

Pengaruh konsentrasi minyak sereh wangi, nisbah surfaktan-kosurfaktan, dan kecepatan homogenisasi terhadap karakteristik nanoemulsi minyak sereh wangi

[Effect of citronella oil concentration, surfactant-cosurfactant ratio, and speed of homogenization on characteristics of citronella oil nanoemulsion]

Asmawati^{1*}, Irfan¹, Fathia Billatul Izzah¹, dan Riski Agus Anuardi¹

¹ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

* Email korespondensi : asmawati.msail@unsyiah.ac.id

Diterima : 27 Juni 2022, Disetujui : 16 Februari 2023, DOI: 10.23960/jthp.v28i1.43-53

ABSTRACT

Lemongrass is a plant that produces essential oils, which contain citronellal, citronellol, and geraniol. These compounds are known to be used as antimicrobials and antioxidants. Nanotechnology is one of the technological innovations that can be used as a medium for sending non-polar active components, such as essential oils. The research was to study the effect of citronella oil concentration, surfactant-cosurfactant ratio, and speed of homogenization on the characteristics of citronella oil nanoemulsion. The research was designed using the Factorial Completely Randomized Design, which consisted of 3 factors. The first factor was the concentration of citronella oil ($M_1 = 2.5\%$, $M_2 = 5\%$, and $M_3 = 7.5\%$). The second factor was the surfactant-cosurfactant ratio ($S_1 = 1:0$, $S_2 = 3:2$, and $S_3 = 2:3$), and the third factor was the homogenization speed ($K_1 = 6000$ rpm and $K_2 = 12000$ rpm). The evaluation research outcome included pH, viscosity, stability, antimicrobial activity, and antioxidant activity. The results showed that the pH value was 4.39 to 5.03 and the viscosity value was 1.00 to 1.28 cP. The resulting nanoemulsion showed no phase separation for 10 days of storage at room temperature. The antimicrobial activity was 6.07 to 6.65 mm. The antioxidant activity of citronella oil nanoemulsion ranged from 74.60-86.73%. Increasing the concentration of citronella oil increased the value of pH, viscosity, antimicrobial activity and antioxidant activity. The highest antimicrobial activity was obtained at the surfactant:cosurfactant ratio (3:2). The antimicrobial activity of the nanoemulsion homogenized at a speed of 12,000 rpm was higher than that of the nanoemulsion homogenized at a speed of 6,000 rpm ($P < 0.05$).

Keywords: antimicrobial, antioxidant, citronella oil, homogenization, nanoemulsion, surfactant

ABSTRAK

Sereh wangi merupakan tanaman penghasil minyak atsiri, yang tersusun terutama oleh sitronelal, sitronelol, dan geraniol. Senyawa-senyawa tersebut diketahui dapat digunakan sebagai antimikroba dan antioksidan. Nanoteknologi adalah teknologi baru untuk pengiriman komponen aktif yang bersifat nonpolar, seperti minyak atsiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi minyak sereh wangi, nisbah surfaktan-kosurfaktan, dan kecepatan homogenisasi terhadap karakteristik nanoemulsi minyak sereh wangi. Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial, yang terdiri dari 3 faktor. Faktor pertama konsentrasi minyak sereh wangi ($M_1 = 2,5\%$, $M_2 = 5\%$, dan $M_3 = 7,5\%$). Faktor kedua nisbah surfaktan-kosurfaktan ($S_1 = 1 : 0$, $S_2 = 3 : 2$, dan $S_3 = 2 : 3$) dan faktor ketiga kecepatan homogenisasi ($K_1 = 6.000$ rpm dan $K_2 = 12.000$ rpm). Evaluasi hasil penelitian meliputi uji pH, uji viskositas, uji kestabilan, uji aktivitas antimikroba, dan uji aktivitas antioksidan. Hasil penelitian menunjukkan nilai pH sebesar 4,39-5,03 dan nilai viskositas sebesar 1,00-1,28 cP. Nanoemulsi yang dihasilkan masih stabil selama 10 hari penyimpanan yaitu tidak adanya pemisahan fase pada sistem nanoemulsi. Uji aktivitas antimikroba memiliki aktivitas antimikroba sebesar 6,07-6,65 mm. Uji aktivitas antioksidan nanoemulsi minyak sereh wangi berkisar antara 74,6-86,73%. Peningkatan konsentrasi minyak sereh wangi meningkatkan nilai pH, viskositas, aktivitas antimikroba dan aktivitas antioksidan. Aktivitas antimikroba paling tinggi diperoleh pada nisbah surfaktan:kosurfaktan (3:2). Aktivitas antimikroba nanoemulsi hasil homogenisasi pada kecepatan 12.000 rpm lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas mikroba nanoemulsi hasil homogenisasi pada kecepatan 6.000 rpm.

Kata Kunci : antimikroba, antioksidan, homogenisasi, minyak sereh wangi, nanoemulsi, surfaktan

Pendahuluan

Sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) merupakan tanaman penghasil minyak atsiri, yang mengandung senyawa aktif, yaitu sitronelal, sitronelol, dan geraniol. Sitronelal adalah senyawa yang tertinggi yang terdapat di dalam tanaman sereh wangi yaitu sebesar 32-45 %, diikuti oleh sitronelol sebesar 11-15 % dan geraniol sebesar 10-12 % (Wany et al., 2013). Minyak atsiri ini banyak diminati industri karena penggunaannya sebagai pewangi dalam parfum, penambah rasa dalam produk pangan atau farmasi dan sifat penolak terhadap nyamuk (Katz et al., 2008; Simic et al., 2008; Silva et al., 2011). Sifat-sifat minyak sereh wangi juga telah diteliti secara ekstensif dan menunjukkan berbagai macam efek antimikroba termasuk sifat antibakteri, antijamur, dan antiparasit (Kamal et al., 2020).

Namun, salah satu kelemahan dari minyak atsiri sereh wangi adalah memiliki kelarutan yang buruk (hidrofobik tinggi) dalam media air sehingga pengaplikasiannya pada produk makanan atau farmasi sedikit sulit dan tidak merata. Untuk mengatasi hal tersebut, nanoemulsi dapat digunakan sebagai medium pengirim bahan aktif yang bersifat nonpolar seperti lipid bioaktif, obat-obatan, flavor, agen antioksidan, dan agen antimicrobial seperti minyak atsiri (Sail et al., 2018).

Nanoemulsi digunakan dalam industri makanan dan merupakan contoh pendekatan yang mampu meningkatkan kelarutan dan ketersediaan bahan bioaktif yang terkandung dalam minyak atsiri. Nanoemulsi tidak terbentuk secara spontan, tetapi membutuhkan energi tambahan untuk memungkinkan pemecahan fase minyak menjadi *droplet* yang lebih kecil. Peralatan mekanis seperti penghomogen tekanan tinggi sangat efektif dalam mengurangi ukuran *droplet* minyak dalam sistem emulsi. Selain alat yang digunakan, berbagai faktor lain seperti jenis dan konsentrasi minyak, jenis dan konsentrasi surfaktan atau *emulsifying agent*, rasio minyak terhadap surfaktan dan energi juga akan mempengaruhi produksi nanoemulsi yang baik. Faktor-faktor tersebut akan berpengaruh terhadap ukuran dan keseragaman *droplet* serta kestabilan nanoemulsi yang diperoleh (McClements, 2005).

Beberapa penelitian terkait nanoemulsi minyak atsiri yang lain sudah banyak dilakukan. Buranasuksombat et al. (2011) telah menghasilkan nanoemulsi yang memiliki sifat antimikroba menggunakan minyak atsiri lemon dengan konsentrasi 5% (b/b) dan konsentrasi surfaktan Tween 80 5% (b/b). Sedangkan Lim et al. (2011) telah menghasilkan nanoemulsi minyak jeruk dengan konsentrasi minyak 5% dan surfaktan 2-10%. Hasil yang diperoleh menyatakan bahwa konsentrasi surfaktan 10% menghasilkan nanoemulsi yang lebih stabil dan tidak terbentuk proses *creaming* setelah disimpan selama 15 hari. Dalam penelitian lain, Ghosh et al. (2013) telah menghasilkan nanoemulsi yang mengandung 6% (v/v) minyak kemangi (*Basil oil*) dengan rasio minyak terhadap surfaktan (Tween 80) 1:1, 1:2, 1:3 dan 1:4. Hasil optimal diperoleh dari rasio minyak dan surfaktan 1:3. Zulfa (2020), memformulasikan minyak sereh wangi menggunakan konsentrasi 2%, 4% dan 6%. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh sediaan nanoemulsi yang baik pada konsentrasi minyak 6%, yaitu nilai pH berkisar antara 4-5.5, nilai viskositas berkisar antara 1-200 Cp dan tidak mengalami perubahan fisik, seperti bau dan warna serta tidak terjadinya pemisahan antar fase selama masa penyimpanan.

Maharini et al. (2020) menyatakan bahwa penggunaan surfaktan masih belum optimal dalam mengurangi tegangan antarmuka. Penggunaan surfaktan masih perlu dikombinasikan dengan kosurfaktan yang akan dapat meningkatkan fleksibilitas, meningkatkan kemampuan surfaktan larut dalam minyak, serta mampu mempertahankan kestabilan nanoemulsi dengan cara menyelipkan diri diantara surfaktan (Romdhoni, 2017). Devi et al. (2020) menjelaskan bahwa penggunaan nisbah surfaktan-kosurfaktan dengan perbandingan 3 : 2 menghasilkan nanoemulsi dengan hasil yang terbaik dan stabil secara fisik. Penggunaan kombinasi surfaktan-kosurfaktan akan sedikit mengurangi nilai viskositas nanoemulsi dan penggunaan surfaktan tunggal (Tween 80) relatif meningkatkan viskositas nanoemulsi (Maharini et al., 2020). Tween 80 digunakan sebagai surfaktan karena bersifat nonionik yang mempunyai ekuilibrium hidrofilik dan lipofilik, nir beracun, nir mengiritasi, dan nir reaktif terhadap basa lemah dan

asam lemah (Rowe et al., 2009). Kosurfaktan yang dipilih adalah PEG 400. Menurut Zulfa (2020), menggunakan PEG 400 sebagai kosurfaktan dapat mengurangi ukuran tetesan yang terbentuk, meningkatkan luas permukaan dan resistivitas nanoemulsi, dan memungkinkannya mengalir dengan mudah ke dalam media.

Proses homogenisasi dilakukan untuk membuat ukuran partikel dari nanoemulsi menjadi stabil serta tidak mengalami *creaming* dan sedimentasi selama penyimpanan berlangsung. Ukuran partikel yang diperoleh dalam metode homogenisasi dipengaruhi oleh tipe emulsi, suhu dan kecepatan rotasi. Semakin meningkatnya kecepatan rotasi akan mempengaruhi ukuran partikel yang akan terbentuk (Jusnita, 2014). Jusnita (2014) melaporkan bahwa penggunaan kecepatan homogenisasi 24000 rpm memperoleh karakteristik nanoemulsi yang cenderung lebih baik dibandingkan dengan kecepatan homogenisasi 12000 rpm yang dapat dilihat berdasarkan ukuran *droplet*, warna, pH, viskositas, kelarutan, dan bioavailabilitasnya.

Penelitian yang melaporkan potensi nanoemulsi sebagai medium pengirim komponen zat aktif minyak atsiri telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian telah melaporkan potensi nanoemulsi sebagai medium pengirim komponen zat aktif minyak atsiri (Devi et al., 2020; Zulfa, 2020). Asmawati et al. (2018) melakukan penelitian minyak kayu manis dengan surfaktan Tween 80, dihasilkan kestabilan yang rendah dimana pemisahan terjadi pada penyimpanan hari kelima pada suhu ruang. Oleh karena itu, penelitian dengan modifikasi formulasi nanoemulsi dengan bahan minyak sereh wangi dengan menggunakan penstabil kolaborasi surfaktan dan kosurfaktan. Dengan penambahan kosurfaktan diharapkan nanoemulsi yang dihasilkan akan lebih stabil selama penyimpanan. Penelitian bertujuan mempelajari pengaruh perbedaan konsentrasi minyak sereh wangi, nisbah surfaktan-kosurfaktan, dan kecepatan homogenisasi terhadap sifat nanoemulsi minyak sereh wangi yang dihasilkan.

Bahan dan metode

Bahan dan alat

Bahan baku utama penelitian adalah minyak sereh wangi, Tween 80, PEG 400, dan aquades. Minyak sereh wangi diperoleh dari lembaga Atsiri Research Center (ARC) Universitas Syiah Kuala. Sedangkan bahan kimia untuk keperluan analisis adalah *Bismuth Sulfit Agar* (BSA), kertas cakram, metanol, dan DPPH. *Bismuth Sulfit Agar* (BSA) dan kertas cakram diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi dan Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala. Alat-alat untuk formulasi nanoemulsi minyak sereh wangi meliputi viskometer *Brookfield*, *ultra turrax*, pH meter, spektrofotometri, inkubator, *refrigerator*, pipet tetes, jangka sorong, gelas kimia, cawan petri, tabung reaksi, jarum ose, dan timbangan analitik.

Metode penelitian

Penelitian dilakukan secara faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 (tiga) ulangan. Ada 3 (tiga) faktor yang diamati yaitu konsentrasi minyak sereh wangi (M) yang terdiri dari 3 taraf ($M_1 = 2,5\%$, $M_2 = 5\%$, $M_3 = 7,5\%$), nisbah surfaktan-kosurfaktan (S) terdiri dari 3 taraf yaitu $S_1 (1:0)$, $S_2 (3:2)$, $S_3 (2:3)$, dan kecepatan homogenisasi (K) terdiri dari 2 taraf yaitu $K_1 = 6.000$ rpm dan $K_2 = 12.000$ rpm. Tween 80 digunakan sebagai surfaktan dan PEG 400 digunakan sebagai kosurfaktan dengan konsentrasi 10% dari total larutan nanoemulsi. Apabila terdapat pengaruh yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada taraf 0,05.

Pelaksanaan penelitian

Pembuatan nanoemulsi minyak sereh wangi mengacu pada prosedur Zulfa (2020) dan Devi et al. (2020) dengan modifikasi. Kombinasi formulasi nanoemulsi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi nanoemulsi minyak sereh wangi (total larutan 100%)

Formula	Minyak Sereh Wangi (%)	Surfaktan Tween 80 (%)	Kosurfaktan PEG 400 (%)	Aquades (%)
1	2,5	10	0	87,5
2	2,5	6	4	87,5
3	2,5	4	6	87,5
4	5	10	0	85
5	5	6	4	85
6	5	4	6	85
7	7,5	10	0	82,5
8	7,5	6	4	82,5
9	7,5	4	6	82,5

Minyak sereh wangi dengan konsentrasi (sesuai perlakuan) dan aquades dihomogenkan menggunakan *ultra turrax* pada kecepatan 2 rpm selama 30 detik sehingga diperoleh emulsi kasar. Setelah emulsi kasar terbentuk, ditambahkan 10% larutan surfaktan-kosurfaktan (dengan nisbah sesuai perlakuan) sedikit demi sedikit. Dihomogenisasi sesuai perlakuan (6000 rpm dan 12000 rpm) selama 5 menit pada suhu ruang hingga semua bahan tercampur. Setelah terbentuk, nanoemulsi lalu dimasukkan ke dalam *tube* plastik dan disimpan pada suhu ruang selama 10 hari. Selanjutnya, dianalisis karakteristiknya meliputi pH, viskositas, kestabilan, aktivitas antimikroba dan aktivitas antioksidan.

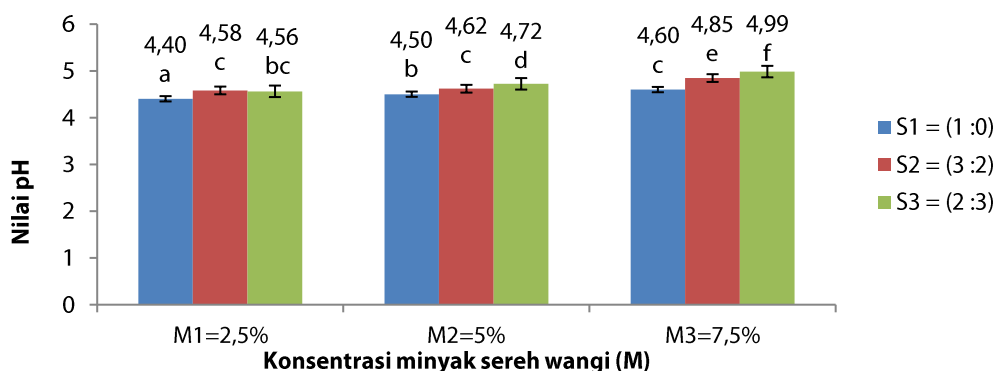
Parameter penelitian

Nanoemulsi minyak sereh wangi yang dihasilkan selanjutnya dilakukan karakterisasi sifat fisikokimia yang meliputi analisis pH, viskositas, aktivitas antimikroba (Maharini et al., 2020) dan aktivitas antioksidan (Rachmatillah et al., 2021). Analisis kestabilan nanoemulsi dilakukan dengan menyimpan sampel nanoemulsi pada suhu ruang selama 10 (sepuluh) hari.

Hasil dan pembahasan

Nilai pH

Nilai pH Nanoemulsi minyak sereh wangi hasil penelitian berkisar antara 4,40 – 5,03 dengan rata-rata sebesar 4,65. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi minyak sereh wangi (M), nisbah surfaktan-kosurfaktan (S), dan interaksi perlakuan konsentrasi minyak sereh wangi dan nisbah surfaktan-kosurfaktan (MS) berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0.01$) terhadap nilai pH nanoemulsi minyak sereh wangi. Sedangkan kecepatan pengadukan (K) dan interaksinya tidak berpengaruh nyata ($P > 0.01$). Pengaruh interaksi perlakuan konsentrasi minyak sereh wangi dan nisbah surfaktan-kosurfaktan (MS) disajikan pada Gambar 1.



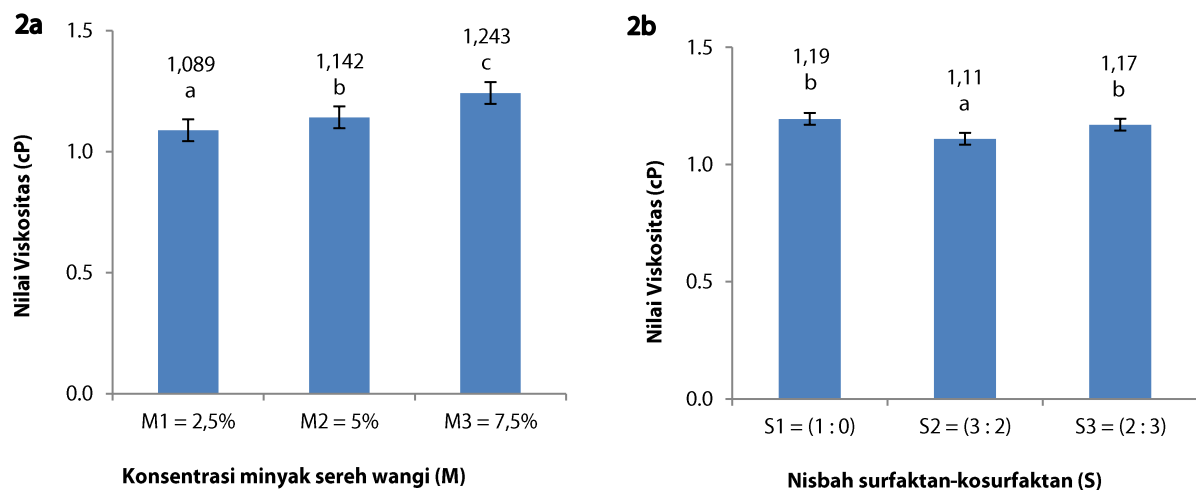
Gambar 1. Pengaruh konsentrasi minyak sereh wangi dan nisbah surfaktan-kosurfaktan (MS) terhadap nilai pH (nilai yang diikuti huruf yang sama tidak nyata pada DMRT_{0.05}).

Gambar 1 menunjukkan bahwa pH nanoemulsi minyak sereh wangi cenderung meningkat dengan peningkatan konsentrasi minyak sereh wangi. Nilai pH minyak sereh wangi yang digunakan adalah 5,8, sedangkan pH Tween 80 adalah 5-7. Hal ini diduga disebabkan oleh minyak sereh wangi umumnya memiliki gugus fungsi hidroksil (OH), yang dapat terionisasi menghasilkan ion OH⁻ bila dilarutkan dalam air, yang akan meningkatkan nilai pH seiring meningkatnya konsentrasi minyak yang ditambahkan (Bota et al., 2015). Setyaningsih et al. (2007) menemukan bahwa kenaikan pH akan berbanding lurus dengan penambahan konsentrasi minyak sereh wangi ke dalam formula nanoemulsi.

Peningkatan konsentrasi PEG 400 yang ditambahkan juga meningkatkan nilai pH nanoemulsi yang dihasilkan. Nilai pH lebih tinggi pada nanoemulsi dengan formulasi nisbah kosurfaktan (PEG 400) lebih tinggi daripada surfaktan (Tween 80). Hal ini diduga disebabkan oleh sifat PEG, dimana PEG 400 merupakan polimer dari polietilenglikol dengan struktur molekul HO-(O-CH₂-CH₂)_n-OH dengan n berkisar antara 8 atau 9 dan mudah larut dalam air melalui ikatan hidrogen. Bagian hidrofobik dari struktur polietilen glikol (PEG) 400 membantu memutuskan ikatan hidrogen antar molekul air, mengurangi interaksi antara molekul air, yang mengarah pada pengurangan momen dipol (polaritas) air dan menyebabkan bahan hidrofobik dapat melakukan penetrasi diantara molekul air (Fridayanti et al., 2010).

Viskositas

Berdasarkan hasil penelitian, viskositas nanoemulsi minyak sereh wangi 0,9975 cP - 1,276 cP dengan rata-rata keseluruhan yaitu 1,58 cP. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi minyak sereh wangi (M) dan nisbah surfaktan-kosurfaktan (S) berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0.01$) terhadap viskositas nanoemulsi minyak sereh wangi, sedangkan kecepatan pengadukan dan keseluruhan interaksi tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap viskositas nanoemulsi minyak sereh wangi. Pengaruh perlakuan konsentrasi minyak sereh wangi (M) dan nisbah surfaktan-kosurfaktan terhadap viskositas nanoemulsi minyak sereh wangi masing-masing dapat dilihat pada Gambar 2a dan 2b.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi minyak sereh wangi (2a) dan nisbah surfaktan-kosurfaktan (2b) terhadap nilai viskositas nanoemulsi minyak sereh wangi (nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT_{0.05}).

Pada Gambar 2a menunjukkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi minyak sereh wangi menyebabkan nilai viskositas ($P \leq 0.05$) nanoemulsi yang dihasilkan juga meningkat. Wulandari (2015), menjelaskan bahwa beberapa faktor yang dapat mempengaruhi viskositas emulsi adalah persentase pendispersi, viskositas medium dispersi, konsentrasi serta jenis emulsifier yang dipakai, dan ukuran partikel fase terdispersi. Zulfa (2020), yang meneliti nanoemulsi minyak sereh wangi yang dikombinasi dengan minyak zaitun juga mendapatkan hasil bahwa peningkatan konsentrasi minyak sereh wangi menyebabkan peningkatan nilai viskositas nanoemulsi yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya

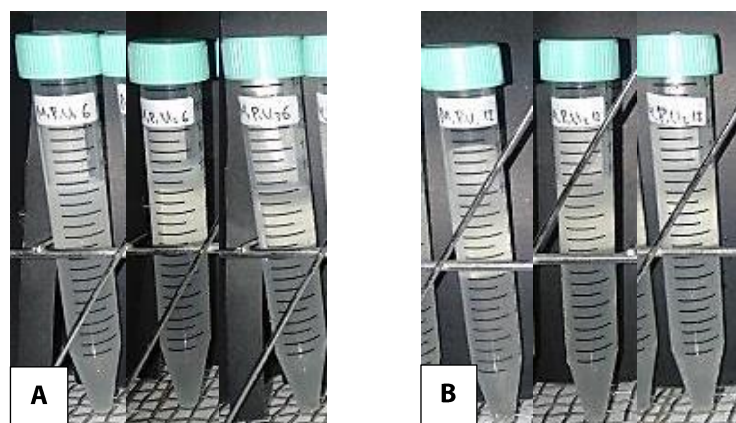
jumlah partikel terlarut meningkatkan gesekan antar partikel dan akhirnya menyebabkan viskositas meningkat. Menurut Zulfa (2020), nilai viskositas nanoemulsi berkisar antara 1-200 cP.

Pada Gambar 2b, penambahan surfaktan tunggal (Tween 80) menghasilkan nanoemulsi dengan viskositas yang lebih tinggi berbanding nanoemulsi yang distabilkan dengan surfaktan kombinasi dengan kosurfaktan Tween 80 dan PEG). Peningkatan konsentrasi surfaktan tunggal (Tween 80), mengurangi ukuran diameter globula, meningkatkan luas permukaan, meningkatkan hambatan aliran emulsi, dan meningkatkan viskositas. Pada penambahan kosurfaktan, terjadi interaksi antara surfaktan sehingga menyebabkan viskositas menurun. Penambahan konsentrasi PEG 400 dengan jumlah yang lebih besar (2:3), dapat meningkatkan sedikit viskositas. Maharini et al. (2020) menemukan bahwa Tween 80 dalam kinerjanya sebagai surfaktan mampu menaikkan viskositas nanoemulsi minyak temulawak sebesar 2,2 cP dan campuran Tween 80 dengan PEG 400 menurunkan viskositas sebesar 0,65 cP.

Kestabilan nanoemulsi

Kestabilan nanoemulsi dilakukan dengan mengamati adanya pemisahan antara fase, seperti sedimentasi, flokulasi dan kriming serta bau, warna, dan fisik tidak berubah selama penyimpanan berlangsung (Siregar, 2010). Emulsi yang stabil apabila tidak cepat mengalami pemisahan antar fase. Pada penelitian ini, dilakukan penyimpanan nanoemulsi selama 10 hari pada suhu ruang dan tidak ditemukan adanya pemisahan fase pada pengamatan sampai hari ke-10. Hal ini menunjukkan nanoemulsi minyak sereh wangi masih stabil hingga hari ke-10 penyimpanan.

Berdasarkan pengamatan, nanoemulsi dengan konsentrasi minyak sereh wangi sebesar 2,5% memperlihatkan sediaan nanoemulsi yang lebih jernih dibandingkan dengan sediaan nanoemulsi yang menggunakan konsentrasi minyak sereh wangi sebesar 5% dan 7,5%. Zulfa (2020) menyatakan bahwa sediaan nanoemulsi dengan konsentrasi minyak sebesar 2%, sedikit lebih jernih dibandingkan dengan konsentrasi minyak sereh wangi 4% dan 6%. Minyak sereh wangi dengan konsentrasi yang tinggi, partikel minyak sereh wangi memiliki kecenderungan membentuk ikatan yang erat antara partikel, memperlambat laju aliran dan menghasilkan warna agak keputihan dari sediaan nanoemulsi (Budiarto et al., 2020). Penampakan nanoemulsi minyak sereh wangi disajikan pada Gambar 3.



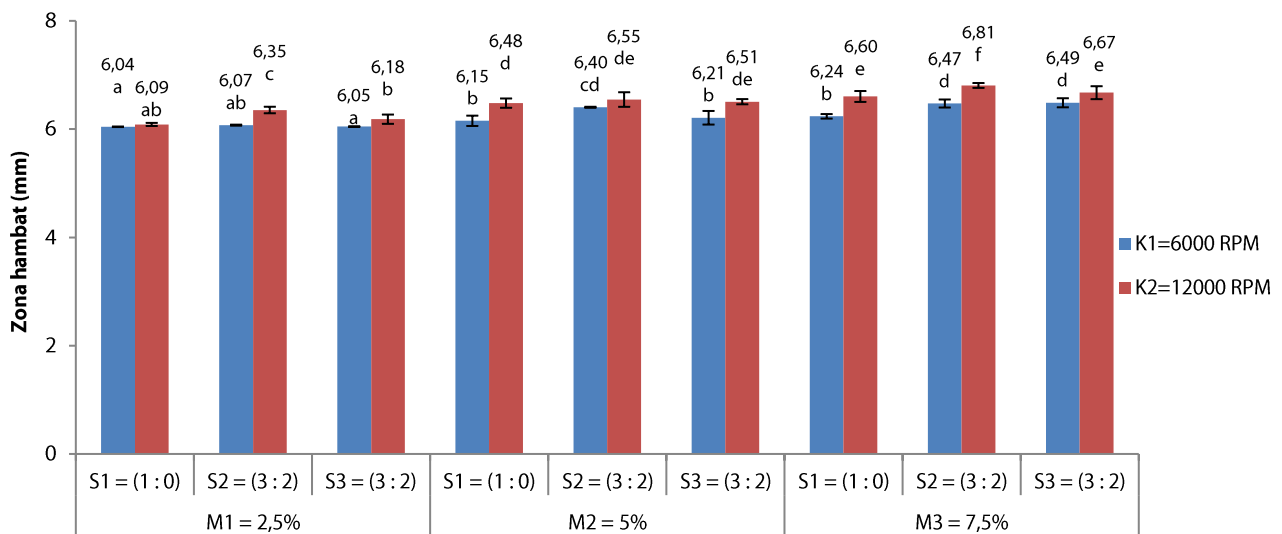
Gambar 3. Penampakan kestabilan nanoemulsi minyak sereh wangi setelah 10 hari penyimpanan, (A) penghomogenan pada kecepatan 6000 rpm, (B) penghomogenan pada kecepatan 12000 rpm.

Berdasarkan penampakannya, nanoemulsi dengan formula yang menggunakan kecepatan homogenisasi 12000 rpm menunjukkan hasil yang lebih jernih dibandingkan nanoemulsi dengan formula yang menggunakan kecepatan homogenisasi 6000 rpm. Kecepatan homogenisasi dapat mempengaruhi ukuran *droplet* yang terbentuk. Kecepatan homogenisasi yang semakin tinggi akan mempengaruhi pencampuran antara dispersi fase minyak dan fase air dan menghasilkan ukuran *droplet* yang lebih kecil pula. Ukuran *droplet* kecil lebih stabil daripada *droplet* besar. Hal tersebut dikarenakan *droplet* dengan ukuran yang lebih besar memiliki tegangan antarmuka yang lebih kecil. *Droplet* dengan ukuran besar juga

akan menarik droplet dengan ukuran yang kecil sehingga akan membentuk droplet dengan ukuran yang lebih besar lagi.

Uji aktivitas antimikroba

Uji aktivitas antimikroba pada penelitian ini merupakan uji sensitivitas metode difusi agar (*Kirby Bauer*) terhadap mikroba rujukan *Escherichia coli* (ATCC 25922). Berdasarkan hasil penelitian, rentang nilai zona hambat pada mikroba *E. coli* berkisar antara 6,43-6,81 mm dengan rata-rata 6,35 mm. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi minyak sereh wangi (M), nisbah surfaktan-kosurfaktan (S), kecepatan homogenisasi (K), interaksi ketiga perlakuan (MSK) berpengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap aktivitas antimikroba nanoemulsi minyak sereh wangi. Pengaruh interaksi konsentrasi minyak sereh wangi, nisbah surfaktan-kosurfaktan dan kecepatan homogenisasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Interaksi perlakuan konsentrasi minyak sereh wangi dan nisbah surfaktan-kosurfaktan (MS)

Gambar 4. Pengaruh konsentrasi minyak sereh wangi nisbah surfaktan-kosurfaktan dan kecepatan homogenisasi (MSK) terhadap aktivitas antimikroba nanoemulsi minyak sereh wangi (nilai dengan diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT_{0,05}).

Secara umum, terdapat 4 kategori aktifitas daya hambat bakteri pada metode difusi cakram yaitu lemah (kurang dari 5 mm), sedang (5-10 mm), kuat (10-19 mm), dan sangat kuat (lebih dari 20 mm) (Datta et al., 2019). Berdasarkan nilai zona hambat (Gambar 4) tersebut, aktivitas antimikroba nanoemulsi minyak sereh wangi masuk ke dalam kategori sedang.

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa konsentrasi minyak sereh wangi yang ditambahkan semakin tinggi, menyebabkan aktivitas antimikroba nanoemulsi semakin meningkat pula, ditunjukkan dengan semakin besarnya diameter zona hambat. Semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri, semakin banyak minyak atsiri yang bereaksi dengan dinding sel mikroba, menyebabkan gangguan pada permeabilitas pada dinding sel mikroba sehingga menghambat pertumbuhan dari mikroba tersebut. Minyak sereh wangi diketahui mengandung seyawa sitronelal, geraniol, dan sitronelol yang berfungsi sebagai antibakteri, termasuk terhadap *E. coli* (Burdock & Fenaroli, 2010). Minyak sereh wangi memiliki mekanisme sebagai antibakteri dengan mencegah pembentukan membran dan dinding sel, mencegahnya terbentuk atau hanya terbentuk secara tidak sempurna.

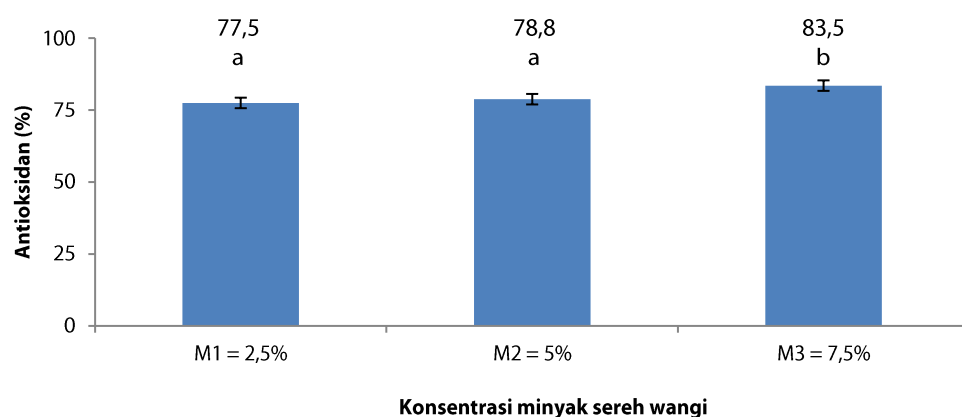
Penambahan surfaktan (Tween 80) - kosurfaktan (PEG 400) pada nisbah 3:2 menghasilkan zona hambat yang paling tinggi. Hal ini diduga disebabkan pada nisbah 3:2, surfaktan berada dalam konsentrasi yang bersinergi optimal untuk dapat menurunkan tegangan antarmuka antara fase minyak dan fase air dengan membentuk lapisan film pada sistem nanoemulsi, sedangkan surfaktan selanjutnya mengurangi tegangan antarmuka lebih lanjut dan memfluidisasi lapisan film surfaktan. Dengan demikian, interaksi antara

surfaktan-kosurfaktan akan menyebabkan minyak sereh wangi mampu terpenetrasi dengan baik di dalam sediaan nanoemulsi serta meningkatkan luas permukaan dikarenakan ukuran *droplet* yang kecil. Menurut Rowe et al. (2009), penggunaan surfaktan dan kosurfaktan dikombinasikan agar dapat memperoleh partikel yang lebih kecil dan lebih stabil.

Kecepatan homogenisasi mempengaruhi pertumbuhan mikroba *E.coli*. Diameter zona hambat homogenisasi pada kecepatan 12000 rpm lebih besar daripada diameter zona hambat homogenisasi pada kecepatan 6000 rpm. Peningkatan kecepatan homogenisasi diduga menurunkan ukuran partikel bahan dan menghasilkan luas permukaan yang lebih besar, sehingga meningkatkan interaksi minyak sereh wangi dengan enzim dalam dinding sel atau terpecahnya fosfolipid dalam membran sel mikroba. Hal tersebut menyebabkan peningkatan permeabilitas dan kebocoran sitoplasma (Pérez-Córdoba et al. 2018).

Uji aktivitas antioksidan

Menurut Ramadhan et al. (2015) suatu senyawa dikatakan antioksidan tinggi apabila aktivitas antioksidannya >50%, aktivitas antioksidan sedang apabila aktivitas antioksidannya 20%-50%, dan aktivitas antioksidan rendah apabila aktivitas antioksidannya <20%. Hasil penelitian menunjukkan, nilai persentase aktifitas antioksidan pada nanoemulsi minyak sereh wangi berkisar antara 74,60-86,73% dengan rata-rata 79,92%. Hal tersebut menunjukkan semua formula nanoemulsi minyak sereh wangi masuk ke dalam rentang nanoemulsi dengan kandungan senyawa antioksidan yang tinggi. Analisis sidik ragam menunjukkan hanya konsentrasi minyak sereh wangi (M) berpengaruh nyata ($P \leq 0.05$) terhadap viskositas nanoemulsi minyak sereh wangi. Perlakuan konsentrasi minyak sereh wangi (M) terhadap aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi minyak sereh wangi terhadap aktivitas antioksidan (nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji DMRT_{0,05})

Analisis lanjut dengan DMRT_{0,05} menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tertinggi dihasilkan pada perlakuan M₃ (7,5%), yaitu 83,5% ($P < 0.05$), sedangkan perlakuan M₁ dan M₂ menghasilkan antioksidan yang tidak berbeda nyata. Konsentrasi minyak sereh wangi yang ditambahkan semakin tinggi, cenderung meningkatkan aktivitas antioksidan nanoemulsi yang dihasilkan. Hal ini karena semakin tinggi konsentrasi minyak sereh wangi menyebabkan senyawa aktifnya lebih banyak sehingga akan lebih efektif dalam menangkal radikal bebas DPPH (Pratiwi & Salimah, 2020). Zulfa (2020) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa kenaikan konsentrasi minyak sereh wangi sebesar 2%, 4%, dan 6% ke dalam formulasi nanoemulsi minyak sereh wangi akan berbanding lurus dengan kenaikan aktivitas antioksidan. Menurut Rachmatillah et al. (2021) besaran persentase antioksidan yang dimiliki minyak sereh wangi adalah sebesar 47,58% dimana diketahui bahwa minyak sereh wangi mengandung geraniol dan elemol yang berpotensi sebagai antioksidan.

Kesimpulan

Konsentrasi minyak sereh wangi, nisbah surfaktan-kosurfaktan, dan kecepatan homogenisasi mempengaruhi karakteristik nanoemulsi minyak sereh wangi. Peningkatan konsentrasi minyak sereh wangi cenderung meningkatkan pH, viskositas, aktivitas antimikroba dan aktivitas antioksidan. Aktivitas antimikroba tertinggi diperoleh pada nisbah surfaktan:kosurfaktan (3:2). Kecepatan homogenisasi 12.000 rpm menghasilkan nanoemulsi yang lebih jernih dan aktivitas antimikroba yang tinggi dibandingkan dengan kecepatan homogenisasi 6.000 rpm. Nanoemulsi yang dihasilkan masih stabil selama 10 hari penyimpanan yaitu tidak adanya pemisahan fase pada sistem nanoemulsi.

Ucapan terima kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Syiah Kuala melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) dengan hibah penelitian Skim Penelitian Lektor No. 172/UN11/SPK/PNBP/2021 Tanggal 22 Februari 2021.

Daftar pustaka

- Bota, W., Martosupono, M., & Rondonuwu, F.S. (2015). Potensi senyawa minyak sereh wangi (*Citronella oil*) dari tumbuhan *Cymbopogon nardus* L. sebagai agen antibakteri. *Prosiding Seminar Sains dan Teknologi*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/548>
- Budiarto, W., Rochmah, N.N., & Setiyabudi, L. (2020). Formulasi sediaan nanoemulsi ekstrak daun mangrove (*Avicennia marina*) dengan virgin coconut oil sebagai fase minyak. *Jurnal Ilmiah JOPHUS: Journal of Pharmacy UMUS*, 2(1). <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/548>
- Buranasuksombat, U., Kwon, Y.J., Turner, M. & Bhandari, B. (2011). Influence of emulsion droplet size on antimicrobial properties. *Food Science and Biotechnology*, 20(3), 793–800. <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0110-x>
- Burdock, G. A., & Fenaroli, G. (2010). *Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients* (6th ed). CRC Press/Taylor & Francis Group.
- Datta, F.U., Daki, A.N., Benu, I., & Detha, A.I.R. (2019). Uji aktivitas antimikroba bakteri asam laktat cairan rumen terhadap pertumbuhan *Salmonella enteritidis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* menggunakan metode difusi sumur agar. *Prosiding Seminar Nasional VII Fakultas Kedokteran Hewan*, Universitas Nusa Cendana Swiss Bel-inn Kristal Kupang, 17 Oktober 2019.
- Devi, A.M., Hidayat, A.F., & Priani, S.E. (2020). Formulasi sediaan spray gel mengandung nanoemulsi minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) untuk kandidiasis oral. *Prosiding Farmasi*, 6(2), 567–574. <https://doi.org/10.29313/v6i2.23332>
- Fridayanti, A., Hendradi, E., & Isnaeni. (2010). Pengaruh kadar polietilen glikol (PEG) 400 terhadap pelepasan natrium diklofenak dari sediaan transdermal patch type matriks. *J. Trop. Pharm. Chem*, 1(1). <https://doi.org/10.25026/jtpc.v1i1.1>
- Ghosh, V., Mukherjee, A., & Chandrasekaran, N. (2013). Ultrasonic emulsification of food-grade nanoemulsion formulation and evaluation of its bactericidal activity. *Ultrasonics Sonochemistry*, 20(1), 338–344. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2012.08.010>
- Jusnita, N. (2014). Produksi nanoemulsi ekstrak temulawak dengan metode homogenisasi. Scientific Repository IPB University. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/71104>
- Kamal, H.Z.A., Ismail, T.N.N.T., Arief, E.M., & Ponnuraj, K.T. (2020). Antimicrobial activities of citronella (*Cymbopogon nardus*) essential oil against several oral pathogens and its volatile compounds. *Padjadjaran Journal of Dentistry*, 32(1), 1–7. <https://doi.org/10.24198/pjd.vol32no1.24966>

- Katz, T.M., Miller, J.H., & Hebert, A.A. (2008). Insect repellents: historical perspectives and new developments. *J. Am. Acad. Dermatol*, 58, 865–871. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2007.10.005>
- Lim, S.S., Baik, M.Y., Decker, E.A., Henson, L., Michael-Popplewell, L., McClements, D.J. & Choi, S.J. (2011). Stabilization of orange oil-in-water emulsions: a new role for ester gum as an ostwald ripening inhibitor. *Food Chemistry*, 128(4), 1023–1028. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2011.04.008>
- Maharini, Rismarika, & Yusnelti. (2020). Pengaruh konsentrasi PEG 400 sebagai kosurfaktan pada formulasi nanoemulsi minyak kepayang. *Chempublish Journal*, 5(1), 1–14. <https://doi.org/10.22437/chp.v5i1.7604>
- Mcclements, D.J. (2005). *Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques* (2nd ed.). CRC Press.
- Pérez-Córdoba, L.J., Norton, I. T., Batchelor, H. K., Gkatzionis, K., Spyropoulos, F. & Sobral, P.J.A. (2018). Physico-chemical, antimicrobial and antioxidant properties of gelatin chitosan based films loaded with nanoemulsions encapsulating active compounds. *Food Hydrocolloids*, 79, 544–559. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.12.012>
- Pratiwi, A., & Salimah, I. (2020). Aktivitas antioksidan dan antimikroba minyak atsiri kembang lesan. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 13(2), 139–146. <https://doi.org/10.15408/kauniyah.v13i2.9966>
- Rachmatillah, A., Hasni, D., & Aisyah, Y. (2021). Uji aktivitas antioksidan minyak sereh wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle), minyak nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) dan minyak pala (*Myristica fragrans* Houtt.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), 442–446. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18245>
- Rizkita, A.D. (2017). Efektivitas antibakteri ekstrak daun sereh wangi, sirih hijau, dan jahe merah terhadap pertumbuhan *Streptococcus Mutans*, Prosiding Seminar Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1927>
- Romdhoni, A.M. (2017). Optimasi dan formulasi self-nanoemulsifying drug delivery system (snedds) glimepirid menggunakan fase minyak myritol 318, surfaktan Tween 80, dan ko-surfaktan PEG 400. Skripsi. Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Rowe, R.C., Sheskey, P.J., & Quinn, M.E. (2009). *Handbook of Pharmaceutical Excipients* (6th ed.). Pharmaceutical Press.
- Sail, A.M., Mustapha, W.A.W., Yusop, S.M., Maskat, M.Y., & Shamsuddin, A.F. (2018). Optimisation of cinnamaldehyde-in-water nanoemulsion formulation using central composite rotatable design. *Sains Malaysiana* 47(9), 1999–2008. <http://dx.doi.org/10.17576/jsm-2018-4709-07>
- Silva, C.F., Moura, F.C., Mendes, M.P., & Pessoa, F.L.P. (2011). Extraction of citronella (*Cymbopogon nardus*) essential oil using super critical carbon dioxide: experimental data and mathematical modelling. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 28, 343–350. <https://doi.org/10.1590/S0104-66322011000200019>
- Simic, A., Rancic, A., Sokovic, M.D., Ristic, M., Grujic-Jovanovic, S., Vukojevic, J., & Marin, P.D. (2008): Essential oil composition of *Cymbopogon winterianus* and *Carum carvi* and their antimicrobial activities. *Pharmaceutical Biology*, 46, 437–441. <https://doi.org/10.1080/13880200802055917>
- Siregar, A. R. (2010). Pengaruh tekanan pompa dan waktu pengadukan terhadap sifat fisik emulsi lilin sarang lebah untuk produksi zat pelapis buah. Skripsi. Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Setyaningsih, D., Hambali, E., & Nasution, M. (2007). Aplikasi minyak sereh wangi (Citronella Oil) dan geraniol dalam pembuatan skin lotion penolak nyamuk. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(3) <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/4232>
- Wany, A., Jha, S., Nigam, V., & Pandey, D.M. (2013). Chemical analysis and therapeutic uses of citronella oil from *Cymbopogon winterianus*: A short review. *International Journal of Advanced Research*, 1(6), 504–521.

- Wulandari, S., Budiyanto., & Silvia, E. (2015). Karakteristik emulsi minyak sawit merah dan aplikasi quality function deployment (QFD) untuk pengembangan produk. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 25 (2), 136–142.
- Zulfa, A. (2020). Formulasi dan evaluasi sediaan nanoemulsi topikal minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) yang berpotensi sebagai antiaging. Skripsi. Universitas Islam Indonesia. <http://dspace.uui.ac.id/123456789/23684>