Indo Green Journal
https://idngreen.com/index.php/green

e-ISSN: 3025 – 4574, p-ISSN: 3025 – 2679
Volume 4 Nomor 2 Tahun 2026
Halaman: 1776 – 1786

RESEARCH ARTICLE

Stabilitas dan Karakterisasi Nanoemulsi Medium Chain Triglycerides (MCT) Minyak Inti Sawit dengan Penambahan Surfaktan Sodium Caseinate dan Lesitin

Muhammad Ainul Yaqin[1], Anggun Puspitarini Siswanto[2]
Universitas Diponegoro, Indonesia

Muhammadyaqin15112001@gmail.com[1], anggun.siswanto@live.undip.ac.id[2]

Kata Kunci:
Minyak Inti Sawit, MCT, Nanoemulsi, Surfaktan

Abstrak

Lemak merupakan mikronutrien esensial dari makanan manusia dan minyak nabati yang berperan penting dalam tubuh manusia. Minyak inti sawit (*Palm Kernel Oil*, PKO) mengandung gizi yang dapat dijadikan produk bermanfaat bagi manusia. Minyak ini mengandung asam lemak jenuh yang tinggi. Komposisi asam lemak yang dimiliki hampir sama dengan minyak kelapa, yaitu laurat sebagai asam lemak utama. Asam lemak jenuh pada minyak tersebut sangat spesifik karena di dalam bentuk asam lemak rantai medium atau *medium chain triglycerides* (MCT). MCT merupakan jenis lemak yang paling aman untuk dikonsumsi dan memiliki banyak manfaat Kesehatan. Namun, jika MCT disimpan dalam waktu yang lama akan menimbulkan rasa yang tidak enak dan bau yang tengik. Solusi untuk menangani timbulnya bau dan rasa tidak enak pada MCT salah satunya dapat dilakukan dengan pembentukan nanoemulsi. Nanoemulsi tersusun dari sistem dispersi koloid yang stabil secara termodinamika, terdiri dari dua cairan yang tidak bercampur seperti air dan minyak, yang dicampur bersama dengan zat pengemulsi (surfaktan dan kosurfaktan) untuk membentuk fase tunggal. Sodium Caseinate dan lesithin merupakan beberapa jenis surfaktan yang dapat diguunakan dalam pembentukan nanoemulsi. Karakterisasi sediaan nanoemulsi meliputi pengujian komponen kimia Minyak Inti Sawit, uji tipe nanoemulsi, densitas, viskositas, pH, *Oil droplet size*, dan homogenitas serta stabilitas dari nanoemulsi.

Key Word:
Palm Kernel Oil, Mcts, Nanoemulsions, Surfactants

Abstract

Fats are essential micronutrients from human food and vegetable oils that play an important role in the human body. Palm kernel oil (PKO) contains nutrients that can be used as a product for humans. This oil contains high levels of saturated fatty acids. The composition of fatty acids is almost the same as coconut oil, namely laurate as the main fatty acid. The saturated fatty acids in these oils are very specific because they are in the form of medium-chain fatty acids or medium chain triglycerides (MCTs). MCTs are the safest type of fat to consume and have many health benefits. However, if MCTs are stored for a long time, they will cause a bad taste and a rancid odor. One of the solutions to deal with the onset of odors and bad taste in MCTs can be done by forming nanoemulsions. Nanoemulsions are composed of a thermodynamically stable colloidal dispersion system, consisting of two unmixed liquids such as water and oil, which are mixed together with emulsifying agents (surfactants and cosurfactants) to form a single phase. Sodium Caseinate and lecithins are several types of surfactants that can be used in the formation of nanoemulsions. Characterization of nanoemulsion preparations includes testing the chemical components of Palm Kernel Oil, testing the type of nanoemulsion, density, viscosity, pH, oil droplet size, and homogeneity and stability of the nanoemulsion.

Information Production:
© 2026 *by the authors of this article. This work is licensed under an Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA*

PENDAHULUAN

Peningkatan kesadaran masyarakat terhadap hubungan antara gizi dan kesehatan telah mendorong pengembangan berbagai bahan pangan fungsional yang mampu memberikan manfaat kesehatan yang optimal. Lemak merupakan salah satu makronutrien esensial yang berperan penting dalam tubuh manusia sebagai sumber energi, pelindung organ, pengatur suhu tubuh, mediator aktivitas biologis antarsel, serta pelarut vitamin larut lemak seperti vitamin A, D, E, dan K (Mancini et al., 2015). Dalam beberapa dekade terakhir, perhatian terhadap jenis dan kualitas lemak yang dikonsumsi semakin meningkat karena kaitannya dengan berbagai penyakit degeneratif, termasuk penyakit kardiovaskular, obesitas, dan kanker.

Salah satu sumber lemak nabati yang memiliki kontribusi besar terhadap kebutuhan minyak dunia adalah minyak sawit. Produksi minyak sawit terus mengalami peningkatan seiring dengan tingginya permintaan global terhadap minyak nabati. Minyak sawit menyumbang sekitar 35% dari total produksi

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

minyak dan lemak dunia serta menjadi komoditas minyak nabati yang paling banyak diproduksi dibandingkan minyak kedelai dan minyak nabati lainnya (Ates & Bukowski, 2022). Indonesia dan Malaysia merupakan produsen utama minyak sawit dunia yang secara bersama-sama menyuplai lebih dari 80% kebutuhan global (Matsuura et al., 2015). Tingginya produktivitas tanaman kelapa sawit menjadikan komoditas ini sebagai sumber minyak yang sangat strategis karena mampu menghasilkan minyak hingga sepuluh kali lebih banyak dibandingkan tanaman penghasil minyak lainnya pada luas lahan yang sama (Matsuura et al., 2015).

Buah kelapa sawit menghasilkan dua jenis minyak utama, yaitu crude palm oil (CPO) yang diperoleh dari mesokarp buah dan palm kernel oil (PKO) atau minyak inti sawit yang berasal dari bagian kernel. Berbeda dengan CPO yang memiliki komposisi asam lemak jenuh dan tidak jenuh yang relatif seimbang, minyak inti sawit didominasi oleh asam lemak jenuh rantai sedang, terutama asam laurat, yang kandungannya mencapai sekitar 44–50% dari total asam lemak (Hasibuan et al., 2012). Komposisi tersebut menjadikan minyak inti sawit sebagai sumber alami medium chain triglycerides (MCT) yang sangat potensial. Menurut Sujadi et al. (2016), kandungan asam laurat dalam minyak inti sawit mencapai sekitar 47,8%, sehingga minyak ini memiliki karakteristik yang hampir serupa dengan minyak kelapa.

Medium chain triglycerides (MCT) merupakan trigliserida yang tersusun atas asam lemak rantai sedang, meliputi asam kaproat (C6), kaprilat (C8), kaprat (C10), dan laurat (C12) (San et al., 2022). MCT dikenal memiliki berbagai manfaat kesehatan, seperti mudah dicerna, cepat dimetabolisme menjadi energi, serta berpotensi meningkatkan fungsi metabolik tubuh. Selain itu, asam laurat yang dominan dalam minyak inti sawit memiliki aktivitas antimikroba yang memberikan nilai tambah bagi pemanfaatannya dalam industri pangan dan kesehatan. Oleh karena itu, minyak inti sawit berpotensi dikembangkan menjadi berbagai produk bernilai tinggi berbasis MCT.

Meskipun memiliki berbagai keunggulan, MCT rentan mengalami penurunan mutu selama penyimpanan akibat proses oksidasi dan ketengikan. Proses tersebut dapat menyebabkan munculnya aroma dan rasa yang tidak diinginkan serta menurunkan kualitas gizi produk. Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan untuk meningkatkan stabilitas senyawa lipofilik seperti MCT adalah melalui teknologi nanoemulsi. Nanoemulsi merupakan sistem dispersi dua fase yang tidak saling bercampur, seperti minyak dan air, dengan ukuran droplet sangat kecil yang umumnya berada pada rentang 1–100 nm serta distabilkan oleh surfaktan dan ko-surfaktan (Gurpreet & Singh, 2018). Ukuran droplet yang sangat kecil memberikan luas permukaan yang besar sehingga mampu meningkatkan stabilitas fisik, bioavailabilitas, dan efisiensi penghantaran senyawa aktif.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa nanoemulsi memiliki keunggulan dibandingkan emulsi konvensional. Ukuran droplet yang kecil mampu mengurangi terjadinya sedimentasi, flokulasi, koalesensi, maupun creaming selama penyimpanan sehingga sistem menjadi lebih stabil secara kinetik (Ben et al., 2013). Selain itu, nanoemulsi memiliki karakteristik transparan atau semi transparan, meningkatkan kelarutan bahan aktif hidrofobik, serta dapat mempertahankan distribusi ukuran partikel setelah pengenceran (Singh et al., 2017). Namun demikian, sistem nanoemulsi sangat kompleks dan sensitif terhadap perubahan komposisi maupun kondisi proses. Sedikit perubahan dalam formulasi dapat menyebabkan perubahan ukuran droplet, stabilitas, maupun karakteristik fisik lainnya (Pathan & Mallikarjuna Setty, 2012).

Keberhasilan pembentukan nanoemulsi sangat dipengaruhi oleh pemilihan bahan penyusun, khususnya surfaktan dan bahan penstabil. Surfaktan berfungsi menurunkan tegangan antarmuka antara fase minyak dan air sehingga mempermudah pembentukan droplet berukuran nano. Sodium caseinate dan lesitin merupakan surfaktan yang banyak digunakan dalam sistem pangan karena memiliki sifat emulsifikasi yang baik serta aman digunakan. Sodium caseinate merupakan protein susu yang mampu membentuk lapisan pelindung kuat pada permukaan droplet minyak, sedangkan lesitin merupakan fosfolipid alami yang memiliki kemampuan tinggi dalam menstabilkan emulsi. Kombinasi kedua surfaktan tersebut berpotensi menghasilkan sistem nanoemulsi yang lebih stabil dibandingkan penggunaan surfaktan tunggal (Kumar & Gunda, 2017).

Selain surfaktan, penggunaan bahan pengisi atau carrier agent juga berperan penting dalam meningkatkan stabilitas nanoemulsi. Maltodekstrin merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan dalam sistem emulsi pangan karena memiliki kelarutan tinggi, viskositas rendah, rasa netral, serta kemampuan melindungi bahan inti dari proses oksidasi (Ghani et al., 2017; Wang et al., 2022). Penambahan maltodekstrin dapat meningkatkan total padatan sistem emulsi sekaligus membantu mempertahankan stabilitas selama proses penyimpanan dan pengeringan.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Paramita et al. (2022) mengenai formulasi nanoemulsi MCT dari minyak kelapa menunjukkan bahwa produk nanoemulsi masih mengalami perubahan homogenitas

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

dan pemisahan fase selama penyimpanan sehingga stabilitasnya belum optimal. Mengingat minyak inti sawit memiliki komposisi asam lemak yang serupa dengan minyak kelapa namun tersedia dalam jumlah yang lebih melimpah, pengembangan nanoemulsi MCT berbasis minyak inti sawit menjadi menarik untuk diteliti lebih lanjut. Hingga saat ini, penelitian yang mengkaji stabilitas dan karakterisasi nanoemulsi MCT dari minyak inti sawit dengan kombinasi surfaktan sodium caseinate dan lesitin serta penambahan maltodekstrin masih relatif terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi stabilitas dan karakteristik nanoemulsi MCT minyak inti sawit yang diformulasikan menggunakan surfaktan sodium caseinate dan lesitin dengan penambahan maltodekstrin. Karakterisasi dilakukan melalui pengujian tipe emulsi, ukuran droplet, homogenitas, pH, viskositas, densitas, dan stabilitas penyimpanan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai formulasi nanoemulsi MCT yang stabil dan berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan fungsional maupun bahan baku industri berbasis minyak inti sawit.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Universitas Diponegoro selama dua bulan, yang meliputi tahap persiapan, formulasi nanoemulsi, pengujian karakteristik, analisis stabilitas, dan pengolahan data. Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dua faktor. Faktor pertama adalah jenis maltodekstrin yang terdiri atas maltodekstrin DE 10 dan DE 19, sedangkan faktor kedua adalah konsentrasi kombinasi surfaktan sodium caseinate dan lesitin pada tingkat 10%, 15%, dan 20%. Variabel tetap yang digunakan meliputi konsentrasi medium chain triglycerides (MCT) minyak inti sawit sebesar 10% (b/v), maltodekstrin 15% (b/v), propilen glikol 5% (b/v), rasio sodium caseinate dan lesitin 1:1, kecepatan homogenisasi 18.000 rpm selama 10 menit, serta penyimpanan pada suhu 5°C dan 25°C. Bahan utama yang digunakan terdiri atas minyak inti sawit, maltodekstrin DE 10 dan DE 19, sodium caseinate, lesitin, propilen glikol, metilen biru, dan akuades, sedangkan peralatan utama meliputi homogenizer Ultra-Turrax, magnetic stirrer, pH meter, piknometer, viskometer Brookfield, serta mikroskop optik yang terhubung dengan perangkat lunak ImageJ.

Pembuatan nanoemulsi diawali dengan penimbangan maltodekstrin, surfaktan, dan bahan lainnya sesuai formulasi perlakuan. Maltodekstrin, surfaktan, dan akuades kemudian dicampurkan dan dihomogenkan menggunakan magnetic stirrer pada kecepatan 200 rpm selama 15 menit hingga terbentuk fase homogen. Selanjutnya MCT minyak inti sawit ditambahkan secara bertahap ke dalam campuran sambil dihomogenisasi menggunakan homogenizer pada kecepatan 18.000 rpm selama 10 menit dengan jeda satu menit setiap dua menit proses homogenisasi. Nanoemulsi yang terbentuk kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel tertutup rapat dan disimpan sesuai kondisi perlakuan. Setiap formulasi dibuat dengan perlakuan yang sama untuk memastikan keseragaman proses dan memungkinkan evaluasi pengaruh jenis maltodekstrin serta konsentrasi surfaktan terhadap karakteristik nanoemulsi yang dihasilkan.

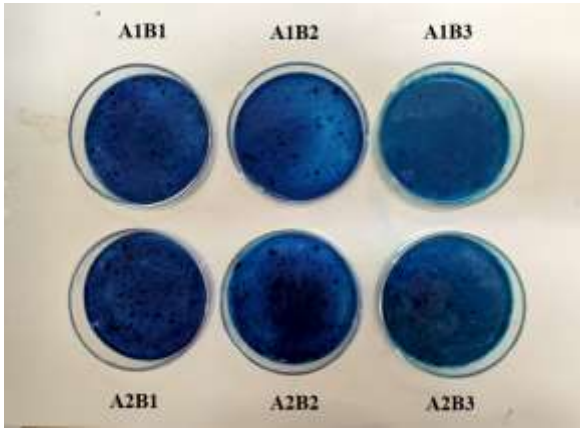
Karakterisasi nanoemulsi meliputi pengujian tipe emulsi, pH, densitas, viskositas, ukuran droplet minyak (oil droplet size), homogenitas, dan stabilitas penyimpanan. Tipe emulsi ditentukan menggunakan metode pewarnaan metilen biru, sedangkan densitas diukur menggunakan piknometer dan viskositas menggunakan viskometer Brookfield. Nilai pH ditentukan menggunakan pH meter digital yang telah dikalibrasi. Ukuran droplet diamati menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 100× dan dianalisis menggunakan perangkat lunak ImageJ. Homogenitas diamati secara visual melalui pemeriksaan adanya butiran kasar atau penggumpalan pada preparat kaca objek. Uji stabilitas dilakukan selama lima hari penyimpanan dengan mengamati perubahan warna, bau, homogenitas, dan kemungkinan terjadinya pemisahan fase. Data hasil pengujian dianalisis secara statistik menggunakan analisis varians (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh jenis maltodekstrin dan konsentrasi surfaktan terhadap karakteristik serta stabilitas nanoemulsi MCT minyak inti sawit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Tipe Emulsi Nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit

Uji tipe nanoemulsi dilakukan untuk menentukan tipe dari nanoemulsi yang dihasilkan. Nanoemulsi yang dihasilkan merupakan O/W (*Oil in Water*) atau W/O (*Water in Oil*). Pengujian tipe nanoemulsi berdasarkan penelitian (Paramita et al., 2022) dapat dilakukan dengan memasukkan 5 ml nanoemulsi pada cawan petri lalu ditambahkan 3 tetes metilen blue lalu aduk searah menggunakan pengaduk kaca lalu mengamati perubahan yang terjadi. Metilen blue bersifat larut dalam air sehingga dapat menyebar rata pada nanoemulsi tipe O/W. Hasil uji tipe nanoemulsi dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679



Gambar 1. Hasil uji tipe emulsi Nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa penambahan metilen blue pada nanoemulsi terdispersi merata, sehingga nanoemulsi yang dihasilkan bertipe minyak dalam air atau O/W (Oil in Water). Hal ini dapat dikarenakan zat pengemulsi atau surfaktan yang digunakan memiliki nilai HLB tinggi yaitu 9. Pengemulsi dengan HLB tinggi bersifat hidrofilik yang akan menghasilkan tipe emulsi O/W, pada HLB rendah akan menghasilkan tipe emulsi W/O. Adapun nilai HLB yang dibutuhkan untuk membentuk emulsi O/W yaitu 8-16 dan W/O sebesar 4-6 (Wibisana, 2020).

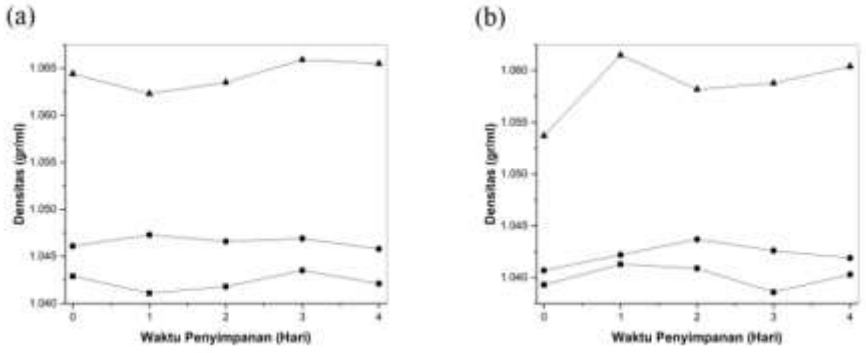
Pengaruh Konsentrasi Surfaktan dan DE Maltodextrin pada Densitas Nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit.

Pengukuran densitas menggunakan Piknometer dilakukan untuk mengetahui pengaruh Sodium Caseinate dan Lesitin terhadap peningkatan dan penurunan densitas sediaan nanoemulsi MCT. Pada sampel A1B1 sampai dengan A2B3 memiliki perbedaan yang signifikan karena adanya perbedaan konsentrasi bahan minyak, surfaktan, ko-surfaktan, dan air.

Tabel 1. Hasil Uji Densitas

Formulasi	Densitas (gram/ml)				
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
A1B1	1,0429	1,0411	1,0418	1,0435	1,0421
A1B2	1,0461	1,0473	1,0466	1,0469	1,0458
A1B3	1,0644	1,0623	1,0635	1,0659	1,0655
A2B1	1,0393	1,0413	1,0409	1,0386	1,0403
A2B2	1,0407	1,0422	1,0437	1,0426	1,0419
A2B3	1,0537	1,0615	1,0582	1,0588	1,0604

Peningkatan konsentrasi surfaktan dalam sediaan akan meningkatkan densitas sediaan pula. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 9, dimana formulasi A1B3 dan A2B3 yang memiliki konsentrasi surfaktan paling tinggi diantara formulasi lain dengan densitas formulasi tertinggi sebesar 1,0655 gr/mL. Surfaktan sodium caseinate dan lesitin memiliki kecenderungan berat jenis yang lebih besar dibandingkan air (Yerramilli & Ghosh, 2017). Nanoemulsi MCT Minyak inti sawit menggunakan surfaktan sodium caseinate dan lesitin dengan maltodextrin DE 10 dan DE 19 menghasilkan densitas sebesar 1,0411-1,0655 gr/mL dan 1,0393-1,0615 gr/mL. Oleh karena itu, penambahan keduanya dapat meningkatkan densitas suatu sediaan yang juga berbanding lurus dengan konsentrasi nya dalam sediaan. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 7 diatas.



Gambar 2. Pengaruh surfaktan dan jenis DE Maltodextrin pada Densitas sediaan : (a) Maltodextrin DE 10 ; (b) Maltodextrin DE 19

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

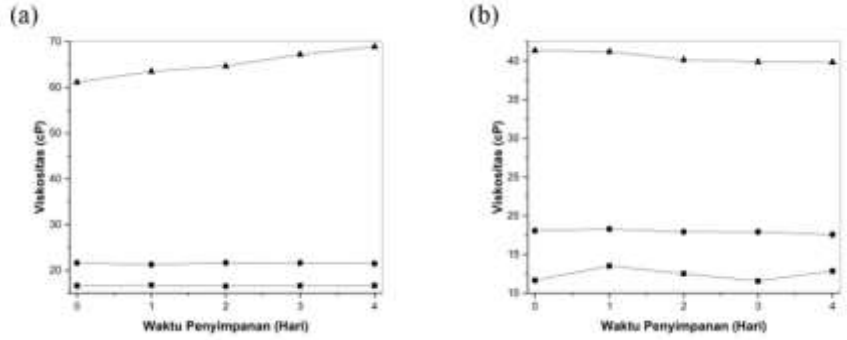
Pengaruh Konsentrasi Surfaktan dan Jenis DE Maltodekxtrin pada Viskositas Nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit.

Uji viskositas bertujuan untuk mengetahui kekentalan yang menyatakan besar kecilnya gesekan (sifat alir) dalam fluida sediaan nanoemulsi. Nilai viskositas yang besar menunjukkan sediaan nanoemulsi yang kental (Nurhidayati, 2020). Pada formulasi A1B1 hingga A2B3 secara statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan karena ada perbedaan konsentrasi surfaktan dan kosurfaktan yang digunakan sehingga membuat viskositas masing-masing formula berbeda.

Tabel 2. Hasil Uji Viskositas

Formulasi	Viskositas (cP)				
	Hari ke-0	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
A1B1	16,64	16,74	16,54	16,64	16,65
A1B2	21,61	21,26	21,64	21,62	21,47
A1B3	61,14	63,51	64,65	67,21	68,92
A2B1	11,66	13,51	12,53	11,57	12,86
A2B2	18,07	18,29	17,93	17,92	17,57
A2B3	41,36	41,22	40,15	39,89	39,83

Dari Tabel 8 terlihat perbandingan nilai viskositas nanoemulsi MCT minyak inti sawit pada formula A1B1, hingga A2B3 semakin tinggi konsentrasi surfaktan sodium caseinate dan lesitin dapat mempengaruhi stabilitas pada proses penyimpanan. Hal ini menunjukkan semakin besarnya konsentrasi sodium caseinate dan lesitin dapat meningkatkan stabilitas dari nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit (Novia et al., 2023). Hasil dari tabel 8 dapat dilihat bahwa formulasi A1B3 mencapai viskositas tertinggi, berbanding lurus besarnya konsentrasi surfaktan sodium caseinate dan lesitin dengan maltodextrin DE 10. Meningkatkan konsentrasi surfaktan biasanya menghasilkan viskositas nanoemulsi yang lebih tinggi. Hal ini karena molekul surfaktan membentuk lapisan terstruktur pada antarmuka minyak-air, yang berkontribusi pada peningkatan viskositas. (Ardana et al., 2026) juga menemukan bahwa peningkatan surfaktan alkali organik/anorganik meningkatkan viskositas emulsi O/W.



Gambar 3. Pengaruh surfaktan dan jenis DE Maltodextrin pada Viskositas sediaan : (a) Maltodextrin DE 10 ; (b) Maltodextrin DE 19

Pengaruh Konsentrasi Surfaktan pada pH Nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit

Nilai pH nanoemulsi dapat diperiksa untuk menentukan keasamannya. Analisis ini dilakukan secara berkala selama periode penyimpanan 5 hari. Hasil temuan pada Tabel 9 dengan jelas menunjukkan bahwa nilai pH yang diperoleh dari setiap sampel berada dalam kisaran yang dapat diterima yaitu 6,3-6,8, sebagaimana ditentukan oleh kriteria kualitas untuk emulsi, yang diuraikan dalam SNI 16-4399-1999. Hal ini disebabkan oleh komponen bahan dalam pengolahan emulsi yang seringkali memiliki kisaran pH netral 6-7.

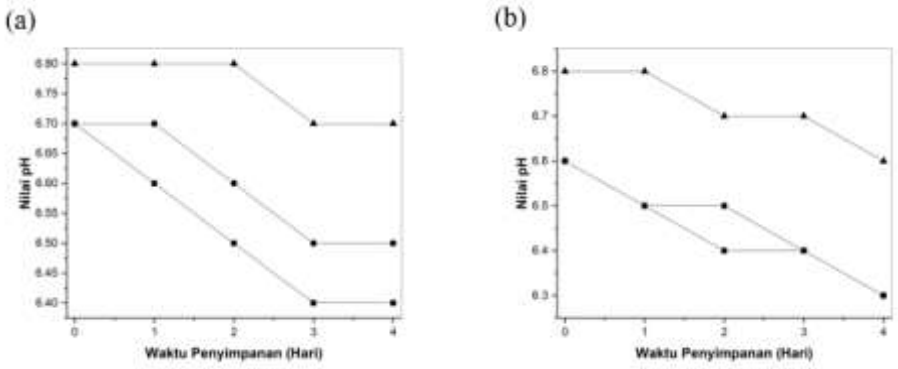
Tabel 3. Hasil Uji pH

Formulasi	pH				
	Hari ke-0	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
A1B1	6,7	6,6	6,5	6,4	6,4
A1B2	6,7	6,7	6,6	6,5	6,5
A1B3	6,8	6,8	6,8	6,7	6,7
A2B1	6,6	6,5	6,4	6,4	6,3
A2B2	6,6	6,5	6,5	6,4	6,3
A2B3	6,8	6,8	6,7	6,7	6,6

pH atau derajat keasaman nanoemulsi yang dihasilkan mengalami penurunan selama penyimpanan 5 hari pada suhu ruang. Hal ini dikarenakan terjadinya peristiwa hidrolisis minyak yang disebabkan interaksi

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

dengan air sehingga menghasilkan asam lemak bebas. Asam lemak bebas dapat menyebabkan penurunan pH pada nanoemulsi sesuai pada grafik di bawah ini. Asam lemak bebas dalam MCT merupakan asam lemah, sehingga penurunan pH pada nanoemulsi cenderung kecil karena asam lemak yang terdisosiasi menjadi H+ hanya sebagian kecil saja (Yerramilli & Ghosh, 2017).

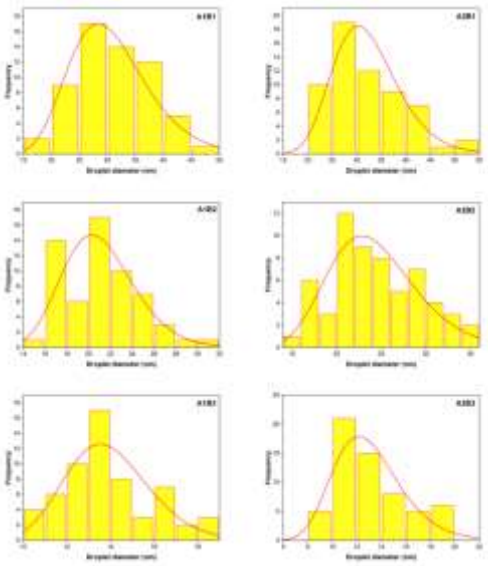


Gambar 4. Pengaruh surfaktan dan jenis DE Maltodextrin pada pH sediaan : (a) Maltodextrin DE 10 ; (b) Maltodextrin DE 19

Uji Ukuran Partikel (Image J)

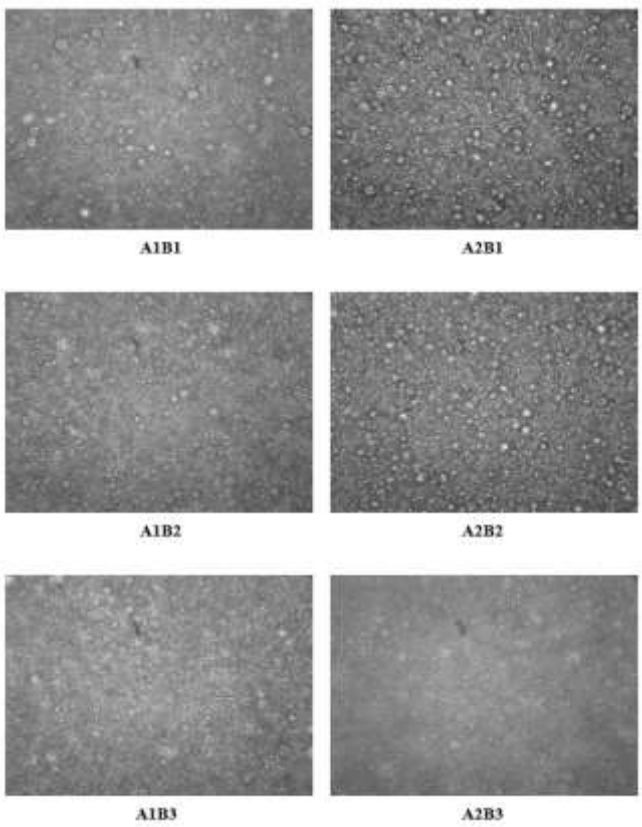
Droplet nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit di ukur menggunakan bantuan software ImageJ. Selama periode penyimpanan, setiap sampel diperiksa dengan mikroskop optik Olympus dengan perbesaran 100x (Gambar 12). Selanjutnya, diameter tetesan dievaluasi untuk menentukan frekuensi ukuran tetesan yang terlihat. Pada pengamatan menunjukkan bahwa sampel dengan A1B2 dan A1B3 menunjukkan ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan dengan sampel dengan A1B1. Hasil ini konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ardana et al., 2026), yang menunjukkan bahwa konsentrasi surfaktan yang lebih tinggi dapat menyebabkan pengurangan ukuran partikel. Namun demikian, sampel A2B2 menunjukkan sedikit ketidakakuratan. Sampel A1B1 dan A2B1 memiliki ukuran partikel yang lebih besar dibandingkan dengan sampel dengan A1B3 dan A2B3. Terjadi dampak yang nyata pada ukuran partikel ketika konsentrasi surfaktan dan DE maltodextrin diubah. Hal ini menunjukkan sifat inklusi maltodextrin yang dapat menghambat penggabungan dan/atau pembesaran tetesan minyak (Yerramilli & Ghosh, 2017).

Studi terakhir menunjukkan bahwa penggunaan maltodextrin dalam pembuatan emulsi menyebabkan pengurangan ukuran partikel. Alasannya adalah maltodextrin memiliki kelarutan minyak yang tinggi, yang dapat menyebabkan turbulensi atau peningkatan pergerakan partikel, serta mengurangi tegangan permukaan minyak (Castro et al., 2020). Kondisi ini memfasilitasi difusi maltodextrin ke dalam partikel minyak, yang mengarah pada pembentukan partikel minyak yang sangat kecil. Hal ini dapat memfasilitasi pembentukan partikel emulsi kecil dengan stabilitas yang lebih baik terhadap pemisahan.



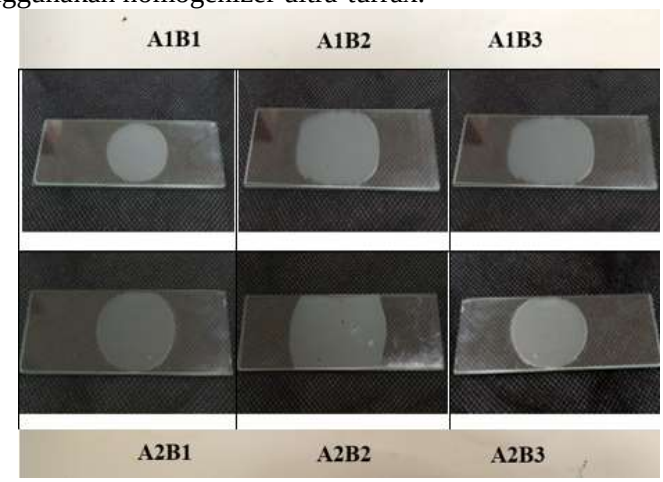
Gambar 5. Pengaruh variasi konsentrasi surfaktan dan nilai DE Maltodextrin pada hasil nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit.

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679



Gambar 6. Tampilan droplet pada semua formulasi

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui merata atau tidaknya pencampuran yang dilakukan pada saat pembuatan nanoemulsi. Adapun pengujian homogenitas dilakukan dengan mengoleskan nanoemulsi pada permukaan kaca objek kemudian kaca objek lain ditempelkan pada kaca yang sudah diolesi nanoemulsi. Hasil dari homogenitas dapat dilihat pada (Novia et al., 2023). Nanoemulsi dapat dikatakan homogen apabila pada susunannya tidak terlihat adanya butiran kasar yang menggumpal sesuai dengan SNI No. 06-2588-1992 (Paramita et al., 2022). Pada gambar terlihat bahwa nanoemulsi MCT minyak inti sawit terdistribusi dengan baik dan tidak ditemukan adanya butiran kasar dari 10 formula dengan variasi waktu dan kecepatan homogenisasi menggunakan homogenizer ultra-turrax.



Gambar 7. Tampilan hasil uji homogenitas

Evaluasi data pengamatan organoleptis nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit formula A1B1 hingga A2B3 dilakukan pada penyimpanan suhu 25°C selama 5 hari dengan pengamatan setiap hari sekali. Hasil pengamatan sediaan yang diamati berupa perubahan warna, bau, dan pemisahan fase dapat dilihat pada Tabel 10.

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Tabel 4. Hasil Uji Organoleptik

Formulasi	Organoleptis								
	Warna					Bau			Pemisahan fase
	0								
A1B1	CS	CS	CS	CS	CS	KH	KH	KH	KH
A1B2	CS	CS	CS	CS	CS	KH	KH	KH	KH
A1B3	CS	CS	CS	CS	CS	KH	KH	KH	KH
A2B1	CS	CS	CS	CS	CS	KH	KH	KH	KH
A2B2	CS	CS	CS	CS	CS	KH	KH	KH	KH
A2B3	CS	CS	CS	CS	CS	KH	KH	KH	KH

Keterangan
CS : Coklat Susu. P: Putih. KH : Khas. + : Terdapat. - : Tidak Terdapat

Masing-masing formula nanoemulsi memiliki tampilan fisik yang berbeda. Tampilan 6 formula nanoemulsi yang ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 8. Organoleptis hasil sediaan nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit.

Berdasarkan Tabel 10 dan Gambar 14 dapat dilihat bahwa pengamatan organoleptis dari nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit selama 5 hari menunjukkan tidak adanya perubahan pada warna dan bau. Akan tetapi menunjukkan perubahan homogenitas atau pemisahan fase. Pada uji warna tidak terjadi perubahan warna signifikan dengan semua berwarna Coklat Susu. Pada uji bau dari nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit tetap bauk has minyak inti kelapa sawit dan tidak mengalami ketengikan. Nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit formula A1B3 dan A2B3 tidak mengalami pemisahan fase, sedangkan A2B2 mengalami sedikit pemisahan fase air pada penyimpanan hari ke-4 dan penyimpanan hari ke-5 pada formulasi A1B1, A1B2, A2B1, dan A2B2, sehingga dapat dikatakan bahwa formula cukup stabil.

Kestabilan formulasi ekstrak dapat di deteksi dalam beberapa hal dengan suatu perubahan dalam penampilan fisik, warna, bau, rasa, dan tekstur dari formulasi tersebut, Umumnya suatu nanoemulsi dianggap tidak stabil secara fisik jika semua atau bagian dari cairan fase dalam tidak teremulsikan dan membentuk suatu lapisan yang berbeda pada permukaan dan dasar nanoemulsi (Gurpreet & Singh, 2018).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada peningkatan konsentrasi surfaktan dan ratio MCT-wall keduanya mempengaruhi perubahan pH, Densitas, Viskositas, dan ukuran droplet nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit. Semakin tinggi konsentrasi surfaktan dan DE Maltodextrin maka semakin turun pula nilai pH namun nilai densitas dan viskositas nya semakin naik. Berdasarkan analisis data uji dari 6 formulasi nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit yang memiliki formula optimal yaitu A2B3 dengan nilai pH sebesar 6,8 , massa jenis sebesar 1.0615, viskositas 41,36 cP , bertipe O/W (minyak dalam air), ukuran droplet 13 nm, homogen dan memiliki kesetabilan yang baik tanpa ada perubahan warna, bau serta pemisahan fasa. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait optimum konsentrasi minyak, maltodextrin, dan rasio surfaktan (Sodium Caseinate dan Lesitin) untuk dapat menghasilkan formulasi nanoemulsi MCT Minyak Inti Sawit lebih lanjut. Selain itu faktor kapasitas alat juga perlu diperhatikan agar pengujian kualitas nanoemulsi dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR REFERENSI

Abast, M. A., Koleangan, H. S. J., & Pontoh, J. (2015). Analisis asam lemak dalam minyak kelapa murni menggunakan derivatisasi katalis basa. *Jurnal MIPA*, *4*(2), 29. https://doi.org/10.35799/jm.5.1.2016.11408

Amalia, R., Harianto, H. H., & Rifin, A. A. (2019). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja perdagangan minyak inti sawit Indonesia di negara importir utama. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, 27*(3), 163–176. https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v27i3.89

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Ardana, C. E., Siswanto, A. P., Yulianto, M. E., Prayoga, A. R. A., Febiyanti, E., & Ariyanto, H. D. (2026). Effect of β-cyclodextrin concentration on the antioxidant stability in an avocado oil emulsion-based system. *Pertanika Journal of Science and Technology, 34*(2), 845–860. https://doi.org/10.47836/pjst.34.2.11

Ariani, L. W., & Wulandari. (2021). Stabilitas fisik nanogel minyak zaitun (*Olea europaeae* L.). *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta, 5*, 101–108.

Ates, A. M., & Bukowski, M. (2022). *Oil crops outlook: April 2022 record soybean planting intentions look to offset declining stocks as exports rise*.

Ben, E. S., Suardi, M., Chazraj, C., & Yulianto, T. (2013). Optimasi nanoemulsi minyak kelapa sawit menggunakan sukrosa monoester. *Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Terkini Sains Farmasi dan Klinik III*.

Cabrera-Trujillo, M. A., Filomena-Ambrosio, A., Quintanilla-Carvajal, M. X., & Sotelo-Díaz, L. I. (2018). Stability of low-fat oil in water emulsions obtained by ultra turrax, rotor-stator and ultrasound homogenization methods. *International Journal of Gastronomy and Food Science, 13*, 58–64. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2018.06.002

Castro, N., Durrieu, V., Raynaud, C., & Rouilly, A. (2020). Twin-screw extrusion encapsulation of MCT-oil in a maltodextrin matrix using compatibilizing biopolymers. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 195*. https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2020.111267

Dyah Ayu Nurismawati, & Priani, S. E. (2021). Kajian formulasi dan karakterisasi self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) sebagai penghantar agen antihiperlipidemia oral. *Jurnal Riset Farmasi, 1*(2), 114–123. https://doi.org/10.29313/jrf.v1i2.455

Gupta, A., Eral, H. B., Hatton, T. A., & Doyle, P. S. (2016). Nanoemulsions: Formation, properties and applications. *Soft Matter, 12*(11), 2826–2841. https://doi.org/10.1039/c5sm02958a

Gurpreet, K., & Singh, S. K. (2018). Review of nanoemulsion formulation and characterization techniques. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences, 80*(5), 781–789.

Halnor, V. V., Pande, V. V., Borawake, D. D., & Nagare, H. S. (2018). Nanoemulsion: A novel platform for drug delivery system. *Journal of Materials Science & Nanotechnology, 6*(1), 104.

Handoyo Sahumena, M., Suryani, S., & Rahmadani, N. (2019). Formulasi self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) asam mefenamat menggunakan VCO dengan kombinasi surfaktan Tween dan Span. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research, 1*(2), 37–46. https://doi.org/10.37311/jsscr.v1i2.2660

Hasibuan, H. A., Siahaan, D., & Sunarya, S. (2012). Kajian karakteristik minyak inti sawit Indonesia dan produk fraksinasinya terkait dengan amandemen standar Codex. *Jurnal Standardisasi, 14*(2), 98. https://doi.org/10.31153/js.v14i2.91

Inda Setiawati, M., Issusilaningtyas, E., & Setiyabudi, L. (2021). Optimasi formula nanoemulsi gel ekstrak buah bakau hitam (*Rhizophora mucronata* Lamk.) dengan variasi gelling agent HPMC, Carbopol 940 dan Viscolam MAC 10. *Jurnal Ilmiah JOPHUS: Journal of Pharmacy UMUS, 2*(2), 50–61. https://doi.org/10.46772/jophus.v2i02.431

Jadhav, H. B., & Annapure, U. S. (2022). Triglycerides of medium-chain fatty acids: A concise review. *Journal of Food Science and Technology*. https://doi.org/10.1007/s13197-022-05499-w

Jaiswal, M., Dudhe, R., & Sharma, P. K. (2015). Nanoemulsion: An advanced mode of drug delivery system. *3 Biotech, 5*(2), 123–127. https://doi.org/10.1007/s13205-014-0214-0

Jusnita, N., & Tridharma, W. S. (2019). Karakterisasi nanoemulsi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.). *Jurnal Sains Farmasi & Klinis, 6*(1), 16–24. https://doi.org/10.25077/jsfk.6.1.16-24.2019

Karouw, S., & Indrawanto, C. (2015). Pengolahan dan peluang pengembangan minyak goreng berbagai jenis kelapa genjah. *Perspektif, 14*(1), 1–13.

Kumar, & Gunda. (2017). Formulation development and evaluation of gastro retentive drug delivery systems: A review. *Journal of Pharmacy Research, 11*(2), 167–178.

Mancini, A., Imperlini, E., Nigro, E., Montagnese, C., Daniele, A., Orrù, S., & Buono, P. (2015). Biological and nutritional properties of palm oil and palmitic acid: Effects on health. *Molecules, 20*(9), 17339–17361. https://doi.org/10.3390/molecules200917339

Matsuura, T., Ogawa, A., Tomabechi, M., Matsushita, R., Gohtani, S., Neoh, T. L., & Yoshii, H. (2015). Effect of dextrose equivalent of maltodextrin on the stability of emulsified coconut-oil in spray-dried powder. *Journal of Food Engineering, 163*, 54–59. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.04.018

Mba, O. I., Dumont, M. J., & Ngadi, M. (2015). Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry—A review. *Food Bioscience, 10*, 26–41. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.01.003

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Novia, S. F., Paramita, V., Hovivah, H., Ariyanto, H. D., Pramudono, B., Masruchin, N., & Yoshii, H. (2023). Optimization of the stability of nano-emulsion medium chain triglycerides (MCT) using α-cyclodextrin. *AgriTECH, 43*(3), 251–258. https://doi.org/10.22146/agritech.69990

Nurhidayati, L. G. (2020). Formulasi dan uji sifat fisik sediaan nanoemulsi natrium diklofenak dengan kombinasi Tween 80 dan Transkutol. *Sainteks, 17*(1), 33–41. https://doi.org/10.30595/sainteks.v17i1.6896

Paramita, V., Hovivah, H., Ariyanto, H. D., Pramudono, B., Yoshii, H., Kusumayanti, H., & Amalia, R. (2022). Effect of α-cyclodextrin and surfactants on stability nanoemulsion system of medium chain triglyceride (MCT). *Materials Today: Proceedings, 63*, S333–S338. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.160

Patel, S. K., Zhang, Y., Pollock, J. A., & Janjic, J. M. (2013). Cyclooxygenase-2 inhibiting perfluoropoly (ethylene glycol) ether theranostic nanoemulsions: In vitro study. *PLoS ONE, 8*(2). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055802

Pathan, I. B., & Mallikarjuna Setty, C. (2012). Nanoemulsion system for transdermal delivery of tamoxifen citrate: Design, characterization, effect of penetration enhancers and in vivo studies. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, 7*(4), 1373–1387.

Rahmawanty, D., Sariah, & Sari, D. I. (2021). Pengaruh penggunaan kombinasi surfaktan nonionik terhadap stabilitas fisik sediaan nanoemulsi minyak ikan haruan (*Channa striata*). *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah, 6*, 1–10.

Sahafi, S. M., Goli, S. A. H., Kadivar, M., Varshosaz, J., & Shirvani, A. (2021). Pomegranate seed oil nanoemulsion enriched by α-tocopherol: The effect of environmental stresses and long-term storage on its physicochemical properties and oxidation stability. *Food Chemistry, 345*, 128759. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128759

San, S. M., Jaturanpinyo, M., & Limwikrant, W. (2022). Effects of wall material on medium-chain triglyceride (MCT) oil microcapsules prepared by spray drying. *Pharmaceutics, 14*(6). https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14061281

Shakeel, F., Shafiq, S., Haq, N., Alanazi, F. K., & Alsarra, I. A. (2012). Nanoemulsions as potential vehicles for transdermal and dermal delivery of hydrophobic compounds: An overview. *Expert Opinion on Drug Delivery, 9*(8), 953–974. https://doi.org/10.1517/17425247.2012.696605

Singh, Y., Meher, J. G., Raval, K., Khan, F. A., Chaurasia, M., Jain, N. K., & Chourasia, M. K. (2017). Nanoemulsion: Concepts, development and applications in drug delivery. *Journal of Controlled Release, 252*, 28–49. https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2017.03.008

Sofwan Sinaga, A. G., & Siahaan, D. (2018). Profil asam lemak jenuh pada produk makanan turunan minyak kelapa sawit di Indonesia. *Talenta Conference Series: Tropical Medicine, 1*(1), 306–312. https://doi.org/10.32734/tm.v1i1.70

Sujadi, S., Hasibuan, H. A., Rahmadi, H. Y., & Purba, A. R. (2016). Komposisi asam lemak dan bilangan iod minyak dari sembilan varietas kelapa sawit DxP komersial di PPKS. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, 24*(1), 1–11. https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v24i1.1

Vishal Rashtriya Shikshan Mandals, P. N. (2018). *Nanoemulsion: A novel platform for drug delivery system enhancement of drug solubility*.

Wang, C., Zhang, X., Zhao, R., Freeman, K., McHenry, M. A., Wang, C., & Guo, M. (2022). Impact of carrier oil on interfacial properties, CBD partition and stability of emulsions formulated by whey protein or whey protein–maltodextrin conjugate. *LWT, 168*, 113933. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113933

Wibisana, A. (2020). Pengaruh penambahan emulgator terhadap stabilitas emulsi santan. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia, 4*(1), 32–38. https://doi.org/10.32493/jitk.v4i1.3878

Xiao, Z., Xia, J., Zhao, Q., Niu, Y., & Zhao, D. (2022). Maltodextrin as wall material for microcapsules: A review. *Carbohydrate Polymers, 298*, 120113. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.120113

Yerramilli, M., & Ghosh, S. (2017). Long-term stability of sodium caseinate-stabilized nanoemulsions. *Journal of Food Science and Technology, 54*(1), 82–92. https://doi.org/10.1007/s13197-016-2438-y

Yılmaz, B., & Ağagündüz, D. (2022). Fractionated palm oils: Emerging roles in the food industry and possible cardiovascular effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62*(7), 1990–1998. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1869694

Yogo Wibowo, T., Handayani, W., Setianto, B. W., et al. (2015). Sintesis trigliserida rantai sedang melalui esterifikasi enzimatis gliserol dan asam laurat dari minyak inti sawit. *Jurnal Teknologi Pertanian, 16*(2), 151–158.

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Yunggo, J., Murhadi, & Hidayati, S. (2016). Pengaruh waktu reaksi etanolisis pada suhu ruang terhadap rendemen dan stabilitas emulsi produk etanolisis palm kernel oil (PKO). *Jurnal Teknologi & Hasil Pertanian, 21*(2), 97–106.