ningrum 2011; Sari et.al., 2015). Kenaikan suhu reaksi dapat mengurangi viskositas minyak, yang pada gilirannya meningkatkan laju reaksi. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah tumbukan antar partikel akibat pergerakan molekul yang lebih cepat akibat peningkatan suhu dan kecepatan pengadukan. Interaksi antara molekul juga melemah saat suhu meningkat, sehingga viskositas cairan menurun seiring dengan peningkatan suhu reaksi, durasi pengadukan, dan kecepatan pengadukan (Leung et al, 2010).

Variasi suhu pencampuran dan pengadukan akan memberikan efek yang dapat diukur kebermaknaannya dalam menentukan parameter sifat fisik emulsi, seperti ukuran droplet, viskositas, dan indeks creaming, serta stabilitas emulsi selama penyimpanan dalam jangka waktu

tertentu (Ardani et al., 2010). Peningkatan kecepatan dan lama waktu pengadukan berperan dalam pembentukan emulsi dan tingkat kestabilan emulsi (McClements et al., 2011). Lamanya pengadukan juga mempengaruhi pembentukan mikroemulsi. Jika terlalu singkat mikroemulsi yang jernih akan berkabut karena penggumpalan partikel-partikel (Lachman et al., 1994). Semakin lama waktu pengadukan dan meningkatnya kecepatan pengadukan dapat menurunkan viskositas dari emulsi namun juga dapat memperlama waktu pemisahan dari emulsi minyak dalam air (Tri et.al., 2008).

Dalam penelitian ini, dilakukan eksperimen untuk menghasilkan sediaan mikroemulsi minyak dalam air (m/a) menggunakan minyak atsiri sirih sebagai fase minyak dan campuran surfaktan yang terdiri dari Tween 20, Tween 80, dan Span 80. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan lama pengadukan dan suhu optimal yang dapat menghasilkan mikroemulsi dengan karakteristik yang baik dan berkualitas tinggi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu, hot plate (Thermo), magnetic stirrer (Thermo), gelas beaker (Iwaki), pipet mikro (Thermo), vortex (Thermolyne), sentrifugator (Gemmy), spatula, gelas ukur (Iwaki), buret, spektrofotometer (Geneyes 10S UV-VIS), Particle Size Analyzer (Horiba SZ-100, Japan), botol vial, botol spray dan kertas label.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Span 80 (Merck), Tween 20 dan Tween 80 diperoleh di toko kimia Denpasar, minyak atsiri sirih (Piper betle L) diperoleh di toko minyak atsiri di Denpasar, akuades demineralisasi diperoleh di Bratachem, dan buffer sitrat di peroleh di toko Chemmix Prama.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu lama pengadukan (L) yang terdiri dari 3 taraf yaitu L1: 4 menit, L2: 6 menit, dan L3: 8 menit. Faktor kedua yaitu suhu (S) yang terdiri dari 3 taraf yaitu S1: $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, S2: $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, dan S3: $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh 9 kombinasi perlakuan. Masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 2 kelompok waktu pelaksanaan, sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Kombinasi lama pengadukan dan suhu panas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Perlakuan Rangan Acak Kelompok

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Lama Pengadukan (menit)		
	4 (L ₁)	6 (L ₂)	8 (L ₃)
60 $^{\circ}\text{C}$ (S ₁)	L ₁ S ₁	L ₂ S ₁	L ₃ S ₁
65 $^{\circ}\text{C}$ (S ₂)	L ₁ S ₂	L ₂ S ₂	L ₃ S ₂
70 $^{\circ}\text{C}$ (S ₃)	L ₁ S ₃	L ₂ S ₃	L ₃ S ₃

Setiap perlakuan diulang sebanyak 2 kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varian, bila ada perbedaan dilanjutkan dengan uji BNJ. Parameter percobaan adalah stabilitas mikroemulsi minyak atsiri sirih setelah inkubasi 24 jam. Hasil terbaik adalah perlakuan yang memiliki nilai indeks turbiditas terkecil

Pelaksanaan Penelitian

Mikroemulsi dibuat dari campuran surfaktan jenis surfaktan hidrofilik (Tween 20 dan Tween 80)

dan lipofilik (Span 80), dengan HLB 14,5 dibuat larutan stok dengan masing-masing formula. Serta disiapkan larutan stok buffer dengan pH 4,5 ; 5,5 dan 6,5 untuk proses pengenceran.

Mikroemulsi dibuat dari tiga jenis surfaktan yaitu Tween 80 dan Tween 20 (surfaktan hidrofilik) dan Span 80 (surfaktan lipofilik). Campuran surfaktan dicampur dengan mencampurkan tiga surfaktan menggunakan perbandingan tween 20 : tween 80 : span 80 = 97 : 2,75 : 0,25. Formulasi surfaktan tersebut dicampur dengan minyak atsiri sirih sesuai dengan perbandingan 80 : 20 total larutan sebanyak 15 ml. Kemudian dipanaskan menggunakan hot plate mencapai suhu 60°C, 65°C, dan 70°C ± 2°C dan diaduk menggunakan magnetic stirer dengan kecepatan 700 rpm, selanjutnya penambahan akuades tetes demi tetes sebanyak 10 ml selama 4 menit, 6 menit, dan 8 menit. Tahapan selanjutnya dilakukan inkubasi selama 24 jam. Kemudian dilakukan pengujian sesuai parameter yang diamati

Variabel yang Diamati

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Indeks Turbiditas Mikroemulsi Minyak Atsiri Sirih

Analisis keragaman menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan ($p < 0,05$) dari lama pengadukan, suhu, dan interaksi antar perlakuan terhadap nilai indeks turbiditas (%) dari mikroemulsi yang dihasilkan. Pengaruh suhu dan lama pengadukan terhadap nilai indeks turbiditas (%) dapat dilihat dalam Tabel 2.

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

Suhu (°C)	Lama Pengadukan (menit)			Kenampakan
	4 (L ₁)	6 (L ₂)	8 (L ₃)	
60°C (S ₁)	0,421±0,007 ^a	0,545±0,109 ^a	0,427±0,028 ^a	Transparan
65°C (S ₂)	0,436±0,005 ^a	0,444±0,010 ^a	0,390±0,031 ^a	Transparan
70°C (S ₃)	0,411±0,044 ^a	0,423±0,005 ^a	0,418±0,002 ^a	Transparan

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

Tabel 2 menunjukkan nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak atsiri sirih pada semua perlakuan mempunyai nilai indeks turbiditas dibawah 1% dan kenampakan transparan. Nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri sirih inkubasi 24 jam berkisar antara 0,390±0,031-0,545±0,109.

Menurut Leung et al. (2010) menyatakan bahwa kenaikan suhu reaksi dapat mengurangi viskositas minyak, yang pada gilirannya meningkatkan laju reaksi. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah tumbukan antar partikel akibat pergerakan molekul yang lebih cepat akibat peningkatan suhu. Dengan demikian, peningkatan suhu reaksi dapat berdampak pada kenaikan suhu reaksi lebih lanjut karena peningkatan jumlah tumbukan partikel dalam sistem. Pada suhu 65°C mikroemulsi yang dihasilkan dengan kenampakannya lebih jernih dan nilai indeks turbiditasnya rendah. Maka dari itu suhu optimal untuk membuat mikroemulsi minyak atisiri sirih adalah 65°C dengan variasi lama pengadukan yang digunakan adalah 4, 6, dan 8 menit. Pada menit 4 dan 6 nilai indeks turbiditasnya tinggi apabila di dibandingkan dengan menit ke 8. Berdasarkan dari hasil data penelitian ini menunjukkan mikroemulsi minyak atsiri sirih dapat terbentuk pada lama pengadukan

dan suhu 8 menit:65°C. Pada penelitian Suhendra et al. (2012) melaporkan mikroemulsi mulai terbentuk pada suhu 70°C ± 5°C dan lama pengadukan selama 4 menit. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ariviani et al. (2015) mikroemulsi mulai terbentuk pada suhu 70°C dan lama pengadukan 20 menit. Lamanya pengadukan juga akan mempengaruhi hasil akhir mikroemulsi. Jika pengadukan terlalu singkat maka mikroemulsi yang dihasilkan belum terbentuk, karena bahan-bahannya belum terhomogen secara baik.

Nilai Indeks Turbiditas Mikroemulsi Minyak Atsiri Sirih Terhadap Sentrifugasi

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa lama pengadukan, suhu, dan interaksi antar perlakuan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai indeks turbiditas (%) setelah sentrifugasi yang dihasilkan. Nilai indeks turbiditas (%) pengaruh suhu dan lama pengadukan setelah sentrifugasi ditunjukkan pada Tabel 3.

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

Suhu (°C)	Lama Pengadukan (menit)			Kenampakan
	4 (L ₁)	6 (L ₂)	8 (L ₃)	
60°C (S ₁)	0,372±0,060 ^a	0,701±0,454 ^a	0,410±0,026 ^a	Transparan
65°C (S ₂)	0,370±0,021 ^a	0,421±0,085 ^a	0,343±0,059 ^a	Transparan
70°C (S ₃)	0,349±0,011 ^a	0,351±0,047 ^a	0,437±0,044 ^a	Transparan

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

Tabel 3 menunjukkan nilai indeks turbiditas (%) pengaruh suhu dan lama pengadukan terhadap mikroemulsi minyak atsiri sirih setelah sentrifugasi. Nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri sirih setelah sentrifugasi berkisar antara 0,343±0,05-0,701±0,454. Pada Tabel 3 ditunjukkan bahwa pada perlakuan 60°C : 6 menit menunjukkan hasil dari nilai indeks turbiditas terbesar dengan sebesar 0,701±0,454. Sedangkan untuk nilai indeks turbiditas terendah dihasilkan pada perlakuan 65°C : 8 menit dengan nilai indeks turbiditas sebesar 0,343±0,059. Sentrifugasi adalah proses pemisahan dua fase dengan perbedaan rapat massa menggunakan gaya sentrifugal. Namun, sentrifugasi dapat menyebabkan ketidakstabilan pada mikroemulsi karena adanya penggabungan droplet. Ketika mikroemulsi mengalami sentrifugasi, droplet-droplet dalam sistem dapat bergabung menjadi lebih besar. Hal ini dapat mengakibatkan mikroemulsi kehilangan stabilitasnya dan menyebabkan terpisahnya fase dalam emulsi (Permana dan Suhendra, 2015). Penggabungan droplet dalam skala yang besar dapat menyebabkan pemisahan fase dalam emulsi, sementara penggabungan droplet yang lebih kecil dapat mengakibatkan keruhnya emulsi akibat gaya sentrifugal. Mikroemulsi yang memiliki stabilitas tinggi tidak terpengaruh oleh gaya sentrifugal, sehingga tetap stabil dan memiliki kenampakan transparan (Pransanta et al., 2021). Pengamatan uji sentrifugasi bertujuan untuk mengetahui stabilitas penyimpanan sediaan selama satu tahun oleh pengaruh gaya gravitasi (Mitsui, 1998). Menurut Cho et al. (2008) Mikroemulsi dikatakan stabil jika menunjukkan tidak adanya kerusakan atau pemisahan fase saat sentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 30 menit.

Uji Nilai Indeks Turbiditas Pada Stabilitas Mikroemulsi Minyak Atsiri Sirih Terhadap pH Dan Pengenceran

Stabilitas mikroemulsi minyak atsiri sirih dilakukan pengenceran 1:1, 1:9 dan 1:99 dengan variasi pH 4,5, 5,5, dan 6,5 memiliki berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap pH dan pengenceran. Nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak atsiri sirih pada suhu dan lama pengadukan terhadap pH dan pengenceran dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri sirih terhadap pengenceran 1:1, 1:9, dan 1:99

pH	Pengenceran			Kenampakan
	1:1	1:9	1:99	
4,5	0,276 ^b	0,195 ^a	0,241 ^a	Transparan
5,5	0,427 ^{ab}	0,208 ^a	0,203 ^b	Transparan
6,5	0,608 ^a	0,219 ^a	0,192 ^b	Transparan

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

Analisis keragaman pada pengenceran 1:1 (Tabel 4) menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri sirih. Karena memiliki nilai dibawah 1% dan memiliki kenampakan yang transparan. Pada pengenceran 1:1 (Tabel 4) pada pH 4,5 menghasilkan mikroemulsi minyak atsiri sirih dengan nilai indeks turbiditas terkecil sebesar 0,276, sedangkan nilai tertinggi pada pH 6,5 sebesar 0,608. Pada pH 4,5 dan 6,5 memiliki nilai rata-rata yang menunjukkan berbeda nyata. Nilai indeks turbiditas pada pH 4,5 dan 5,5 memiliki nilai rata-rata yang menunjukkan tidak berbeda nyata. Kestabilan ini disebabkan karena pada pembuatan mikroemulsi surfaktan yang digunakan adalah surfaktan non ionik. Surfaktan nonionik adalah jenis pengemulsi yang tidak memiliki muatan, sehingga tidak terpengaruh oleh konsentrasi ion H⁺ dalam larutan. Hal ini membuat mikroemulsi tetap stabil bahkan dalam kondisi pH asam (Zheng et al., 2022). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sutamaya et al. (2018), mikroemulsi minyak kelapa sawit (VCO) dalam air dibuat menggunakan surfaktan nonionik. Keunggulan dari penggunaan surfaktan nonionik ini adalah bagian hidrofilik surfaktan tidak terdisosiasi oleh pengaruh pH, sehingga dapat mempertahankan stabilitas mikroemulsi pada berbagai kondisi pH.

Tabel 4 menunjukkan nilai indeks turbiditas (%) pada pengenceran 1:9 menunjukkan menunjukkan tidak berbeda nyata dan memiliki kenampakan yang transparan. Pada Tabel 4 juga menunjukkan nilai indeks turbiditas berkisar antara 0,195-0,219. Hal ini menunjukkan bahwa minyak atsiri sirih tidak memiliki kestabilan terhadap pH dan pengenceran 1:9.

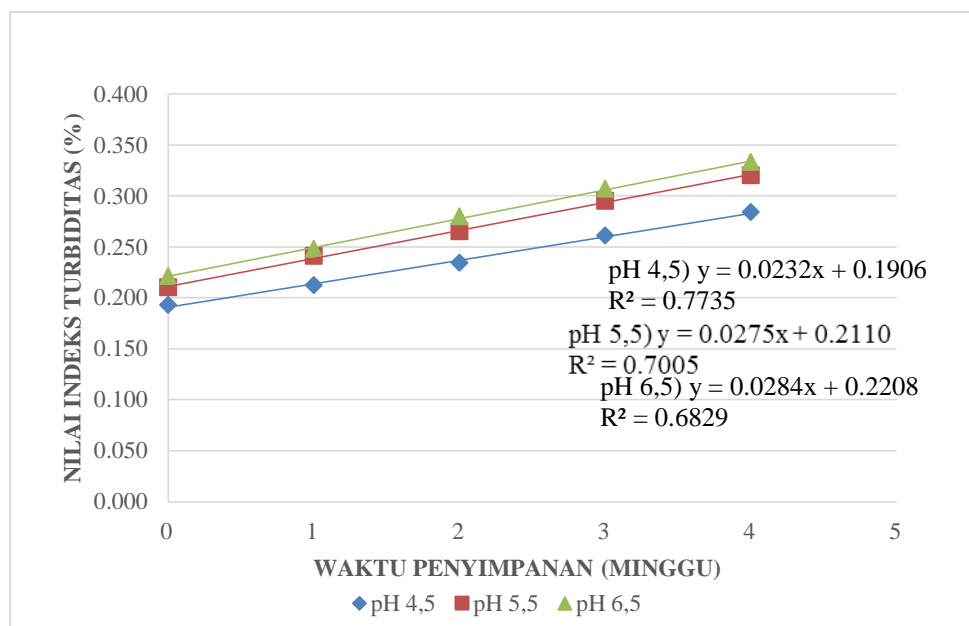
Berdasarkan Tabel 4 diatas nilai indeks turbiditas (%) berbeda nyata terhadap mikroemulsi minyak atsiri sirih dan memiliki kenampakan transparan. Pada pengenceran 1:99 (Tabel 4) pada pH 6,5 menghasilkan mikroemulsi minyak atsiri sirih dengan nilai indeks turbiditas terkecil sebesar 0,192, sedangkan nilai tertinggi pada pH 6,5 sebesar 0,241. Hasil penelitian diatas dapat diartikan bahwa semua variasi pengenceran memiliki nilai stabilitas yang baik terhadap pengenceran 1:9, 1:49, dan 1:99. Suhendra et al. (2014) menyatakan bahwa mikroemulsi stabil terhadap sentrifugasi dan pengenceran pada pH 4,5 sampai dengan pH 6,5. Mikroemulsi yang diencerkan dengan variasi pH menyebabkan nilai indeks turbiditas menurun secara signifikan ($P < 0,05$) dan mempunyai kestabilan tinggi yang ditandai dengan kenampakan transparan dan nilai indeks turbiditas kurang dari 1% (Suhendra et al., 2013).

Uji Redispersi Mikroemulsi Minyak Atsiri Sirih

Mikroemulsi minyak daun sirih yang telah diencerkan menggunakan pH 4,5, 5,5, dan 6,5 dengan perbandingan 1:9 menunjukkan sifat yang jernih, tanpa adanya endapan, dan nilai indeks turbiditas kurang dari 1%. Laju kerusakan mikroemulsi minyak atsiri sirih dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. menunjukkan bahwa koefisien variabel (x) waktu penyimpanan yaitu sebesar 0,0328 pada pH 4,5. Nilai determinasi (R²) menunjukkan bahwa 99,58% nilai indeks turbiditas (%)

dipengaruhi oleh pH 4,5 pengenceran 1:9 selama penyimpanan dan 0,42% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti. Koefisien variabel (x) waktu penyimpanan yaitu sebesar 0,0195 pada pH 5,5. Nilai determinasi (R^2) menunjukkan bahwa 81,68% nilai indeks turbiditas (%) dipengaruhi oleh pH 5,5 pengenceran 1:9 selama penyimpanan dan 18,32% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti. Koefisien variabel (x) waktu penyimpanan yaitu sebesar 0,0277 pada pH 6,5. Nilai determinasi (R^2) menunjukkan bahwa 68,80% nilai indeks turbiditas (%) dipengaruhi oleh pH 6,5 pengenceran 1:9 selama penyimpanan dan 31,20% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti



Gambar 3. Grafik stabilitas waktu penyimpanan mikriemulsi minyak atsiri sirih

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Suhendra et al. (2014), mikroemulsi minyak daun sirih menunjukkan stabilitas terhadap sentrifugasi dan pengenceran dalam rentang pH 4,5 hingga pH 6,5. Pada pH 4,5, 5,5, dan 6,5, mikroemulsi tersebut tetap stabil dengan nilai indeks turbiditas kurang dari 1% dan kenampakan yang transparan. McClements et al. (2000) juga melaporkan bahwa surfaktan nonionik, yang digunakan sebagai pengemulsi, tidak mempengaruhi muatan listrik emulsi akibat perubahan pH.

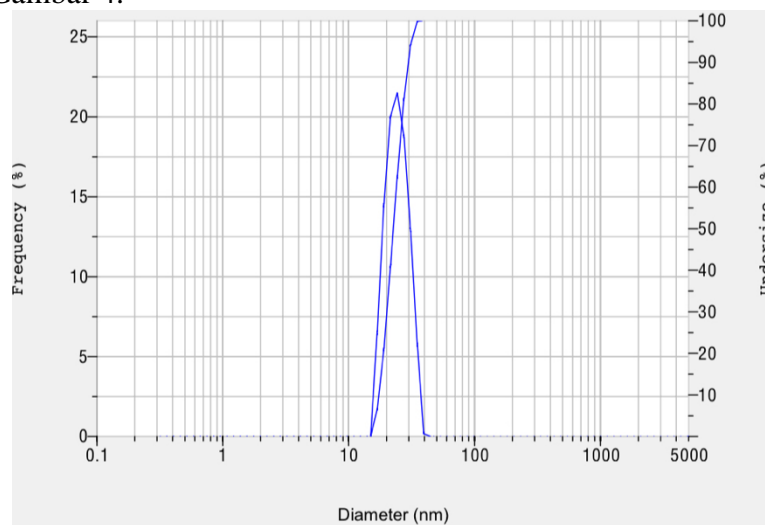
Stabilitas mikroemulsi minyak atsiri sirih selama penyimpanan pada pH 4,5, pH 5,5, dan pH 6,5 dengan pengenceran 1:9 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Namun, dari penelitian tersebut ditemukan bahwa stabilitas terbaik terjadi pada pH 4,5 dengan koefisien variabel (x) waktu penyimpanan sebesar 0,0232. Berdasarkan persamaan regresi mikroemulsi minyak atsiri sirih, diprediksi bahwa nilai indeks turbiditas (%) akan tercapai dalam waktu 34 minggu atau setara dengan 8 1/2 bulan. Hal ini menunjukkan bahwa mikroemulsi minyak atsiri sirih memiliki stabilitas yang baik selama periode penyimpanan tersebut..

Uji Ukuran Partikel Mikroemulsi Minyak Atsiri Sirih

Hasil pengukuran PSA menunjukkan nilai ukuran partikel dari mikroemulsi minyak atsiri sirih lebih kecil dari 100 nm, yaitu mempunyai nilai rata-rata 23.1 ± 4.6 nm, dan ukuran droplet terbanyak adalah 22.8 nm. Ukuran yang seragam ditunjukkan dengan grafik distribusi normal yang cenderung

menyempit dengan standar deviasi 4.6 nm. Hasil ukuran partikel menunjukkan bahwa larutan terdispersi adalah mikroemulsi, sesuai yang dilaporkan oleh Chandra (2008) yaitu ukuran mikroemulsi dikisaran 5 nm – 140 nm.

Hasil PSA menunjukkan nilai polidispersitas indeks (PI) pada penelitian ini sebesar 0,420. Nilai polidispersitas indeks (PI) menunjukkan kestabilan mikroemulsi, semakin rendah nilai PI maka menunjukkan ukuran semakin seragam. nilai PI yang mendekati angka 0 menunjukkan dispersi ukuran partikel yang homogen dan apabila nilai PI melebihi angka 0,5 menunjukkan heterogenitas yang tinggi (Avadi et al., 2009). Grafik distribusi ukuran partikel mikroemulsi minyak atsiri sirih dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik distribusi ukuran partikel mikroemulsi minyak atsiri sirih

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa mikroemulsi minyak atsiri sirih masuk dalam kategori monodispersi yaitu grafik distribusi yang terlihat cenderung sempit menandakan mikroemulsi minyak atsiri sirih memiliki tingkat keseragaman yang baik. Ukuran yang seragam ditunjukkan dengan grafik distribusi normal yang cenderung menyempit dengan standar deviasi 4.6 nm. Nilai PI 0,1-0,25 menunjukkan distribusi ukuran seragam sedangkan nilai lebih dari 0,5 menunjukkan distribusi yang tidak seragam, semakin dekat dengan nilai nol maka distribusinya semakin baik (Wulandari, 2017).

KESIMPULAN

Kesimpulan

Lama pengadukan, suhu, dan interaksi antar partikel berpengaruh sangat nyata terhadap nilai indeks turbiditas pada stabilitas mikroemulsi minyak atsiri sirih terhadap pH dan pengenceran 1:1 dengan 1:99, dan tidak berpengaruh terhadap nilai indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri sirih, indeks turbiditas mikroemulsi minyak atsiri sirih terhadap sentrifugasi, dan nilai indeks turbiditas pada stabilitas mikroemulsi minyak atsiri sirih terhadap pH dan pengenceran 1:9.

Lama pengadukan 8 menit dan suhu 65°C merupakan variasi lama pengadukan dan suhu terbaik untuk membuat mikroemulsi minyak atsiri sirih dengan karakteristik mikroemulsi yang memiliki kenampakan transparan, nilai indeks turbiditas (%) sebelum sentrifugasi yaitu sebesar $0.390 \pm 0.031\%$. dan setelah sentrifugasi sebesar $0.343 \pm 0.059\%$ serta memiliki ukuran partikel 23.1 ± 4.6 nm, dan ukuran droplet terbanyak sebesar 22,8 nm. Mikroemulsi minyak atsiri sirih stabil

selama 8 minggu penyimpanan.

Saran

Dalam penelitian yang telah dilakukan, ditemukan bahwa untuk menghasilkan mikroemulsi minyak atsiri sirih, variasi lama pengadukan selama 8 menit pada suhu 65°C digunakan. Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi penggunaan campuran surfaktan dengan kombinasi surfaktan kationik atau surfaktan anionik guna meningkatkan efektivitas dalam pembuatan mikroemulsi minyak atsiri sirih.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardani., and Setyaningsih, D. 2010. Efek suhu pencampuran dan kecepatan putar propeller mixer terhadap sifat fisis dan stabilitas emulsi oral A/M ekstrak etanol buah pare (*Momordica charantia* L.): aplikasi desain faktorial. Ariviani, S., Raharjo, S., Anggrahini, S., and 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. *Agritech*, 35(1), 27-34.
- Chandra, B. 2008. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : EGC. https://repositori.uin-alauddin.ac.id/19810/1/2021_Book%20Chapter_Metodologi%20Penelitian%20Kesehatan.pdf
- Cho, Y. H., Kim, S., Bar, E. K., Mok, C. K., and Park, J. 2008. Formulation of a cosurfactant-free m/a microemulsion using nonionic surfactant mixtures. *Journal of Food Science*.73(3):115-121.
- 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 Pharmaceutics*.371(1):148-155
- Dalimatra, S. 2008. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 4*. Jakarta: Puspa Swara. http://e-lib.unmul.ac.id/elib/index.php?p=show_detail&id=41038&keywords=
- Dwipayana, I. M., Suhendra, L., and 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.
- Lachman, L., Kanig, J. L., and Lieberman, H, A. 1994. *Teori dan Praktek Farmasi Industri*, UI Press, Jakarta 2: 1091-1098. <https://library.unismuh.ac.id/opac/detail-opac?id=105427>
- Leung, D. Y. C., Wu, X., and Leung, M, K. H. 2010. A review on Production Using Catalyzed Transesterification. *Applied Energy* 87:1083- 1095.
- McClements, D. J., and Decker, E, A.2000. Lipid oxidation in oil-inwater emultions: impact of molecular environment on chemical reaction in heterogeneous food system. *Journal of Food Science*. 65(8):1270-1282.
- McClement, D. J. 2005. *Food Emulsions. Principles. Practices. and Techniques*. Second Edition. CRC Press. W ashington DC.
- McClements, D. J., and Rao, J. 2011. Food-grade nanoemulsions: formulation, fabrication, properties, performance, biological fate, and potential toxicity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 51: 285-330.
- Mitsui, T. 1998. *New Cosmetic Science*. Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- Ningrum, A. A. 2011. Faktor faktor yang mempengaruhi pembentukan emulsi di antaranya,suhu, waktu pengadukan dan kecepatan pengadukan. Skripsi. Universitas Sanata dharma. Yogyakarta.

- Permana, I. D. G. M., and Suhendra, L. 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.
- Prasanta Adi, I. P. H., Suhendra, L., and Wrasati, L. P. 2021. Karakteristik Mikroemulsi Minyak Daun Sirih (*Piper betle L.*) pada Perlakuan Rasio Campuran Surfaktan dan Minyak Daun Sirih. *Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 9(4): 1-11, 582-591.
- Priani, S. E., Dewi, W, K., and Gadri, A. 2018. Formulasi sediaan mikroemulsi gel anti jerawat mengandung kombinasi minyak jinten hitam (*Nigella sativa L.*) dan minyak zaitun (*Olea europaea L.*). *Kartika: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6(2):57-64.
- Sari, D. K., and 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.
- Suhendra, L., Raharjo, S., Hastuti, P., and Hidayat, C. 2012. Formulasi dan stabilitas mikroemulsi o/w sebagai pembawa fucoxanthin. *Agritech*. 32 (3): 230-239.
- Suhendra, L., Raharjo, S., Hastuti, P., and Hidayat, C. 2013. Efektivitas mikroemulsi o/w dengan surfaktan non ionik dalam menghambat fotooksidasi vitamin c pada model minuman. *Agritech*. 33(1):24-31.
- Suhendra, L., Raharjo, S., Hastuti, P., and Hidayat, C. 2014. Stabilitas mikroemulsi fucoxanthin dan efektifitasnya dalam menghambat foto oksidasi vitamin c pada model minuman. *Agritech*. 34(2):138-145.
- Sutamaya, N. I. K., Permana, I. D. G. M., and Suter, I. K. 2018. Stabilitas mikroemulsi VCO dalam air pada variasi HLB dari tiga surfaktan selama penyimpanan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 7(4), 184-191.
- Widiyastuti, Y., Haryanti, S., and Subositi, D. 2016. Karakterisasi Morfologi dan Kandungan Minyak Atsiri Beberapa Jenis Sirih (*Piper sp.*). In *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 3 474-481.
- Wulandari, S. A. R. 2017. Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri *Stapylococcus epidermidis* Sediaan Mikroemulsi Ekstrak Daun Kersen (*Muntingia calabura Linn.*) dengan Fase Minyak Isopropil Mirystate. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Fakultas Kedokteran dan Ilmu-ilmu Kesehatan. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang
- Zhang, S., Zhang, M., Fang, Z., and Liu, Y. 2016. Preparation and characterization of blended cloves/cinnamon essential oil nanoemulsions. *LWT - Food Science and Technology*.