

Formulasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk)

Nanoemulsion Formulation of Moringa leaves (Moringa oleifera Lamk) Extract

Nina Jusnita*, Khairunnisa Nasution

Department of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
Jl. Sunter Permai Raya, Jakarta 14350, Indonesia

*nina.jusnita@yahoo.com

Received: 20th August, 2019; 1st Revision: 08th September, 2019; 2nd Revision: 14th September, 2019; Accepted: 25th September, 2019

Abstrak

Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk) diketahui memiliki aktivitas antioksidan karena mengandung flavonoid. Pembuatan dalam bentuk nanoemulsi ekstrak dapat mempercepat proses penyerapan dalam tubuh. Pemilihan Tween 80 sebagai surfaktan karena bersifat larut dalam air dan biasa digunakan dalam pembuatan emulsi dengan tipe W/O. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh konsentrasi ekstrak daun kelor terhadap karakteristik nanoemulsi yang dihasilkan. Penelitian ini diawali pembuatan ekstrak dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol, dilanjutkan dengan pembuatan nanoemulsi dengan metode homogenisasi. Konsentrasi ekstrak yang digunakan adalah 20% dan 30%. Nanoemulsi diperoleh menggunakan metode homogenisasi menggunakan *homogenizer*. Pengadukan fase minyak dan fase air selama 20 menit dengan kecepatan 30.000 rpm. Nanoemulsi dengan konsentrasi ekstrak daun kelor sebanyak 20% menghasilkan nanoemulsi yang lebih baik daripada konsentrasi 30% pada perlakuan kombinasi antara kecepatan 30.000 rpm, suhu ruang (27-30 °C) dan lama pengadukan 20 menit. Nanoemulsi yang dihasilkan memiliki rata-rata ukuran partikel 7,9 nm, viskositas 13,17 cP, pH 7,10, larut sempurna dalam etanol, metanol dan air.

Kata kunci: daun kelor, *homogenizer*, nanoemulsi

Abstract

Moringa oleifera Lamk leaves are used as antioxidant plants that contain lots of flavonoids. Nanoemulsion can increase the absorption of active ingredients in the body. Tween 80 is used as a surfactant because it is commonly used for oil-in-water emulsions. This study aims to obtain the best conditions in making Moringa leaf extract nanoemulsion using the homogenization method based on the effect of extract concentration. This research method includes extraction by maceration with ethanol 96% then followed by making nanoemulsion. Nanoemulsion consists of extract as an oil phase with a concentration of 20% and 30% mixed with the water phase. Homogenizer with 30,000 rpm is used in this research. In combination treatment of 30,000 rpm speed, room temperature (27-30 °C), and stirring time of 20 minutes, nanoemulsion with 20% moringa leaf extract concentration produced nanoemulsion better than 30% concentration. The result showed that 20% moringa leaf extract concentration nanoemulsions had an average particle size of 7.9 nm, a viscosity of 13.17 cP, pH of 7.10, and completely dissolved in ethanol, methanol, and water.

Keywords: *homogenizer, Moringa oleifera Lamk, nanoemulsion*

PENDAHULUAN

Maraknya gerakan “kembali ke alam” sejak tahun 90-an meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kesehatan. Termasuk diantaranya lebih memilih untuk menggunakan tanaman obat atau obat alami dibandingkan dengan obat kimia yang seringkali memiliki efek samping. Meskipun tanaman obat bereaksi lambat, namun obat alami dipercaya lebih efektif dan lebih aman dikonsumsi dalam jangka waktu yang panjang (Jusnita, Haditjaroko, & Noor, 2014).

Kelor (*Moringa oleifera* Lamk) merupakan salah satu tanaman yang dipercaya sebagai tanaman obat. Tanaman ini sering disebut sebagai “dynamit gizi” karena mengandung zat besi tinggi, kalsium, dan vitamin A. Beberapa penelitian mengungkapkan beberapa manfaat dari kelor diantaranya daun kelor sebagai anti anemia, daun dan batang kelor dapat digunakan sebagai penurun tekanan darah tinggi dan obat, dan kulit dari pohon kelor sebagai obat radang usus besar serta manfaat-manfaat lainnya (Kurniasih, 2013).

Tanaman kelor juga mengandung antioksidan kuat terutama pada bagian daunnya. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kasolo *et al.* (2012) daun kelor terbukti mengandung senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antioksidan seperti, tannin, steroid, triterpenoid, flavonoid, saponin, dan alkaloid. Daun kelor juga memiliki kandungan kuersetin yang memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan vitamin C dan E (Nakagawa *et al.*, 2000). Rajanandh & Kavitha (2010) menyatakan bahwa daun kelor mengandung flavonoid 27 µg/ml sebagai aktivitas antioksidan.

Penggunaan nanoteknologi dalam bidang pangan dan farmasi memiliki kecenderungan terus meningkat. Nanoteknologi dipercaya dapat meningkatkan bioavailabilitas bahan aktif karena ukurannya yang kecil sehingga penyerapan bahan aktif di dinding usus halus lebih tinggi (Kammona & Kiparissides, 2012; Poulain & Nakache, 1998). Sediaan berukuran nano juga dapat meningkatkan penyerapan senyawa aktif karena besarnya luas permukaan (Huang & Chang, 2009). Sediaan berukuran nano dapat mencegah kerusakan yang biasa terjadi pada emulsi yaitu sedimentasi, flokulasi, *creaming*, dan koalesen karena memiliki luas permukaan dan energi bebas yang lebih besar. Penelitian ini adalah pengembangan sediaan ekstrak daun kelor dalam bentuk nanoemulsi yang diharapkan memiliki sifat kelarutan dan penyerapan lebih baik (100%).

Pembuatan nanoemulsi ekstrak daun kelor pada penelitian ini menggunakan metode *top down* yaitu dengan metode homogenisasi. Metode homogenisasi yang dilakukan menggunakan *homogenizer* dengan kecepatan 30.000 rpm dan menggunakan surfaktan Tween 80. Tween 80 berfungsi membuat sistem emulsi minyak dalam air semakin stabil dan memiliki nilai keseimbangan gugus hidrofilik dan lipofilik 8-16 (Wang *et al.*, 2008). Penambahan surfaktan bertujuan untuk mencegah terjadinya penggabungan dua atau lebih butiran menjadi unit yang lebih besar (koalesen) dan mudah mengendap dan bersifat *irreversible* (Tangsuphoom & Coupland, 2005).

METODE PENELITIAN

Ekstraksi Daun Kelor

Serbuk daun kelor dilarutkan dalam etanol 96% (Merck, Darmstadt, Jerman) dengan perbandingan 1:5. Kemudian diekstraksi pada suhu ruang. Hasil ekstraksi dipisahkan dengan *Rotary Vacuum Evaporator* (Eyela OSB-2100, Jepang).

Pembuatan Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor

Perlakuan pada penelitian ini adalah konsentrasi ekstrak daun kelor yang digunakan. Ekstrak daun kelor dipersiapkan sebagai fase minyak dengan konsentrasi 20% (2 g ekstrak daun kelor dalam 10 ml etanol 96%). Selanjutnya larutan buffer fospat sebagai fase air dibuat menggunakan NaOH (Sigma-aldrich, Singapore) dan atau HCl (Sigma-aldrich, Singapore) hingga pH 7. Sampel sebanyak 100 ml diperoleh dengan mencampurkan ekstrak daun kelor pada konsentrasi 20% dan 30% dengan Tween 80 dan selanjutnya dilarutkan dalam larutan buffer. Formulasi sediaan nanoemulsi tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi nanoemulsi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk) (Harmi, Noor, & Maddu, 2014)

Bahan	Formula		Fungsi Bahan
	FI	FII	
Fase Minyak			
Ekstrak daun kelor + Etanol 96% (ml)	20	30	Sebagai zat terlarut
Tween 80 (g)	2	3	Sebagai surfaktan
Fase air			
- Buffer fospat (ml)	78	67	Sebagai zat pelarut

Tabel 2. Formulasi sediaan nanoemulsi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk) setelah ditambahkan minyak dan kosurfaktan (Atiqah, Bhagawan, & Hakim, 2017)

Bahan	Formula		Fungsi Bahan
	FI	FII	
Fase Minyak			
Ekstrak daun kelor + Etanol 96% (ml)	2	3	Sebagai zat terlarut
Propilen glikol (g)	25	25	Sebagai kosurfaktan
VCO (g)	5	5	Sebagai minyak
Tween 80 (g)	25	25	Sebagai surfaktan
Fase air			
Buffer fospat (ml)	43	42	Sebagai zat pelarut

Pencampuran fase minyak dan fase air menggunakan *homogenizer* (Wiggins D-500) kecepatan 30.000 rpm selama 20 menit. Akhir tahap ini nanoemulsi dianalisis meliputi ukuran *droplet*, viskositas, uji pH dan kelarutan.

Analisis Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor

Uji yang dilakukan terhadap hasil nanoemul-

si ekstrak daun kelor yaitu :

1. Uji ukuran *droplet* dengan *Particle Size Analyzer* (PSA). Ukuran nanoemulsi yang dihasilkan diukur dengan menggunakan *Particle Sizer Analyzer* (Delsa Max PRB-Backman Coulter, United State).
2. Uji viskositas dengan *viscometer rotary* (Brookfield LVT 207749, Germany) pada suhu kamar (Harmi *et al.*, 2014).
3. Uji pH (SNI 06-2413-1991). Nilai pH diuji menggunakan pH meter dengan mencelupkan elektroda pH ke dalam larutan sampai menunjukkan angka yang stabil. Sebelum pencelupan, elektroda dibilas terlebih dahulu dengan akuades dan dikinginkan menggunakan tisu kering.
4. Uji kelarutan dengan mencampur nanoemulsi dengan pelarut (1:1) yaitu heksan etil asetat, etanol, metanol (semuanya Merck, Darmstadt, Germany) dan air dengan nilai polaritas berturut-turut: 0, 38, 68, 73 dan 90 dalam gelas ukur 10 ml. Masing-masing campuran diaduk kemudian diamati kelarutannya setelah 6 jam (Jusnita *et al.*, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstrak daun kelor yang diperoleh dari 1 kg serbuk daun kelor adalah 159,85 g berupa ekstrak kental. Data hasil analisis ekstrak daun kelor dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil rendemen ekstrak daun kelor yang dihasilkan yaitu 15,98%. Hasil rendemen ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hasil rendemen penelitian yang dilakukan oleh Kiswandono (2011), yaitu 9,98% menggunakan pelarut heksan dan 11,86% menggunakan pelarut metanol 80%. Perbedaan rendemen ini bisa disebabkan karena perbedaan pelarut yang digunakan. Pelarut etanol 96% menghasilkan ekstrak lebih tinggi dibandingkan pelarut heksan dan metanol 80%.

Tabel 3. Data hasil analisis ekstrak daun kelor

Karakteristik	Nilai
Warna	Hijau kecoklatan
Bentuk	Cairan kental
Aroma	Aroma khas daun kelor
Bobot jenis (g/mL)	1,18
Rendemen (%)	15,98
pH	5,18
Aktivitas antioksidan (ppm)	39,14

Menurut Hardiyanthi, Hendrawati, & Siregar (2015), antioksidan kuat mempunyai nilai IC_{50} sebesar 50-100 ppm, sangat kuat dengan nilai $IC_{50} < 50$ ppm, sedang dengan nilai IC_{50} 100-150 ppm dan lemah dengan nilai IC_{50} 151-200. Pada uji antioksidan ekstrak daun kelor, hasil menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan ekstrak 39,14 ppm sehingga aktivitas antioksidan ekstrak daun kelor tergolong sangat kuat.

Pembuatan Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor

Nanoemulsi ekstrak daun kelor yang dihasilkan termasuk kategori emulsi minyak di dalam air. Fase terdispersi yaitu fase minyak (campuran ekstrak daun kelor etanol 96%) dan fase pendispersi yaitu fase air (buffer fosfat pH 7). Etanol 96% berperan sebagai kosurfaktan yaitu untuk menurunkan tegangan permukaan sehingga nanoemulsi yang terbentuk akan lebih stabil.

Analisis Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor

Uji Ukuran *Droplet* dengan *Particle Size Analyzer* (PSA)

Nanoemulsi minyak dalam air merupakan *droplet* minyak yang memiliki diameter sebesar 1-100 nm, terdispersi dalam fase air secara terus menerus dan *droplet* dikelilingi oleh molekul pengemulsi (Solans *et al.*, 2005). Ukuran *droplet* yang dihasilkan tergantung pada beberapa faktor diantaranya jenis alat *homogenizer* yang digunakan, suhu pembuatan, intensitas energi dan waktu, serta kondisi sampel berupa jenis minyak, konsentrasi minyak, jenis pengemulsi/surfaktan yang digunakan serta sifat fisikokimia dari sampel (tegangan antarmuka dan viskositas) (Lee & McClements, 2010).

Tabel 4 menunjukkan hasil uji ukuran *droplet* nanoemulsi ekstrak daun kelor Nanoemulsi ekstrak daun kelor dengan konsentrasi 20% menghasilkan ukuran butiran 7,9 nm dan pada konsentrasi 30% diperoleh ukuran partikel 26,2 nm. Kecepatan putar yang digunakan pada penelitian ini dapat menghasilkan nanoemulsi dengan ukuran rata-rata partikel kurang dari 100 nm. Tumbukan antar molekul selama pencampuran menyebabkan perbedaan ukuran nanoemulsi yang dihasilkan. Semakin tingginya kecepatan *homogenizer* dan semakin lamanya putaran akan meningkatkan intensitas sentuhan antar molekul, sehingga ukuran butiran nanoemulsi yang dihasilkan akan semakin kecil. Peningkatan gaya akan memperkecil ukuran butiran yang dihasilkan (Hanselmann, 1996). Hasil pengujian statistik didapatkan bahwa data

Tabel 4. Uji ukuran *droplet* dengan PSA nanoemulsi ekstrak daun kelor

Formulasi Nanoemulsi	Kecepatan (rpm)	Waktu (menit)	Ukuran Partikel (nm)	Rata-rata Ukuran Partikel (nm)
F I (Konsentrasi 20%)	30.000	20	11,1	7,9
			7,3	
			5,5	
F II (Konsentrasi 30%)	30.000	20	24,5	26,2
			25,5	
			28,5	

Tabel 5. Data hasil uji viskositas nanoemulsi ekstrak daun kelor

Formulasi	Spindle	Speed	Dial Reading	Faktor	Viskositas (cP)	Rata-rata
F I	1	6	1	10	10	13,17
	1	12	1,5	5	7,5	
	1	30	11	2	22	
F II	1	6	1	10	10	14,17
	1	12	2,5	5	12,5	
	1	30	10	2	20	

Tabel 6. Data hasil uji pH nanoemulsi ekstrak daun kelor

Formulasi Nanoemulsi	pH Percobaan I	pH Percobaan II	pH Percobaan III	Rata-rata
F I (Konsentrasi 20%)	7,06	7,10	7,13	7,10
F II (Konsentrasi 30%)	7,19	7,21	7,22	7,21

dari ukuran *droplet* normal, homogen dan signifikan.

Viskositas

Data hasil uji viskositas nanoemulsi ditunjukkan pada Tabel 5. Pada penelitian ini terjadi peningkatan nilai viskositas dengan meningkatnya konsentrasi fase minyak yang digunakan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Tesch & Schubert (2002) menyatakan bahwa tingginya viskositas nanoemulsi akan mengurangi ukuran *droplet* nanoemulsi. Peningkatan viskositas bertujuan untuk mengurangi terjadinya penggabungan partikel saat pengadukan.

pH

Data hasil uji pH nanoemulsi ekstrak daun kelor ditunjukkan pada Tabel 6. Nilai pH nanoemulsi mengalami kenaikan dari pH awal ekstrak daun kelor sebesar 5,18 menjadi berkisar antara 7,10 dan 7,21. Hasil analisa kecepatan pengadukan dan lama putaran *homogenizer* tidak memberikan pengaruh terhadap pH nanoemulsi yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran partikel dan viskositas nanoemulsi tidak memengaruhi pH nanoemulsi yang dihasilkan. Buffer fosfat dengan pH 7 yang digunakan dapat menjaga

kestabilan pH nanoemulsi yang dihasilkan (Jusnita *et al.*, 2014).

Nanoemulsi ekstrak daun kelor ini aman digunakan sebagai bahan dasar *lotion*, krim atau salep. Hal ini disebabkan karena pH nanoemulsi sesuai dengan pH kulit manusia yaitu sekitar 6,5-6,9 (Levin & Maibach, 2008). Berdasarkan syarat SNI 164954-1998, rentang pH krim yang aman untuk kulit adalah 3,5-8. Jadi sediaan nanoemulsi ini cocok sebagai krim. Nilai pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi bisa menyebabkan perubahan pH kulit dan menyebabkan kerusakan pada mantel kulit. Rusaknya lapisan mantel kulit dapat menyebabkan kulit kehilangan keasamannya, lebih mudah teriritasi dan rusak (Levin & Maibach, 2008). Nilai pH nanoemulsi ekstrak daun kelor yang dihasilkan aman digunakan sebagai bahan dasar obat karena sesuai dengan pH usus halus (7-7,24) sebagai organ utama penyerapan obat (Utami, Jufri, & Munim, 2012).

Uji Kelarutan

Kelarutan nanoemulsi ekstrak daun kelor ditunjukkan pada Tabel 7. Kelarutan suatu zat merupakan faktor yang sangat penting untuk pemanfaatan sediaan lebih lanjut. Kelarutan suatu zat dipengaruhi oleh polaritas dari pelarut (Jusnita *et*

Tabel 7. Data hasil uji kelarutan nanoemulsi ekstrak daun kelor

Jenis Pelarut	Kepolaran	Kelarutan Ekstrak	Kelarutan Nanoemulsi F I	Kelarutan Nanoemulsi F II
Heksana	0	Tidak Larut	-	-
Etil Asetat	38	Tidak Larut	-	-
Etanol	68	Larut	+	+
Metanol	73	Larut	+	+
Air	90	Kurang Larut	+	+

Keterangan

- : Tidak larut
+ : Larut

al., 2014). Nanoemulsi yang dihasilkan setelah diuji kelarutan pada berbagai tingkat kepolaran pelarut maka dihasilkan bahwa nanoemulsi ini tidak dapat larut pada heksan dan etil asetat (polar) dan larut sempurna pada pelarut etanol, metanol dan air. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan sifat ekstrak daun kelor apabila menjadi nanoemulsi kecuali pada pelarut air. Ukuran nanoemulsi yang kecil memiliki luas permukaan yang lebih besar, sehingga dapat meningkatkan kelarutan. Ukuran yang kurang dari 100 nm membuat nanoemulsi lebih mudah dilarutkan dibandingkan dengan emulsi dengan ukuran > 6 µm. (Jusnita *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Nanoemulsi dengan konsentrasi ekstrak daun kelor sebanyak 20% menghasilkan nanoemulsi yang lebih baik daripada konsentrasi 30% pada perlakuan kombinasi antara kecepatan 30.000 rpm, suhu ruang (27-30 °C) dan lama pengadukan 20 menit. Nanoemulsi yang dihasilkan memiliki ukuran partikel 7,9 nm, viskositas 13,17 cP, pH 7,10, larut sempurna dalam etanol, metanol dan air. Perlu dilakukan uji stabilitas pada nanoemulsi ekstrak daun kelor untuk mengetahui apakah sediaan sudah stabil pada suhu tertentu serta dilakukan pengkombinasian Tween 80 dan surfaktan lainnya untuk memperoleh nanoemulsi yang stabil dan kelarutan yang baik.

Daftar Pustaka

- Atiqah, S. N., Bhagawan, W. S., & Hakim, A. (2017). *Optimasi dan Uji Pelepasan Quercetin Ekstrak Daun Kelor (Moringa oleifera) dalam Sediaan Gel-Mikroemulsi*. Skripsi. Jurusan Farmasi. Fakultas Kedokteran dan Ilmu-Ilmu Kesehatan. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Hanselmann, W. (1996). *Influences of Continuous Whipping Process Parameters on Foam Structure and Stability*. Disertasi. Swiss Federal Institute of Technology. Zurich. <https://doi.org/10.3929/ethz-a-001759686>
- Hardiyanti, F., Hendrawati, & Siregar, Y. D. I. (2015). *Pemanfaatan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kelor (Moringa oleifera) dalam Sediaan Hand and Body Cream*. Skripsi. Program Studi Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Harmi, L., Noor, E., & Maddu, A. (2014). *Pembuatan Nanogingerol dari Ekstrak Jahe (Zingiber officinale Rosc) Menggunakan Homogenizer dengan Kombinasi Inversi Komposisi dan Suhu*. Tesis. Program Studi Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Huang, S., & Chang, W. (2009). Advantages of nanotechnology- based chinese herb drugs on biological activities. *Current Drug Metabolism*, 10(8), 905–913. <https://doi.org/10.2174/138920009790274603>
- Jusnita, N., Haditjaroko, L., & Noor, E. (2014). *Produksi Nanoemulsi Ekstrak Temulawak dengan Metode Homogenisasi*. Tesis. Pascasarjana. Program Studi Teknologi Industri Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kammona, O., & Kiparissides, C. (2012). Recent advances in nanocarrier-based mucosal delivery of biomolecules. *Journal of Controlled Release*, 161(3), 781–794. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2012.05.040>
- Kasolo, J. N., Bimenya, G. S., Ojok, L., Ochieng, J., & Ogwal-Okeng, J. W. (2012). Zerumbone isolated from Zingiber zerumbet inhibits inflammation and pain in rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(9), 753–757. <https://doi.org/10.5897/JMPR10.492>
- Kiswandono, A. A. (2011). Perbandingan dua ekstraksi yang berbeda pada daun kelor (*Moringa oleifera*, Lamk) terhadap rendemen ekstrak dan senyawa bioaktif yang dihasilkan. *Sains Natural: Jurnal*

- Ilmiah Ilmu-Ilmu Biologi Dan Kimia*, 1(1), 45–51.
- Kurniasih. (2013). *Khasiat & Manfaat Daun Kelor: untuk Penyembuhan Berbagai Penyakit*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Lee, S. J., & McClements, D. J. (2010). Fabrication of protein-stabilized nanoemulsions using a combined homogenization and amphiphilic solvent dissolution/evaporation approach. *Food Hydrocolloids*, 24(6–7), 560–569. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.02.002>
- Levin, J., & Maibach, H. (2008). Human skin buffering capacity: an overview. *Skin Research and Technology*, 14(2), 121–126. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0846.2007.00271.x>
- Nakagawa, K., Kawagoe, M., Yoshimura, M., Arata, H., Minamikawa, T., Nakamura, M., & Matsumoto, A. (2000). Differential effects of flavonoid quercetin on oxidative damages induced by hydrophilic and lipophilic radical generators in hepatic lysosomal fractions of mice. *Journal of Health Science*, 46(6), 509–512. <https://doi.org/10.1248/jhs.46.509>
- Rajanandh, M., & Kavitha, J. (2010). Quantitative estimation of β -sitosterol, total phenolic and flavonoid compounds in the leaves of moringa oleifera. *International Journal of PharmTech Research*, 2(2), 1409–1414.
- Solans, C., Izquierdo, P., Nolla, J., Azemar, N., & Garciacelma, M. (2005). Nano-emulsions. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 10(3–4), 102–110. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2005.06.004>
- Tangsuphoom, N., & Coupland, J. N. (2005). Effect of heating and homogenization on the stability of coconut milk emulsions. *Journal of Food Science*, 70(8), e466–e470. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb11516.x>
- Tesch, S., & Schubert, H. (2002). Influence of increasing viscosity of the aqueous phase on the short-term stability of protein stabilized emulsions. *Journal of Food Engineering*, 52(3), 305–312. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00120-0](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00120-0)
- Utami, S. S., Jufri, M., & Munim, A. (2012). *Formulasi dan Uji Penetrasi in Vitro Nanoemulsi, Nanoemulsi Gel, dan Emulsi Gel Kurkumin*. Skripsi. Program Studi Farmasi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengertahuan Alam. Universitas Indonesia. Depok.
- Wang, X., Jiang, Y., Wang, Y.-W., Huang, M.-T., Ho, C.-T., & Huang, Q. (2008). Enhancing anti-inflammation activity of curcumin through O/W nanoemulsions. *Food Chemistry*, 108(2), 419–424. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.086>