

**CHARACTERISTICS OF LEMON PEEL (*Citrus limon*) ESSENTIAL OIL
MICROEMULSION ON THE ADDITION OF COSURFACTANTS AND THE RATIO
OF SURFACTANTS WITH THE ESSENTIAL OIL**

**KARAKTERISTIK MIKROEMULSI MINYAK ATSIRI KULIT BUAH LEMON
(*Citrus limon*) PADA PENAMBAHAN KOSURFAKTAN DAN RASIO SURFAKTAN-
KOSURFAKTAN DENGAN MINYAK ATSIRINYA**

Putu Dhea Pradnyani, Lutfi Suhendra*, I Nyoman Semadi Antara

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

Diterima 11 Agustus 2024 / Disetujui 27 September 2024

ABSTRACT

*Essential oil from lemon peel (*Citrus limon*) has a distinctive aroma that can be used as a body mist. Body mist is a type of perfume with an essential oil content of 3-5%. Lemon peel essential oil microemulsion is a water-based body mist product. Lemon essential oil microemulsion is formed from a mixture of surfactants (Tween 20, Tween 80 and Span 80), co-surfactant, Polyethylene Glycol (PEG) 400, lemon essential oil and water. The first stage of the research was the formation of fruit peel essential oil microemulsions by treating the mixture ratio of surfactant and co-surfactant. The second stage of the research was the formation of fruit peel essential oil microemulsions by treating the ratio of a mixture of surfactant-cosurfactant and lemon peel essential oil. The results of the first stage showed that the microemulsion of lemon peel essential oil with a mixture ratio of surfactant and PEG 400 (50:50) had a turbidity index value of 0.092%, transmittance of 91.6%, was non-sticky, transparent and stable against centrifugation. The results of the first stage are used in the second stage, namely the mixture ratio of surfactant and Polyethylene Glycol (PEG) 400 (50:50). The results of the second stage, namely the ratio of the mixture of surfactant-PEG 400 and lemon peel essential oil (80:20), showed that the concentration of lemon peel essential oil was the highest which still formed a microemulsion of lemon peel essential oil. This lemon peel essential oil microemulsion has a turbidity index value of 0.089%, transmittance of 91.23%, transparent appearance, stable to centrifugation, stable to pH (4.5; 5.5; 6.5), stable to dilution (1: 9; 1:49; 1:99), stable during 4 weeks of storage, has an average particle size of 32.2 nm and a polydispersion index (PI) value below 0.5.*

Keywords : *Microemulsion, ratio, surfactant, co-surfactant, citrus limon*

ABSTRAK

Minyak atsiri dari kulit buah lemon (*Citrus limon*) mempunyai aroma khas yang dapat digunakan sebagai body mist. Body mist merupakan salah satu jenis parfum dengan kandungan minyak atsiri sebesar 3-5%. Mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon merupakan salah satu produk body mist yang berbasis air. Mikroemulsi minyak atsiri buah lemon terbentuk dari campuran surfaktan (Tween 20, Tween 80 dan Span 80), ko-surfaktan, Polietelene glikol (PEG) 400, minyak atsiri buah lemon dan air. Tahap pertama penelitian adalah pembentukan mikroemulsi minyak atsiri kulit buah dengan perlakuan rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan. Tahap kedua penelitian adalah pembentukan mikroemulsi minyak atsiri kulit buah dengan perlakuan rasio campuran surfaktan-kosurfaktan dan minyak atsiri kulit

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

buah lemon. Hasil tahap pertama menunjukkan bahwa mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon dengan rasio campuran surfaktan dan Polietilen Glikol (PEG) 400 (50:50) mempunyai nilai indeks turbiditas 0,092%, transmisi 91,6%, tidak lengket, transparan dan stabil terhadap sentrifugasi. Hasil tahap pertama digunakan pada tahap kedua yaitu rasio campuran surfaktan dan PEG 400 (50:50). Hasil tahap kedua yaitu rasio campuran surfaktan-PEG 400 dan minyak atsiri kulit buah lemon (80:20) menunjukkan bahwa konsentrasi minyak atsiri kulit buah lemon tertinggi yang masih membentuk mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon. mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon ini mempunyai nilai indeks turbiditas 0,089%, transmisi 91,23%, kenampakan transparan, stabil terhadap sentrifugasi, stabil terhadap pH (4,5; 5,5; 6,5), stabil terhadap pengenceran (1:9; 1:49; 1:99), stabil selama penyimpanan 4 minggu, mempunyai ukuran partikel rata-rata 32,2 nm dan nilai polidispersi indeks (PI) di bawah 0,5.

Kata kunci : Mikroemulsi rasio, surfaktan, ko-surfaktan, *citrus limon*

PENDAHULUAN

Minyak atsiri adalah minyak dengan komposisi senyawa-senyawa aromatik dan volatil yang diperoleh dari bagian-bagian tanaman seperti bunga, buah-buahan, daun, batang, akar, dan bagian lainnya (Hyldgaard et al., 2012). Pada zaman Mesir kuno hingga kini, minyak atsiri memiliki banyak kegunaan dalam kehidupan sehari-hari, dengan kandungan senyawa yang melimpah dengan banyak manfaat, sebagai parfum, kosmetik, obat-obatan, dan penambah rasa masakan (Nakatsu et al., 2000). Kulit buah lemon merupakan hasil samping dari proses peras buah lemon, kulit buah lemon dibuang begitu saja tanpa mengetahui khasiat didalamnya. Kandungan minyak atsiri pada buah lemon adalah *limonen* (C₁₀H₁₆) sebanyak 94%, *myrcene* 2%, *linalool* 0,5%, *actanal* 0,5%, *decanal* 0,4%, *sitronellal* 0,1%, *neral* 0,1%, dan *geranial* 0,1%. Kandungan minyak atsiri ini yang dapat digunakan sebagai bahan parfum, pengharum ruangan, kosmetika, dan penambah cita rasa pada makanan (Draeos & Thaman, 1996).

Parfum merupakan campuran minyak essential dan senyawa aroma, fiksatif, dan pelarut. Terdapat beberapa jenis parfum yaitu perfume atau *extrait de perfume*, *eau de perfume* atau EDP, *eau de toilette* atau EDT, *eau de cologne* atau EDC., dan yang terakhir *eau fraiche*. Body Mist termasuk ke dalam jenis pafrum Eau de cologne (EDC) merupakan wewangian yang ringan dan mempunyai kandungan pewangi sebanyak 3-5% (Meidina et al., 2015). Secara umum alkohol digunakan sebagai pelarut dalam pembuatan parfum. Namun penggunaan alkohol dalam body mist dapat menyebabkan kulit iritasi, kemerahan, kulit gatal, dan bahkan dapat menyebabkan kanker (Filasavita et al., 2014). Mikroemulsi merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan pada pembuatan body mist yang relatif lebih aman dibandingkan penggunaan alkohol tersebut.

Mikroemulsi adalah sistem dispersi minyak dengan air yang distabilkan oleh lapisan antarmuka dari molekul surfaktan (El-Laithy, 2003). Mikroemulsi terdiri dari minyak, air, surfaktan, dan ko-surfaktan (Purnojati et al., 2007). Surfaktan merupakan suatu zat aktif antarmuka yang dapat menurunkan tegangan permukaan antara fase air dan fase minyak. Penggunaan kombinasi surfaktan Tween 80, Tween 20, dan Span 80 dapat digunakan karena mempunyai toksisitas yang rendah dan nilai Hidrofilik Lipophilic Balance (HLB) tinggi, medium, dan rendah (Suhendra et al., 2012).

Pada penelitian Suciati et al (2023) tentang pembuatan mikroemulsi menggunakan tiga campuran surfaktan non-ionik (Tween 20: Tween 80: Span 80), hasil penelitian rasio campuran surfaktan terbaik adalah 97:2,75:0,25 dan berpengaruh terhadap karakteristik mikroemulsi yang dihasilkan. Tetapi, dalam penelitian tersebut menyatakan bahwa ukuran partikel dari mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon terbentuk polidispersi atau terbentuk dua ukuran partikel yang berbeda yaitu 16,1

nm (pada area ratio 40%) dan 1279,2 nm (pada area ratio 60%). Nilai polidispersi indeks (PI) yaitu 0,719 dimana nilai polidispersi indeks (PI) lebih dari 0,5 menunjukkan distribusi yang tidak seragam. Hal tersebut menunjukkan bahwa mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon belum memiliki keseragaman ukuran partikel yang baik. Salah satu alternatif untuk memperbaiki mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon adalah dengan melakukan penambahan ko-surfaktan.

Ko-surfaktan yang umum digunakan adalah propilen glikol, gliserin, dan polietilen glikol 400. Propilen glikol dapat membantu solubilisasi surfaktan hidrofilik dalam basis minyak. Polietilen glikol 400 sebagai *mid chain hydrocarbon* yang dapat ditempatkan di antara celah sistem nanoemulsi dengan pembentukan rantai hidrogen sehingga lebih maksimal dalam proses emulsifikasi (Rismarika et al., 2020). PEG berperan sebagai stabilizer emulsi apabila dikombinasikan dengan agen pengemulsi lain (Rowe et al., 2009). PEG mampu meningkatkan kestabilan mikroemulsi pada kombinasi dengan surfaktan Tween 80 dan Span 80 (Jain and Nagori, 2015). Pada penelitian Shabrina et al (2020) melaporkan bahwa mikroemulsi minyak nilam dengan variasi perbandingan Tween 80 dan PEG 400 yaitu 2:1, 1:2, dan 1:1. Hasil terbaik yang diperoleh yaitu perbandingan 1:1 ditunjukkan dengan hasil yang paling stabil, berwarna kuning pucat, jernih, dan persen nilai DPPH yaitu $73,13 \pm 0,38\%$.

Oleh karena itu, penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan dan rasio campuran yang terbaik antara surfaktan dan ko-surfaktan terhadap stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon. Selain itu untuk mengetahui pengaruh dan rasio campuran yang terbaik diantara rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan dengan minyak atsiri kulit buah lemon untuk menghasilkan stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Tween 80 (Merck), Tween 20 (Merck), Span 80 (Merck), Polietilen Glikol (PEG) 400 (Merck), Denpasar, Aquades Demineralisasi (DM), dan buffer sitrat (Merck). Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu hot plate (Thermo Scientific), magnetic stirrer, pH meter (ATC), gelas beaker (Iwaki), pipet mikro (Thermo Scientific), vortex (Thermolyne), spatula, gelas ukur (Iwaki), buret, Particle Size Analyzer (HORIBA SZ-100), spektrofotometer (Biochrome SN 133467), centrifuge (Centurion Scientific Centrifuge – K3 Series), botol vial, botol spray, dan kertas label.

Rancangan Percobaan

Penelitian tahap I menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial. Faktor dalam percobaan ini adalah rasio campuran surfaktan (Tween 20, Tween 80, dan Span 80 (S)) dan ko-surfaktan (polietilen glikol 400 (K)). Tiap perlakuan dilakukan sebanyak 2 kali sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Hasil yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Analysis of Variance (ANOVA), jika terdapat pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil terbaik pada tahap pertama yaitu rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan terhadap stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon yang mempunyai nilai indeks turbiditas (%) yang stabil dan dilanjutkan pada tahap II.

Penelitian tahap II dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial. Faktor dalam percobaan tahap kedua ini adalah rasio campuran (surfaktan dan ko-surfaktan terbaik pada tahap pertama (SK) dengan minyak atsiri kulit buah lemon (M). Pada tahap II setiap perlakuan dilakukan sebanyak 2 kali sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Hasil yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Analysis of Variance (ANOVA), jika terdapat pengaruh perlakuan terhadap variabel

yang diamati maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

Perlakuan terbaik adalah perlakuan rasio minyak atsiri kulit buah lemon tertinggi yang masih terbentuk mikroemulsi dan mempunyai karakteristik stabil berdasarkan syarat nilai indeks turbiditas (%) <1% dan kenampakan transparan. Hasil terhadap rasio campuran terbaik diantara surfaktan dan ko-surfaktan dengan minyak atsiri kulit buah lemon terhadap stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon dilakukan pengujian stabilitas selama penyimpanan. Penyimpanan dilakukan selama 8 minggu dengan pengamatan setiap 2 minggu. Data yang didapat dianalisis dengan regresi linier untuk mendapatkan laju kerusakan selama penyimpanan. Regresi linier dilakukan dengan cara plot rata-rata data dalam grafik dan dihitung persamaan regresinya menggunakan Excel.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan mikroemulsi dibuat dari tiga jenis surfaktan (Tween 80, Tween 20, dan Span 20) dan satu jenis ko-surfaktan (PEG 400) dengan 10 perbandingan rasio yang berbeda. Kemudian dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 700 rpm pada suhu $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 4 menit dan secara bersamaan ditambahkan setetes demi setetes air sebanyak 10ml. Selanjutnya proses inkubasi dilakukan selama 24 jam.

Pembuatan pencampuran surfaktan (Tween 80: Tween 20: Span 80) dan ko-surfaktan (PEG 400) terbaik pada tahap sebelumnya dengan minyak atsiri kulit buah lemon dengan rasio yang telah ditentukan, yaitu dengan 10 perlakuan. Kemudian dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 700 rpm pada suhu $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 4 menit dan secara bersamaan ditambahkan setetes demi setetes air sebanyak 10ml. Selanjutnya proses inkubasi dilakukan selama 24 jam (Suhendra et al., 2012).

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon setelah inkubasi selama 24 jam, stabilitas setelah sentrifugasi, kenampakan dan kelengketkan, stabilitas pH dan pengenceran, stabilitas selama penyimpanan, dan ukuran partikel (Suhendra et al., 2012). Perlakuan terbaik dilihat dari nilai indeks turbiditas (%), nilai transmisi (%), dan hasil kenampakannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Indeks turbiditas (%) dan Transmisi (%) Campuran Surfaktan dan Ko-surfaktan

Hasil sidik ragam nilai indeks turbiditas (%) dan transmisi (%) menunjukkan bahwa perlakuan rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan (PEG 400) menunjukkan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan (PEG 400) mempengaruhi mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon yang terbentuk.

Tabel 1 menunjukkan semua perlakuan rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan memikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon yaitu nilai indeks turbiditas di bawah 1% dan kenampakan transparan. Mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon mempunyai tekstur tidak lengket mulai pada rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan = 5:5. Mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon mempunyai nilai indeks turbiditas sebesar $0,092 \pm 0,007$ %, namun tidak berbeda nyata pada semua, kecuali pada rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan = 10:0. Mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon mempunyai nilai transmisi $91,585 \pm 0,049$ %, namun tidak berbeda nyata dengan rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan = 6:4; 4:6; 3:7; 2:8 dan 1:9

Tabel 1. Stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon pada campuran surfaktan dan ko-surfaktan setelah inkubasi 24 jam sebelum sentrifugasi

Perlakuan Surfaktan : Ko-surfaktan	Mikroemulsi setelah inkubasi 24 jam			
	Nilai indeks turbiditas (%)	Transmisi (%)	Kenampakan	Tekstur
(1:9)	0,084±0,002 ^{de}	91,555±0,106 ^{ab}	Transparan	Tidak lengket
(2:8)	0,079±0,005 ^e	91,815±0,078 ^a	Transparan	Tidak lengket
(3:7)	0,088±0,000 ^{cde}	91,470±0,042 ^{ab}	Transparan	Tidak lengket
(4:6)	0,083±0,003 ^{de}	91,435±0,021 ^{ab}	Transparan	Tidak lengket
(5:5)	0,092±0,007 ^{bcd}	91,585±0,049 ^{ab}	Transparan	Tidak lengket
(6:4)	0,092±0,003 ^{bcd}	90,950±0,369 ^{bc}	Transparan	Sedikit lengket
(7:3)	0,104±0,010 ^{abcd}	90,655±0,078 ^c	Transparan	Sedikit lengket
(8:2)	0,108±0,003 ^{abc}	89,570±0,042 ^d	Transparan	Sedikit lengket
(9:10)	0,109±0,008 ^{ab}	89,420±0,225 ^d	Transparan	Lengket
(10:0)	0,122±0,000 ^a	88,980±0,085 ^d	Transparan	Lengket

Keterangan: huruf yang sama di belakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat kesalahan 5%

Tabel 1 menunjukkan bahwa mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon pada peningkatan konsentrasi ko-surfaktan (PEG 400) menyebabkan nilai indeks turbiditas (%) cenderung menurun dan nilai transmisi (%) cenderung meningkat, kelengketan cenderung menurun. Campuran surfaktan yaitu Tween 20, Tween 80 dan Span 80 mempunyai tekstur lengket, PEG 400 mempunyai tekstur tidak lengket. Hal ini menyebabkan meningkatnya konsentrasi PEG 400, mikroemulsi terbentuk mempunyai tekstur kelengketan cenderung menurun. PEG 400 sebagai ko-surfaktan mempunyai fungsi sebagai pelarut minyak atsiri kulit buah lemon. PEG 400 mempunyai konstanta dielektrikum sebesar 12,4, hal ini kemungkinan mempunyai polaritas mendekati minyak atsiri kulit buah lemon. Peningkatan konsentrasi PEG 400 menyebabkan nilai indeks turbiditas (%) menurun dan transmisi (%) meningkat.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sabrina, et al (2020) melakukan pengujian terhadap stabilitas fisik dan antioksidan mikroemulsi minyak nilam dengan variasi penggunaan surfaktan Tween 80 dan ko surfaktan PEG 400. Mikroemulsi minyak nilam dari hasil uji yang dilakukan memiliki sifat stabil dan dengan penambahan ko-surfaktan PEG 400 pada rasio perbandingan 26% : 13% menghasilkan tingkat kejernihan dan transparansi yang baik. Penggunaan PEG 400 sebagai ko-surfaktan memiliki manfaat dalam menurunkan tegangan diantara permukaan air dan minyak, serta meningkatkan fluiditas diantara kedua permukaan sehingga partisi keduanya meningkat dan kedua fase yang semula tidak saling bercampur dapat saling tercampurkan. Selain itu, PEG 400 juga dapat berperan sebagai pelembut dan peningkatan penetrasi di dalam formula sediaan topikal.

Hasil analisis keragaman setelah dilakukan inkubasi selama 24 jam dan sentrifugasi menunjukkan bahwa rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi. Analisis nilai indeks turbiditas (%) rasio campuran dan ko-surfaktan setelah sentrifugasi dinyatakan stabil. Nilai indeks turbiditas (%) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan semua rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan setelah dilakukan sentrifugasi unit percobaan terbentuk mikroemulsi minyak atsiri kulit buah yaitu nilai indeks turbiditas di bawah 1% dan kenampakan transparan. Mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon mempunyai tekstur tidak lengket mulai pada rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan = 5:5. Mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon mempunyai nilai indeks turbiditas sebesar $0,086 \pm 0,000\%$, namun tidak berbeda nyata pada semua unit percobaan, kecuali pada rasio campuran

surfaktan dan ko-surfaktan = 10:0. Mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon mempunyai nilai transmisi $92,035 \pm 0,021\%$, namun tidak berbeda nyata dengan rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan = 6:4; 4:6; 3:7; 2:8 dan 1:9.

Tabel 2. Stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon pada campuran surfaktan dan ko-surfaktan setelah sentrifugasi

Perlakuan Surfaktan : Ko- surfaktan	Mikroemulsi setelah inkubasi 24 jam			
	Nilai indeks turbiditas (%)	Transmisi (%)	Kenampakan	Tekstur
(1:9)	$0,092 \pm 0,010^a$	$91,610 \pm 0,750^{ab}$	Transparan	Tidak lengket
(2:8)	$0,081 \pm 0,000^a$	$92,170 \pm 0,014^a$	Transparan	Tidak lengket
(3:7)	$0,079 \pm 0,002^a$	$92,035 \pm 0,134^{ab}$	Transparan	Tidak lengket
(4:6)	$0,081 \pm 0,000^a$	$92,120 \pm 0,014^{ab}$	Transparan	Tidak lengket
(5:5)	$0,086 \pm 0,002^a$	$92,035 \pm 0,021^{ab}$	Transparan	Tidak lengket
(6:4)	$0,088 \pm 0,000^a$	$91,990 \pm 0,113^{ab}$	Transparan	Sedikit lengket
(7:3)	$0,084 \pm 0,002^a$	$91,555 \pm 0,163^{ab}$	Transparan	Sedikit lengket
(8:2)	$0,088 \pm 0,003^a$	$91,315 \pm 0,233^{ab}$	Transparan	Sedikit lengket
(9:10)	$0,089 \pm 0,002^a$	$91,030 \pm 0,12^b$	Transparan	Lengket
(10:0)	$0,091 \pm 0,002^a$	$91,405 \pm 0,064^{ab}$	Transparan	Lengket

Keterangan: huruf yang sama di belakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat kesalahan 5%

Tabel 2 menunjukkan bahwa mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon pada peningkatan konsentrasi ko-surfaktan (PEG 400) setelah dilakukan sentrifugasi menyebabkan nilai indeks turbiditas (%) cenderung menurun dan nilai transmisi (%) cenderung meningkat, kelengketan cenderung menurun. Campuran surfaktan yaitu Tween 20, Tween 80 dan Span 80 mempunyai tekstur lengket, PEG 400 mempunyai tekstur tidak lengket. Konsentrasi PEG 400 menyebabkan nilai indeks turbiditas (%) menurun dan transmisi (%) meningkat.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Edison, et al (2023) melakukan uji karakteristik dan stabilitas fisik mikroemulsi minyak zaitun menggunakan PEG 400 sebagai ko-surfaktan di dalam perbandingannya. Mikroemulsi minyak zaitun yang dihasilkan stabil terhadap sentrifugasi dengan nilai transmisi 94,3% dan ukuran rerata globul 15,4 nm dengan indeks polidispersitas 0,350.

Nilai Indeks turbiditas (%) dan Transmisi (%) Campuran Surfaktan dan Ko-surfaktan dengan Mikroemulsi Minyak Atsiri Kulit Buah Lemon

Hasil analisis keragaman rasio surfaktan dan ko-surfaktan terhadap minyak atsiri kulit buah lemon menunjukkan adanya pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak kulit buah lemon. selain pada perlakuan (70:30) dan (67,5:32,5) menghasilkan nilai indeks turbiditas kurang dari 1% dengan kenampakan transparan dengan ini dapat dikatakan sistem mikroemulsi yang terbentuk stabil. Nilai indeks turbiditas (%) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan semua rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan dengan minyak atsiri kulit buah lemon, pada seluruh unit percobaan rasio dengan nilai indeks turbiditas di bawah 1% selain pada perlakuan 70: 30 dan 67,5:32,5. Mikroemulsi dengan nilai indeks turbiditas (%) terbaik yaitu dengan nilai sebesar $0,093 \pm 0,002\%$ namun berbeda nyata pada rasio 70:30 dan 67,5:32,5. Tabel 3 menunjukkan bahwa pada rasio surfaktan-kosurfaktan dengan minyak atsiri kulit buah lemon cenderung meningkat dengan nilai transmisi (%) cenderung menurun. Hasil kenampakan yang dihasilkan berbeda hanya dua perlakuan dengan hasil kenampakan keruh.

Tabel 3. Stabilitas mikroemulsi pada perbandingan minyak atsiri kulit buah lemon dengan surfaktan dan ko-surfaktan setelah inkubasi 24 jam sebelum sentrifugasi

Perlakuan Surfaktan dan Ko-surfaktan : Minyak Atsiri Kulit Buah Lemon	Mikroemulsi setelah inkubasi 24 jam			
	Nilai indeks turbiditas (%)	Kenampakan	Transmisi (%)	Kenampakan
(90:10)	0,090±0,007 ^c	Transparan	90,975±0,940 ^a	Transparan
(87,5:12,5)	0,084±0,002 ^c	Transparan	91,675±0,049 ^a	Transparan
(85:15)	0,086±0,002 ^c	Transparan	91,790±0,014 ^a	Transparan
(82,5:17,5)	0,094±0,000 ^c	Transparan	91,290±0,354 ^a	Transparan
(80:20)	0,093±0,002 ^c	Transparan	91,380±0,467 ^a	Transparan
(77,5:22,5)	0,288±0,010 ^c	Transparan	72,945±0,530 ^b	Transparan
(75:25)	0,579±0,002 ^c	Transparan	55,790±4,285 ^c	Transparan
(72,5:27,5)	0,692±0,047 ^c	Transparan	49,015±4,391 ^c	Transparan
(70:30)	5,544±0,591 ^b	Keruh	0,265±0,078 ^d	Keruh
(67,5:32,5)	6,930±0,655 ^a	Keruh	0,105±0,064 ^d	Keruh

Keterangan: huruf yang sama di belakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat kesalahan 5%

Penelitian yang dilakukan oleh Rosano HL & Clausse M (1985) menyatakan bahwa sistem mikroemulsi yang jernih yaitu mikroemulsi dengan nilai transmisi (%) sebesar 95%. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Priani et al (2019) menyatakan bahwa nilai persen transmisi (%) menggambarkan kejernihan atau transparansi mikroemulsi lebih dari 90% memiliki kejernihan yang baik dan dapat memenuhi kriteria mikroemulsi.

Hasil analisis keberagaman rasio campuran surfaktan dan ko-surfaktan dengan minyak atsiri kulit buah lemon setelah dilakukan sentrifugasi menunjukkan hasil rasio campuran berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai indeks turbiditas (%) dapat dilihat pada Tabel 4. Perlakuan yang memiliki nilai lebih dari 1% yaitu perlakuan (70:30) dan (67,5:32,5), sehingga hasil dari perlakuan yang diberikan menghasilkan mikroemulsi yang tidak stabil dengan kenampakan yang dihasilkan keruh.

Tabel 4. Stabilitas mikroemulsi pada perbandingan minyak atsiri kulit buah lemon dengan surfaktan dan ko-surfaktan setelah sentrifugasi

Perlakuan Surfaktan Ko-surfaktan : Minyak Atsiri Kulit Buah Lemon	Mikroemulsi setelah inkubasi 24 jam			
	Nilai indeks turbiditas (%)	Kenampakan	Transmisi (%)	Kenampakan
(90:10)	0,085±0,003 ^b	Transparan	91,895±0,544 ^a	Transparan
(87,5:12,5)	0,088±0,000 ^b	Transparan	91,735±0,092 ^a	Transparan
(85:15)	0,086±0,002 ^b	Transparan	91,420±0,226 ^a	Transparan
(82,5:17,5)	0,091±0,005 ^b	Transparan	91,490±0,014 ^a	Transparan
(80:20)	0,089±0,005 ^b	Transparan	91,225±0,304 ^a	Transparan
(77,5:22,5)	0,443±0,011 ^b	Transparan	64,830±1,188 ^b	Transparan
(75:25)	0,774±0,117 ^b	Transparan	46,160±2,503 ^c	Transparan
(72,5:27,5)	0,790±0,121 ^b	Transparan	46,085±6,951 ^c	Transparan
(70:30)	4,848±0,443 ^a	Keruh	0,735±0,389 ^d	Keruh
(67,5:32,5)	6,476±1,189 ^a	Keruh	0,210±0,212 ^d	Keruh

Keterangan: huruf yang sama di belakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat kesalahan 5%

Stabilitas Mikroemulsi Minyak Atsiri Kulit Buah Lemon Terhadap pH dan Pengenceran

Hasil pengukuran stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon terhadap pH 4,5; 5,5; 6,5 dan pengenceran menyatakan bahwa tidak berpengaruh nyata terhadap nilai indeks turbiditas (%) dan transmisi (%) karena menghasilkan nilai $p > 0,05$ dari hasil analisis keberagaman.

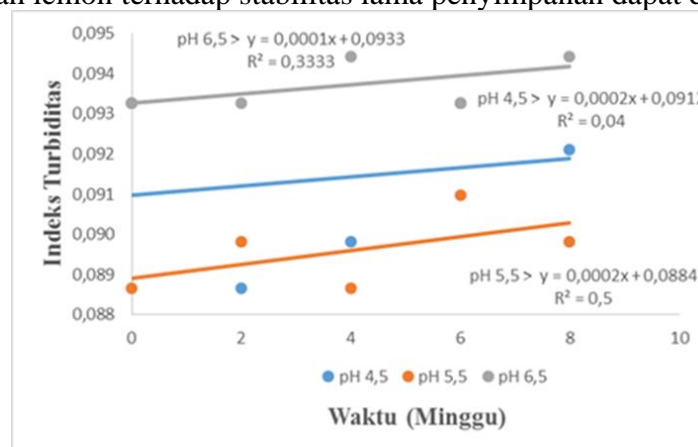
Tabel 5. Stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon terhadap pH

Perlakuan	Indeks turbiditas (%)			Transmisi (%)			Kenampakan
	pH 4,5	pH 5,5	pH 6,5	pH 4,5	pH 5,5	pH 6,5	
Pengenceran 1:1	0,081	0,082	0,091	91,215	91,205	89,715	Transparan
Pengenceran 1:9	0,091	0,095	0,093	89,750	91,465	90,790	Transparan
Pengenceran 1:99	0,097	0,095	0,093	91,305	91,465	91,235	Transparan

Tabel 5 menunjukkan pada semua perlakuan pengenceran terhadap pH juga menghasilkan nilai indeks turbiditas (%) di bawah 1%. Dimana hal tersebut dapat dikatakan bahwa semua perlakuan pengenceran (1:1; 1:9; 1:99) dengan semua variasi pH memiliki kenampakan yang jernih. Penelitian yang dilakukan oleh Nurmalasari (2023) melaporkan bahwa mikroemulsi kulit buah jeruk manis pada pengenceran 1:9 dan 1:49 rasio 80:20 memiliki nilai indeks turbiditas (%) di atas 1% yang menghasilkan kenampakan yang keruh. Hal tersebut dapat terjadi karena banyaknya konsentrasi minyak yang digunakan pada perlakuan pengenceran tersebut yang mengakibatkan adanya kontak fase minyak yang lebih tinggi dengan pH. Sehingga ukuran pada tetesan meningkat dan stabilitas mikroemulsi menurun. Berdasarkan uji keragaman menghasilkan bahwa perlakuan pengenceran dan pH tidak berpengaruh nyata terhadap nilai indeks dan nilai transmisi pada stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon.

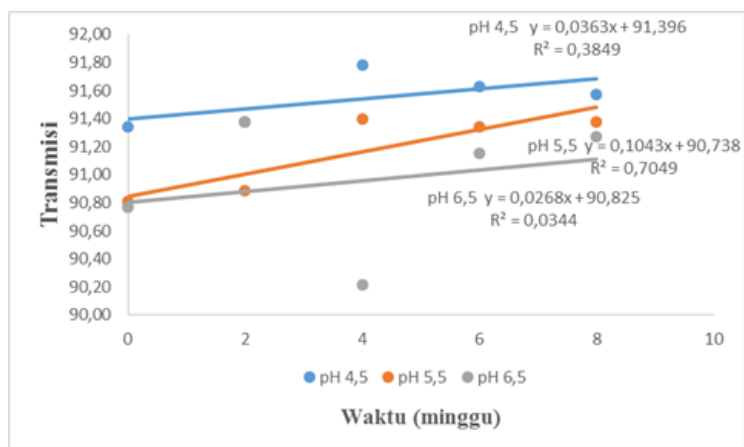
Stabilitas Mikroemulsi Lama Penyimpanan Minyak Atsiri Kulit Buah Lemon Terhadap pH 4,5; pH 5,5; dan pH 6,5

Stabilitas mikroemulsi lama penyimpanan minyak atsiri kulit buah lemon dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perubahan laju kerusakan pada mikroemulsi yang dilakukan dengan uji indeks turbiditas (%) dan uji transmisi (%) setiap 2 minggu selama 8 minggu. Dilakukan pengenceran pada mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon dengan perlakuan pH yang berbeda yaitu 4,5; 5,5; dan 6,5. Hasil dari stabilitas lama penyimpanan mikroemulsi yaitu memiliki nilai indeks turbiditas (%) yang kurang dari 1%, kenampakan yang jernih dan tidak terdapat endapan. Maka mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon mempunyai kestabilan tinggi. Nilai indeks turbiditas (%) mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon terhadap stabilitas lama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon terhadap pH

Pada pH 6,5 menunjukkan hasil koefisien variabel (x) waktu penyimpanan 0,0001 dan nilai determinasi (R²) sebesar 33,33% serta 66,67% yang dipengaruhi oleh faktor yang tidak diteliti. Stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon terhadap lama penyimpanan dan pengenceran 1:9 terbaik yaitu pada pH 6,5 dengan koefisien variabel (x) waktu penyimpanan 0,0001.



Gambar 2. Stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon terhadap pH

Berdasarkan hasil stabilitas penyimpanan mikroemulsi kulit buah lemon memiliki nilai yang stabil atau tidak berbeda signifikan, dimana memiliki kenampakan yang transparan dan memiliki indeks turbiditas (%) kurang dari 1%. Emulsi yang distabilkan dengan surfaktan non ionik tidak mempengaruhi muatan elektrik akibat dari perubahan pH (Mc Clements et al., 2007) menjelaskan pH 3,5; 4,5; dan 6,5 tidak berpengaruh nyata terhadap mikroemulsi m/a dan mikroemulsi m/a yang dibuat dengan surfaktan non ionik pada bagian hidrofilik dari surfaktan tidak dapat teroksidasi oleh pengaruh pH.

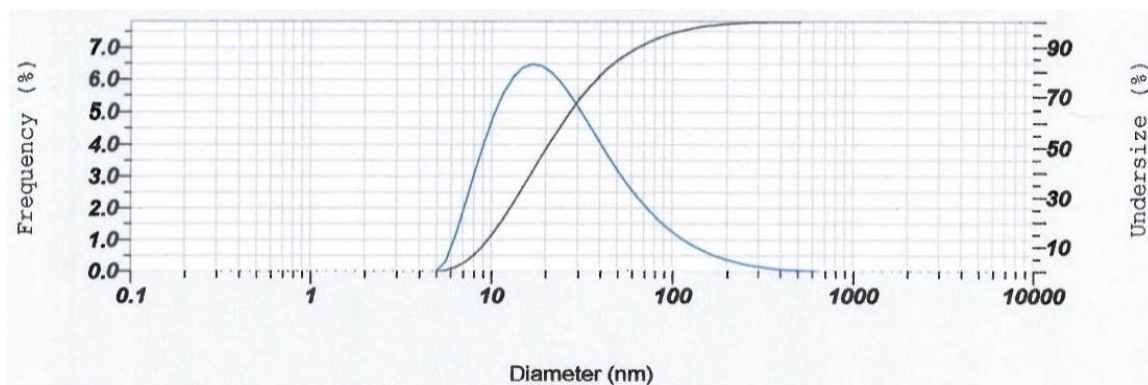
Stabilitas Ukuran Partikel Mikroemulsi Minyak Atsiri Kulit Buah Lemon

Hasil uji stabilitas ukuran mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon dengan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) pada rasio campuran 80:20 (minyak atsiri kulit buah lemon dengan surfaktan-kosurfaktan) menunjukkan bahwa nilai yang dihasilkan yaitu 32.2 ± 36.8 nm dengan ukuran droplet terbanyak dari mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon yaitu 15.9 nm. Larutan terdispersi yang apabila nilainya lebih kecil dari 100 nm, maka ukuran partikel tersebut dinyatakan sebagai mikroemulsi (Candra dan Budiman, 2008). Tabel hasil analisis stabilitas ukuran partikel mikroemulsi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis stabilitas ukuran partikel mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon

Peak No.	S.P. Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	32.2 nm	36.8 nm	15.9 nm
2 nm	... nm	... nm
3 nm	...nm	... nm
Total	1.00	32.2 nm	36.8 nm	15.9 nm

Penelitian Wulandari, (2017) menyebutkan bahwa ukuran partikel yang seragam (monodispersi) yaitu ditunjukkan dengan grafik distribusi yang cenderung menyempit dengan nilai PI sebesar 0,1-0,25 dan nilainya semakin dekat dengan nol maka menunjukkan distribusi yang semakin baik pula. Sedangkan distribusi yang tidak seragam memiliki nilai PI yang lebih dari 0,5.



Gambar 3. Grafik distribusi ukuran partikel mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon

Pada hasil nilai polidispersitas indeks (PI) mikroemulsi kulit buah lemon dengan menggunakan PSA yaitu sebesar 0,483. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa mikroemulsi kulit buah lemon termasuk pada kategori monodispersi, dimana nilai PI yang tidak melebihi 0,5 dan grafik dari mikroemulsi cenderung menyempit. Mikroemulsi yang memiliki kategori monodisperse dapat dilihat dari grafik distribusi ukuran partikel yang cenderung sempit serta keseragaman yang baik sehingga cenderung lebih stabil dibanding kategori polidispersi (Rahmawati et al., 2014)

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh campuran surfaktan (Tween 80: Tween 20: Span 80) dan ko-surfaktan (polietilen glikol 400) terhadap stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon (*Citrus limon*) berpengaruh sangat nyata dari hasil keberagaman yang dihasilkan kurang dari 0,01 dan 0,05 pada perlakuan terbaik 5:5 dengan hasil nilai indeks setelah sentrifugasi sebesar $0,086 \pm 0,002$ dan nilai transmisi (%) $92,035 \pm 0,021$ pada kenampakan transparan dan tekstur tidak lengket. Pengaruh rasio campuran surfaktan, ko-surfaktan dengan minyak atsiri kulit buah lemon terhadap stabilitas mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon (*Citrus limon*) berpengaruh sangat nyata dari hasil keberagaman yang dihasilkan kurang dari 0,01 dan 0,05. Perlakuan terbaik pada 80:20 mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon mempunyai kenampakan transparan sebelum dan sesudah sentrifugasi, dengan nilai indeks turbiditas (%) sebesar $0,089 \pm 0,005$ dan nilai transmisi (%) sebesar $91,225 \pm 0,304$. Serta setelah dilakukan pengujian PH dan kenampakan yang dihasilkan jernih serta tidak terdapat endapan. Saat dilakukan uji pada penyimpanan selama delapan minggu memiliki nilai yang stabil atau tidak berbeda signifikan, dimana memiliki kenampakan yang transparan dan memiliki indeks turbiditas (%) kurang dari 1%.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan menggunakan rasio campuran surfaktan dan kulit buah lemon putih dengan perbandingan yaitu 80:20. Serta masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai campuran surfaktan dan ko-surfaktan dengan kombinasi lain agar lebih efektif dalam pembuatan mikroemulsi minyak atsiri kulit buah lemon.

DAFTAR PUSTAKA

- Candra dan Budiman. 2008. Metodologi Penelitian Kesehatan. EGC.
- Chandra, A., Sharma, P. K., and Irchhiaya, R. 2009. Microemulsion-based hydrogel formulation for transdermal delivery of dexamethasone. *Asian Journal of Pharmaceutics*, 3(1), 30–36.
- Draelos, Z. D., and Thaman, L. A. 1996. Cosmetic formulation of skin care. *New York: Taylor and Francis*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3109/9781420020854>
- El-Laithy, H. M. 2003. Preparation and physicochemical characteristic of dioctyl sodium sulfosuccinate (aerosol OT) microemulsion for oral drug delivery. *AAPS Pharmscitech*, 4(1), 80–89.
- Filasavita, P. I., Rubiyanto, D., dan Julianto, T. S. 2014. Analisis senyawa berbahaya dalam parfum dengan kromatografi gas-spektrometri massa berdasarkan material safety data sheet (MSDS). *Journal of Chemical Research*, 2(1), 18–27.
- Hyldgaard, M., Mygind, T., and Meyer, R. L. 2012. Essential oils in food preservation: mode of action synergies, and interactions with food matrix components. *Frontiers in Microbiology*, 3(12).
- Jain, S., and Nagori, B. P. 2015. Utility of in-silico investigation and systematic selection of components for the development of diacerein microemulsion. *Pelagia Research Library Der Pharmacia Sinica*, 6(12), 39–47.
- Jidong, S. 2007. *D-limonen: safety and clinical applications*. Alternative Medicine Review. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18072821/>
- Mc Clements, D. J., Decker, E. A., and Weiss, J. 2007. Emulsion-based delivery systems for lipophilic bioactive components. *J. FoodScience*, 72(8), R109–R112. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00507>
- Meidina, S. N., Muzakki, M. R., Nadya, S. A., Naufal, S. M., dan Rana, R. N. (2015). Makalah teknologi ditilasi parfum. *Universitas Indonesia*.
- Nakatsu, T., Andre, T., Lupo, J., John, W., Chinn, J., and Kang, R. K. L. 2000. Biological activity of essential oils and their constituents. *Studies in Natural Product Chemistry. Bioactive Natural Products (Part B)*, 21(571–631). [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1572-5995\(00\)80014-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1572-5995(00)80014-9).
- Nurmalasari, L., Suhendra, L., and Harsojuwono, B. A. 2023. Microemulsion synthesis using surfactants and sweet orange peel essential oil (*Citrus sinensis*) as body mist. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 11(1), 14–24.
- Priani, S. E., Dewi, W. K., dan Gadri, A. 2019. 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. <https://doi.org/10.26874/kjif.v6i2.143>
- Purnojati, P., Patil, R. T., Sheth, P. D., Bommared, G., Dondeti, P., and Egbaria, K. 2007. *Design and development of topical microemulsion for poorly water soluble antifungal agents*. The Journal of Applied Research In Clinical and Experimental Therapeutics. <http://www.jarcet.com/articles/Vol2Iss1/puranajoti.htm>
- Rahmawanty, D., A. Effionora., dan A. Bahtiar. 2014. Rasio gel menggunakan serbuk daging ikan haruan (*Channa striatus*) sebagai penyembuh luka. *Media Farmasi: Jurnal Ilmu Farmasi*, 11(1)
- Rosano HL, and Clausse M. 1985. *Microemulsion System*
- Rismarika, Indri, M., dan Yusnelti. 2020. Pengaruh konsentrasi PEG 400 sebagai kosurfaktan pada formulasi nanoemulsi minyak kepayang. *Chempublish Journal*, 5(1), 1–14.
- Rowe, R. C., Heskey, S. J., and Quinn, M. . E. 2009. *Hanbook of pharmaceutical excipients* (6th ed.).

Pharmaceutical Press.

- Shabrina, A., Pratiwi, A. R., dan Murrukmihadi, M. 2020. Stabilitas Fisik dan Antioksidan Mikroemulsi Minyak Nilam dengan Variasi Tween 80 dan PEG 400. *Media Farmasi*, 16(2), 185–192.
- Suciati, T., Suhendra, L., dan Harsojuwono, B. A. 2023. *Sintesis mikroemulsi menggunakan surfaktan dan minyak atsiri kulit buah lemon (Citrus limon) sebagai face mist*. 11(1), 92–103.
- Suhendra, L., Raharjo, S., Hastuti, O., dan Hidayat, C. 2012. Formulasi dan stabilitas mikroemulsi m/a sebagai pembawa fucoxanthin. *Agritech*, 32(3), 230–239. <https://doi.org/Doi:https://doi.org/10.22146/agritech.9617>
- Suryafly, F. D., dan Aziz, R. R. 2019. Enkapsulasi minyak atsiri lemon (*Citrus limon*) menggunakan penyalut b-siklodekstrin terasetilasi (sebuah review). *Fakultas Sains Dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar, Sulawesi Selatan*.