

Perbandingan variasi surfaktan terhadap karakteristik nanoemulsi minyak almond

Comparison of surfactant variations on the characteristics of almond oil nanoemulsions

Istianatus Sunnah^{1*}, Eka Nur Rahmawati², Baiq Elok Arselia³

¹Prodi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Kudus

Jalan Ganesha 1 Purwosari Kudus

^{2,3}Prodi Farmasi, Fakultas Kesehatan, Universitas Ngudi Waluyo

Jalan Diponegoro 186 Gedanganak, Ungaran, Kab. Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

Article Info:

Received: 15-02-2026

Revised: 01-03-2026

Accepted: 30-03-2026

✉ * E-mail: istihizna@yahoo.com

ABSTRACT

Nanoemulsions are preparations composed of oil, surfactants, and water. The physical characteristics of emulsions, particularly particle size, polydispersity index, transmittance percentage, and nanoemulsion stability, are influenced by variations in the surfactant and cosurfactant components used. The use of ionic and nonionic surfactants influences physical characteristics because surfactants and cosurfactants in nanoemulsions function to reduce the interfacial tension of the preparation. This study aims to evaluate the differences in surfactants and cosurfactants in the characteristics of almond oil nanoemulsions, including pH, particle size, polydispersity index, and transmittance percentage. In this study, almond oil was used in the manufacture of 5% nanoemulsion with varying concentrations of Tween 80, Span 80 and PEG 400. The results showed that the nanoemulsion had a pH of 6.4 ± 0.05 - 7.01 ± 0.2 , particle size of 11.66 ± 0.005 - 47.39 ± 0.56 nm, polydispersity index of 0.295-0.502 and percent transmittance reached 99.07-99.47%, which indicates good stability and homogeneity of the formulation. The nanoemulsion had a suitable size below 100 nm, was clear and homogeneously distributed. Variations in surfactant concentrations used did not provide significant differences in pH and percentage transmittance but significantly differed in particle size, polydispersity index and percent transmittance

Keyword : almond oil, nanoemulsions, surfactants, characteristics

ABSTRAK

Nanoemulsi merupakan sediaan yang memiliki komposisi minyak, surfaktan dan air. Karakteristik fisik emulsi terutama ukuran partikel, indeks polidispersi, persentase transmiteman serta stabilitas nanoemulsi dipengaruhi oleh variasi komponen surfaktan serta kosurfaktan yang digunakan. Penggunaan surfaktan ionik dan nonionik berpengaruh terhadap karakteristik fisik karena surfaktan dan kosurfaktan dalam nanoemulsi memiliki fungsi untuk menurunkan tegangan antarmuka sediaan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi perbedaan surfaktan dan kosurfaktan dalam karakteristik nanoemulsi minyak almond meliputi pH, ukuran partikel, indeks polidispersi dan persen transmiteman. Dalam penelitian ini, minyak almond digunakan dalam pembuatan nanoemulsi sebesar 5% dengan variasi konsentrasi Tween 80, Span 80 serta PEG 400. Hasil penelitian menunjukkan nanoemulsi memiliki pH $6,4 \pm 0,05$ - $7,01 \pm 0,2$, ukuran

partikel $11,66 \pm 0,005 - 47,39 \pm 0,56$ nm, indeks polidispersitas 0,295-0,502 dan persen transmitan mencapai 99,07-99,47%, yang mengindikasikan stabilitas dan homogenitas formulasi yang baik. Nanoemulsi memiliki ukuran yang sesuai dibawah 100 nm, jernih dan terdistribusi homogen. Variasi konsentrasi surfaktan yang digunakan tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap pH dan persentase transmitan tetapi berbeda signifikan pada ukuran partikel indeks polidispersi dan persen transmitan.

Kata kunci: minyak almond, nanoemulsi, surfaktan, karakteristik fisik

1. PENDAHULUAN

Pengembangan formulasi nanopartikel dalam sediaan kosmetik marak dilakukan untuk saat ini. Penggunaan nanopartikel, nanoemulsi serta nanopartikel lipid padat memberikan manfaat besar dibandingkan produk kosmetik konvensional. Manfaat yang diperoleh antara lain meningkatkan ketersediaan hayati zat aktif. Salah satunya kosmetik dalam bentuk sediaan nanoemulsi yang diaplikasikan untuk membantu mengatasi permasalahan penghantaran obat secara topikal dalam penyimpanan, kelarutan, stabilitas, penurunan atau hilangnya aktivitas. Nanoemulsi dapat diproduksi menggunakan metode emulsifikasi antara inversi fase dengan menggunakan minyak nabati dengan sorbitan oleat dan minyak jarak. Hasil penelitian Yadwade et al, 2021 (1) menunjukkan komposisi nanoemulsi dapat digunakan sebagai kosmetik pelembap yang memiliki stabilitas tinggi dan iritasi rendah. Nanoemulsi dengan komposisi tokoferol dan gamma-oryzanol memiliki aktivitas antioksidan yang sangat baik dan sifat hidrasi superior dibandingkan dengan pelembap konvensional (1)

Minyak almond memiliki banyak fungsi dalam sediaan kosmetika bertujuan untuk mencegah kulit pecah-pecah, menutrisi, merevitalisasi, melembutkan, melindungi serta menenangkan kulit. Minyak almond juga dapat digunakan sebagai obat yang dapat menenangkan kulit alergi dan luka ringan (2). Minyak almond berguna untuk memperbaiki barier epidermis kulit karena mengandung asam lemak seperti asam oleat, linoleat, triasilgliserol, dan tokoferol (3) (4) (5). Penggunaan minyak nabati tersebut dalam kosmetika sangat menguntungkan, karena memiliki permeabilitas yang tinggi tetapi praktis tidak larut air. Minyak tersebut termasuk dalam kelas II pada sistem *Biopharmaceutical Classification System (BCS)* (6). Perlu adanya metode untuk optimalisasi minyak almond menjadi sediaan kosmetika. Salah satunya dalam bentuk nanoemulsi.

Nanoemulsi merupakan sistem emulsi yang bersifat transparan dan tembus cahaya, dimana minyak dan air distabilkan oleh lapisan surfaktan serta kosurfaktan. Droplet yang dihasilkan dalam ukuran yang sangat kecil, yaitu antara 20 hingga 200 nm. Nanoemulsi sangat ideal untuk digunakan dalam produk kosmetik dibandingkan dengan bahan aktif secara langsung karena memiliki stabilitas yang tinggi, tampilan transparan, serta luas permukaan yang besar dan dapat memperpanjang daya tahan produk. Partikel nanoemulsi yang lebih kecil dapat meningkatkan area permukaan bahan aktif yang terpapar, sehingga mempercepat proses penetrasi dan memperbaiki bioavailabilitas. Surfaktan memiliki pengaruh terhadap pembentukan dan stabilitas

emulsi (7). Komposisi pembuatan nanoemulsi umumnya terdiri minyak, pelarut dan surfaktan yang berguna untuk meningkatkan stabilitas nanoemulsi. Adanya penambahan kosurfaktan akan mampu menurunkan tegangan antarmuka dari fase minyak dan fase air (8). Variasi konsentrasi antara surfaktan dan kosurfaktan dapat berpengaruh terhadap karakteristik fisik. Hasil penelitian Amaria et al, 2016 (9) menjelaskan bahwa surfaktan Tween 80 memiliki aktivitas dalam memperkecil droplet dalam emulsi. Tween 80 yang merupakan surfaktan HLB 15 sebagai surfaktan nonionik dalam emulsi tipe O/W. Span 80 merupakan surfaktan kategori nonionik dengan HLB 5 sehingga dapat digunakan sebagai surfaktan pada emulsi tipe W/O. Kombinasi surfaktan dan kosurfaktan atau yang disebut sebagai smix memiliki peran dalam peningkatan stabilitas dan mutu fisik emulsi (10).

Pembuatan nanoemulsi dapat menggunakan beberapa metode antara lain metode inversi fase, metode pelarut, metode sonifikasi, homogenisasi tekanan tinggi dan metode emulsifikasi spontan. Metode sonikasi merupakan metode paling baik dan murah karena dapat mengubah ukuran partikel dari konvensional menjadi mikroemulsi menggunakan gelombang frekuensi tinggi. Sonikasi cocok untuk digunakan pada pembuatan nanoemulsi skala laboratorium (11). Faktor-faktor yang dapat berpengaruh terhadap penetrasi nanopartikel melalui kulit yaitu ukuran partikel, jalur penetrasi secara intraseluler, interseluler atau transfolikel, koefisien difusi antara sediaan dengan kulit, dimensi partikel, bentuk dan polaritas. Ukuran partikel akan berpengaruh terhadap kemampuan zat aktif menembus kulit. Pemilihan rute penetrasi dan koefisien difusi di kulit akan berpengaruh terhadap jumlah obat yang masuk ke kulit. Untuk itu karakteristik fisik nanoemulsi perlu dievaluasi (12). Evaluasi yang dilakukan berdasarkan penampilan secara visual, berupa bentuk, kejernihan, bau serta warna, bobot jenis, pH, polaritas droplet, stabilitas termodinamik, dispersibilitas, viskositas, ukuran partikel, zeta potensial dan indeks polidispersi (13). Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi penggunaan variasi smix terhadap karakteristik nanoemulsi minyak almond. Perlu adanya inovasi terkait dengan formulasi supaya minyak almond dapat digunakan sebagai produk kosmetika topikal. Komponen utama dalam pembentukan nanoemulsi yaitu minyak, surfaktan dan kosurfaktan. Minyak sebagai fase terdispersi, air sebagai fase pendispers memiliki tegangan antar muka yang berbeda. Adanya surfaktan membantu menurunkan tegangan permukaan antar keduanya dan kosurfaktan membantu surfaktan dalam meningkatkan stabilitas sistem koloid (14).

2. METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan berupa *glassware*, neraca analitik (Ohaus), *ultra turrax* (IKA T25), rak tabung reaksi, alumunium foil, penangas air, viscometer Brook Field DV2T, pH meter, *sentrifuge* (Gemmy 12hole), spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV-1800, *Partikel Size Analyzer* (PSA) (Malvern), dan). Bahan penelitian : minyak biji almond (*Oleum amygdalarum*) (TSbali Official Store), tween 80 (Indrasari), PEG 400 (Indrasari), aquadestilata (Farmasetis MKR), aquadest.

Prosedur

Formulasi nanoemulsi diawali dengan pembuatan smix sesuai dengan tabel 1. Minyak almond yang digunakan sebesar 5% dengan komposisi surfaktan nonionik dan kosurfaktan 40-45 %. Pada formula 1 ditambahkan surfaktan lipofilik (span 80). Surfaktan Tween 80 dan kosurfaktan PEG 400. Pembuatan nanoemulsi diawali dengan pembuatan komponen smix yang terdiri dari surfaktan, kosurfaktan kemudian minyak didispersikan ke dalam smix. Pembuatan menggunakan metoda emulsifikasi spontan dengan bantuan tekanan tinggi. Hasil nanoemulsi diuji karakteristik fisik antara lain organoleptis, pH, ukuran partikel, indeks polidispersi dan persentase transmitten. Variasi komposisi surfaktan (smix) yang digunakan didasarkan pada penelitian Taher et al, 2022 menjelaskan bahwa PEG 400 dapat digunakan sebagai kosurfaktan untuk bahan aktif termasuk BCS kelas II (15). Penelitian Nirmalayanti 2021, menyebutkan bahwa skrining surfaktan dan kosurfaktan yang tepat dalam formulasi nanoemulsi, akan mendapatkan formula optimal basis nanoemulsi. Tween 80 sebagai surfaktan nonionik dikombinasikan dengan kosurfaktan propilenglikol, PEG 400, gliserin, akan menghasilkan karakteristik fisik nanoemulsi (16) .

Tabel 1. Komposisi Nanoemulsi Minyak Almond

Bahan	Konsentrasi (%)		Fungsi
	F1	F2	
Minyak almond	5	5	Fase minyak
Tween 80	35	35	Surfaktan hidrofilik
Span 80	1	-	Surfaktan lipofilik
PEG 400	10	15	kosurfaktan
Aquadest ad	100	100	pelarut

Pengujian Karakteristik Fisik Nanoemulsi Minyak Almond

Nanoemulsi yang terbentuk dilakukan pengujian karakteristik fisik berupa organoleptis, pH, ukuran partikel, indeks polidispersi serta persentase transmitten replikasi 3x (14).

Organoleptis

Nanoemulsi minyak almond yang terbentuk diamati secara visual meliputi bentuk, kejernihan, bau serta warna.

pH

Nanoemulsi diukur pH menggunakan pH meter terkalibrasi. Standar pH memenuhi syarat sediaan topikal antara 4,5-7.

Ukuran partikel dan indeks polidispersitas

Pengujian nanoemulsi menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) dilakukan dengan memasukkan 0,1 mL nanoemulsi dan dilarutkan dalam aquadest ad 10 mL

Persentase transmitten

Sediaan nanoemulsi diambil 0,1 mL dan dilarutkan dalam 10 mL aquadest diukur absorbansi pada panjang gelombang 650 nm. Blanko yang digunakan saat pengujian adalah aquades.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Minyak almond memiliki kandungan asam- asam lemak antara lain asam palmitat, asam oleat, asam miristat, asam linoleat, serta tokoferol, vit B dan vit E. kandungan asam lemak tersebut mampu memberikan kelembutan serta memberikan efek antiinflamasi (4). Meskipun kandungan asam-asam lemak tersebut tidak berpengaruh besar terhadap karakteristik fisik sediaan. Minyak almond perlu diformulasikan dalam bentuk sediaan nanopartikel sehingga akan membantu penetrasi minyak almond masuk ke dalam kulit. Peran surfaktan maupun kosurfaktan sangat penting dalam sediaan emulsi terutama pada nanoemulsi. Pada penelitian ini menggunakan komposisi smix Tween 80, Span 80 dan PEG 400 (10).

Formulasi Nanoemulsi Minyak Almond

Tween 80 (polioksietilen sorbitan oleat) merupakan jenis surfaktan nonionik yang dapat memperkecil ukuran globul dalam sistem emulsi (17). Pada pembuatan nanoemulsi dengan tipe nanostruktur lipid, digunakan surfaktan nonionik seperti Tween, Span, poloksamer atau sorbitol karena tidak menyebabkan terjadinya gangguan struktur kulit pada sediaan dermal atau transdermal. Surfaktan nonionik tidak menyebabkan iritasi (12). Tween merupakan surfaktan yang biokompatibel, aman dan murah. Surfaktan ini juga memiliki keistimewaan ramah lingkungan sehingga dapat digunakan sebagai *green beauty*. Surfaktan ini banyak digunakan dalam kosmetika maupun sediaan farmasi lain karena keuntungan tersebut (7). Kombinasi surfaktan (Tween 80) dan kosurfaktan (PEG 400) akan dapat meningkatkan kestabilan emulsi serta memaksimalkan penetrasi ke dalam kulit. Tween 80 memiliki gugus hidrofilik dan lipofilik dengan nilai HLB 15,0. Berdasarkan nilai HLB pada metode Griffin, Tween 80 termasuk dalam kategori zat pengemulsi tipe O/W (18). Pemilihan tween 80 sebagai surfaktan karena nanoemulsi yang terbentuk memiliki tipe O/W. PEG 400 merupakan surfaktan hidrofilik dengan nilai HLB tinggi, sehingga dikombinasikan dengan Tween 80, maka tipe emulsi yang terbentuk O/W. HLB surfaktan merupakan salah satu strategi dalam upaya meningkatkan kemudahan masuknya zat aktif yang termasuk kategori hidrofobik. Seperti diketahui bahwa struktur kulit memiliki komposisi 5-20% air, maka kemungkinan zat yang sukar larut air (hidrofobik) akan mengalami kendala dalam permeasi pada kulit. Adanya kombinasi kedua surfaktan tersebut maka nanoemulsi minyak almond akan semakin stabil.

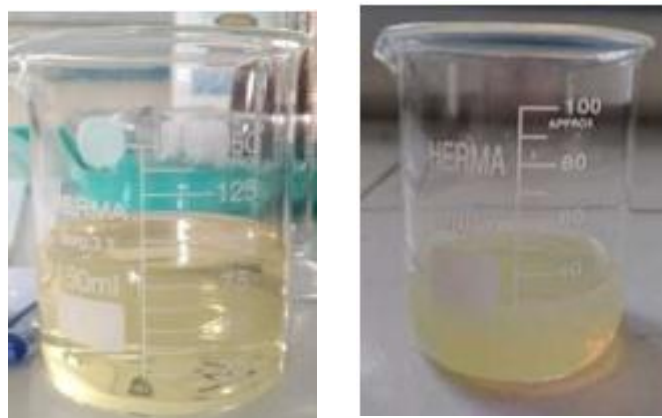
Tween 80 dapat digunakan sebagai penghantaran zat aktif yang memiliki kelarutan rendah sehingga dapat meningkatkan penetrasi serta meningkatkan kelarutan (19). Pada formula 1, surfaktan Tween 80 dikombinasikan dengan surfaktan span 80 (sorbitan oleat) yang termasuk golongan lipofilik. Span 80 sebagai agen pengemulsi tipe W/O akan dapat meningkatkan stabilitas emulsi. PEG 400 digunakan sebagai kosurfaktan, karena bahan ini termasuk dalam polimer hidrofilik yang mampu meningkatkan kestabilan nanoemulsi. PEG 400 merupakan alkohol rantai pendek (13) dapat digunakan untuk meningkatkan solubilitas bahan obat yang termasuk dalam BCS kelas II (15).

Penggunaan Tween 80 sebagai surfaktan dalam nanoemulsi ini, ditinjau dari segi aktivitas pada dermal, sangat menguntungkan karena nanoemulsi minyak almond

digunakan sebagai bahan dasar kosmetik pelembab. Struktur kulit paling luar yaitu stratum korneum memiliki kandungan lemak seperti kolesterol, fosfolipid dan lemak netral. Nanopartikel lipid umumnya diaplikasikan pada kulit bertujuan untuk meningkatkan hidrasi pada kulit, sebagai oklusi, atau emolient pada kulit. Semakin kecil ukuran partikelnya maka akan semakin besar permukaan partikel yang menempel di kulit. Tween 80 memiliki aktivitas untuk meningkatkan permeabilitas membran fosfolipid sehingga terjadi pemecahan senyawa menjadi massa yang memiliki bobot molekul kecil (20). Hasil penelitian Sauto et al, 2022 (12) menyebutkan bahwa massa zat aktif yang memiliki bobot di bawah 500 Da, mampu terpenetrasi masuk ke dalam kulit. Zat aktif yang mengalami pelepasan ke dalam lapisan kulit harus memperhatikan faktor-faktor lipofilisitas, ukuran partikel, bentuk, massa, pKa dan nilai keseimbangan hidrofilik lipofilik (HLB). Adanya permasalahan dalam lipofilisitas dan ukuran partikel, dapat diatasi dengan metode pelepasan obat seperti iontoferesis, elektroporasi, tetapi permasalahan efektivitas biaya yang menyebabkan metode tersebut jarang digunakan. Salah satu metode yang dianggap paling efektif adalah menggunakan pengecilan ukuran partikel dengan nanopartikel (12).

Karakteristik Fisik Nanoemulsi Minyak Almond Organoleptis

Karakteristik fisik nanoemulsi minyak almond yang diuji organoleptis secara visual, ukuran partikel, pH, PDI dan persentase transmisi. Hasil evaluasi karakteristik secara organoleptis, nanoemulasi minyak almond pada kedua formula yang dihasilkan jernih, kekuningan dan bau khas tween. Kejernihan nanoemulsi yang dihasilkan, menunjukkan bahwa formula yang dihasilkan dapat berupa nanoemulsi. Mikroemulsi memiliki karakteristik berbentuk jernih, terbentuk secara spontan dan stabil secara termodinamika sedangkan karakteristik nanoemulsi berpenampilan jernih yang terbentuk kar [A] adanya gaya geser yang lebih tinggi dan stabil secara kinetik (21). Hasil penelitian menunjukkan formula 1 [B] nbar A) lebih jernih dibandingkan dengan formula 2 (gambar B), karena komposisi surfaktan yang digunakan merupakan kombinasi antara surfaktan HLB tinggi (polar) dan surfaktan HLB rendah (lipofilik). Kejernihan nanoemulsi dipengaruhi oleh adanya ukuran partikel nanoemulsi, konsentrasi komposisi formula dan indeks bias (7).



Gambar 1. Organoleptis nanoemulsi formula 1(A) dan formula 2 (B)

Profil hamburan cahaya mempengaruhi kekeruhan (opasitas) nanoemulsi. Hal ini disebabkan adanya pengaruh komposisi, konsentrasi dari nanoemulsi, perbandingan smix yang digunakan yang berimbang pada ukuran partikel dan indeks bias dari droplet. Formula 1 (gambar 1A) memiliki warna yang lebih terang disebabkan karena adanya kromofor yang secara selektif menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Droplet nanoemulsi dapat menghamburkan cahaya secara berbeda pada panjang gelombang yang berbeda. Hasil penelitian ini menunjukkan semakin kecil ukuran droplet nanoemulsi maka akan semakin jernih, dan tidak *opaque*. Semakin besar ukuran partikel nanoemulsi, maka efisiensi hamburan cahaya makin meningkat. Seiring bertambahnya ukuran partikel, efisiensi hamburan cahaya meningkat dan mencapai maksimum ketika dimensi tetesan cukup mirip dengan panjang gelombang cahaya. Alasan inilah maka emulsi cenderung keruh atau buram secara optik tergantung pada konsentrasi tetesan total (22).

pH

Lapisan kulit paling atas yaitu stratum korneum memiliki pH antara 4,5-5,5 sedangkan lapisan di bawah stratum korneum memiliki pH antara 6,8-7,0. Sediaan topikal harus memiliki pH dengan rentang 4,5-7. Penetrasi zat aktif ke dalam stratum korneum dipengaruhi oleh adanya nanoporositas, nilai HLB dan pH (12). Untuk itu, sediaan nanopartikel yang difungsikan untuk dermal atau transdermal perlu dievaluasi pH nya. Ketidaksesuaian pH sediaan dengan pH kulit, akan menyebabkan kulit mudah iritasi, kering, gatal serta sensitif (23).

Adanya kerusakan pada kulit akan berpengaruh terhadap proses penetrasi ke dalam stratum korneum.

Tabel 2. Hasil Karakteristik Fisik Nanoemulsi Minyak Almond

Karakteristik Fisk	F1	F2
pH	6,4±0,05	7,01±0,2
Ukuran partikel	11,66±0,1	47,29±0,4 nm
Indeks polidispersi	0,295±0,1	0,502±0,002
% transmittan	99,469%	99,081±0,01%

Hasil pH pada formula 1 dan formula 2, masuk dalam rentang pH untuk sediaan topikal yaitu 4,5-7. Pada tabel 2, menunjukkan pH antara kedua formula lebih tinggi dibandingkan dengan pH permukaan kulit. pH yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terjadi iritasi ada kulit saat pengaplikasian sediaan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa nanoemulsi yang terbentuk dapat meningkatkan hidrasi pada kulit. Pemeliharaan kondisi pH kulit fisiologis dapat menggunakan formulasi kosmetik yang diaplikasikan secara topikal dapat relevan (23). Berdasarkan hasil analisis, antara surfaktan yang digunakan pada keduanya tidak memiliki perbedaan signifikan terhadap pH ($p > 0,05$).

Ukuran partikel

Formula nanoemulsi memiliki ukuran partikel antara 10-500 nm sedangkan emulsi konvensional memiliki ukuran partikel antara 1-20µm (24). Nanoemulsi dipilih sebagai *drug delivery system* karena memiliki kestabilan tinggi, transparansi optik, pelepasan obat menjadi terkontrol. Semakin kecil ukuran partikel fase terdispersi, maka semakin stabil emulsi, dan semakin lama waktu pengendapannya. Semakin kecil ukuran

partikel, maka semakin luas penampang permukaan yang dapat terserap oleh lemak/minyak (24). Ukuran partikel kedua formula termasuk dalam kategori nanoemulsi (< 50 nm) (14). Hasil ukuran partikel pada formula 1, sebesar $11,66 \pm 0,1$ nm lebih kecil dibandingkan dengan formula 2. Pada formula 1, digunakan 2 kombinasi surfaktan nonionik dengan HLB tinggi (Tween 80) dan HLB rendah (Spaan 80) serta kosurfaktan PEG 400. Hal ini membuktikan bahwa kombinasi 2 surfaktan dengan perbedaan nilai HLB akan dapat memperkecil ukuran partikel droplet pada nanoemulsi (10). Sediaan nanoemulsi dapat melewati sistem penghantaran transdermal apabila memiliki ukuran 10-600 nm (25), sehingga nanoemulsi yang dihasilkan dapat berpenetrasi masuk ke dalam transdermal. Hasil ukuran partikel sejalan dengan hasil organoleptis nanoemulsi. Pada formula 1, secara visual terlihat lebih jernih dibandingkan dengan formula 2. Semakin kecil ukuran partikel, maka semakin jernih sediaan nanoemulsi karena lemahnya kemampuan larutan nanoemulsi untuk menyebarkan cahaya sehingga tampak transparan secara optik. Emulsi konvensional memiliki karakteristik yang keruh karena menyebarkan cahaya secara kuat (25).

Indeks polidispersi

Indeks polidispersi menunjukkan tingkat ketidakseragaman distribusi ukuran partikel dalam nanoemulsi. Indeks polidispersi dibawah 0,2 menunjukkan partikel terdistribusi merata dalam nanoemulsi. Selain itu, ukuran partikel sangat berpengaruh terhadap penetrasi zat aktif di dalam kulit. Individu yang memiliki kulit dalam kondisi sehat, maka zat aktif yang memiliki ukuran partikel 36 nm dapat berpenetrasi masuk ke kulit melalui rute intraseluler yang berpori mengandung air. Apabila ukuran partikel besar antara 10000-210000 nm, akan berpenetrasi ke dalam kulit melalui transfolikel (12).

Ukuran partikel dan indeks polidispersi pada nanoemulsi menunjukkan adanya variasi hamburan cahaya akibat adanya gerak Brown partikel terhadap waktu. Partikel dengan ukuran yang kecil akan bergerak secara cepat dibandingkan dengan partikel berukuran besar. Adanya difraksi sinar oleh partikel di bawah ukuran mikron maka intensitas hamburan cahaya akan cepat. Indeks polidispersi nanoemulsi sangat variatif antara 0-1 (26). Indeks polidispersi nanoemulsi kurang dari 0,05, menunjukkan bahwa droplet sangat monodispersi. Distribusi ukuran partikel nanoemulsi sangat luas apabila nilai indeksnya lebih dari 0,7 (25). Indeks polidispersi pada formula 1 dan 2 menunjukkan bahwa droplet nanoemulsi memiliki ukuran yang seragam (monodispersi) karena berada di bawah 0,7. Semakin kecil nilai PDI, maka partikel nano semakin terdistribusi monodispersi. Sejalan dengan hasil ukuran partikel dan indeks polidispersi, hasil persen transmittan pada F1 lebih besar dibandingkan F2.

Persentase transmittan

Persentase transmittan pada nanoemulsi menggambarkan tingkat kejernihan nanoemulsi. Nilai persentase transmittan yang mendekati 100% bermakna bahwa sediaan nanoemulsi yang dihasilkan akan transparan dan jernih. Hal ini dipengaruhi oleh ukuran partikel dan komponen surfaktan yang menyusun. Semakin kecil ukuran partikel yang terbentuk pada nanoemulsi, maka cahaya yang melewati partikel tersebut akan diteruskan sehingga larutan tampak transparan. Hasil penelitian Sambhakar et al,

2023 (7) menjelaskan bahwa nanoemulsi membentuk larutan yang transparan apabila persen transmitan yang dihasilkan lebih dari 99% (13). Pengaruh surfaktan dalam pembentukan nanoemulsi sangat besar. Komponen surfaktan yang digunakan dalam nanoemulsi semakin besar, maka akan mempercepat proses pembentukan emulsi ketika kontak dengan pelarut. Pada tabel 2 menunjukkan formula 1 menggunakan 3 komponen surfaktan dan menghasilkan ukuran partikel lebih kecil serta persentase transmitan lebih besar dibandingkan dengan formula 2. Penampilan secara organoleptis mendukung kedua karakteristik tersebut (27). Hasil penelitian yang dilakukan sejalan dengan teori yang menyebutkan ukuran partikel nanoemulsi berbanding terbalik dengan kejernihan larutan, persentase transmitan dan indeks polidispersi. Semakin kecil ukuran partikel, semakin kecil indeks polidispersi, akan semakin jernih, semakin besar persentase transmitan dan

KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi surfaktan dan kosurfaktan dapat mempengaruhi bentuk, ukuran, keseragaman partikel nanoemulsi. Perbedaan surfaktan dan kosurfaktan berpengaruh signifikan terhadap ukuran partikel dan indeks polidispersi tetapi tidak berbeda signifikan terhadap pH dan persen transmitan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Yadwade R, Gharpure S, Ankamwar B. Nanotechnology in cosmetics pros and cons. *Nano Express*. 2021;2.
2. Prasetyo A, Hutagaol L, Pramesti GI. Potensi Minyak Almond Sebagai Bahan Baku LIP. *J FARMAMEDIKA (Pharmamedica Journal)*. 2023;8(2):95–102.
3. Tricaesario C, Widayati RI, Oil A. Efektivitas Krim Almond Oil 4 % Terhadap Tingkat Kelembapan Kulit. *J Kedokt Diponegoro*. 2016;5(4):599–610.
4. Lin T, Zhong L, Santiago JL. Anti-Inflammatory and Skin Barrier Repair Effects of Topical Application of Some Plant Oils. *Molecular Sciences* 2018;
5. Poljšak N, Kočevar Glavač N. Vegetable Butters and Oils as Therapeutically and Cosmetically Active Ingredients for Dermal Use: A Review of Clinical Studies. *Front Pharmacol*. 2022;13(April).
6. Bhor KJ, Azeez R, Bairagi VA. Review : Biopharmaceutical Classification System. *Int J Pharmacuetical Sci*. 2024;2(3):350–66.
7. Prieto C, Calvo L. Performance of the Biocompatible Surfactant Tween 80 , for the Formation of Microemulsions Suitable for New Pharmaceutical Processing. *Journal of Applied Chemistry*, 2013;2013.
8. Shabrina A, Khansa ISM. Physical Stability of Sea Buckthorn Oil Nanoemulsion with Tween 80 Variations Stabilitas Fisik Nanoemulsi Minyak Sea Buckthorn dengan Variasi Tween 80 sebagai Surfaktan. *IJPST*,1(1).2022;
9. Amaria EF, Luliana S. Formulasi Sediaan Gummy Candies Ekstrak Herba Pegagan (*Centella asiatica*) menggunakan pektin dari Daun Cincau Hijau (*Cyclea barbata* Miers) Gummy Candies formulation of Pegagan Herba Extract (*Centella asiatica*)

- using pectin from Green Cincau Leaves, *J Mhs Farm Fak Kedokt UNTAN*. 2016;5(1):1–9.
10. Miksusanti, EF A, Bihurinin A. Optimization of Tween 80 and PEG-400 Concentration in Indonesian Virgin Coconut Oil Nanoemulsion as Antibacterial against *Staphylococcus aureus*. *Sains Malaysiana*. 2023;52(4):1259–72.
 11. Shukla P, Singh S. A Complete Review On Nanoemulsion. *Indo Am J Pharm Sci*. 2022;09(01):266–72.
 12. Souto EB, Fangueiro JF, Fernandes AR, Cano A, Sanchez-lopez E, Garcia ML, et al. Physicochemical and biopharmaceutical aspects in influencing skin permeation and role of SLN and NLC for skin drug delivery. *Heliyon*. 2022;8(June 2021).
 13. Sambhakar S, Malik R, Bhatia S, Harrasi A Al, Rani C, Saharan R, et al. Nanoemulsion : An Emerging Novel Technology for Improving the Bioavailability of Drugs. *Scientifica (Cairo)*. 2023;2023.
 14. Anuar N, Kormin F, Abidin N. A review on natural-based active compounds delivery system and its potential in food preservative application A review on natural-based active compounds delivery system and its potential in food preservative application. *Int Conf Biodivers*. 2018;
 15. Taher SS, Al-kinani KK, Hammoudi ZM. Co-surfactant effect of polyethylene glycol on microemulsion using BCS class II model drug. *J Adv Pharm Educ Res*. 2022;12(1):63–9.
 16. Nirmalayanti V. Skrining Berbagai Jenis Surfaktan Dan Kosurfaktan Sebagai Dasar Pemilihan Formulasi Nanoemulsi. *J Ilmu Multidisiplin*. 2021;1:158–66.
 17. Shabrina A, Safitri EI, Fithria RF, Munir M. Chemical qualitative analysis and spf value stability of nutmeg seed oil in microemulsions with tween 80 and PEG 400 as surfactants and cosurfactants. *Pharmaciana*,12(1):106–14. 2022;
 18. Pandey RK. Determination of HLB value by saponification method : A brief review. *Natl J Pharamceutical Sci*. 2021;1(2):23–4.
 19. Alfa N, Imani C, Kusumaningrum M. Performance of Tween 80 as Surfactant for Chitosan Drug Delivery Film. *Chem J Tek Kim*. 2019;6(2):77–81.
 20. Kesumawardhany B, Mita SR, Farmasi F, Padjadjaran U. Review Artikel: Pengaruh Penambahan Tween 80 Sebagai Enhancer Dalam Sediaan Transdermal. *Farmaka*. 2014;14:112–8.
 21. I NB, A NH, Syed-hassan SSA. Nanoemulsion : Formation , Characterization , Properties and Applications- A review *Advanced Materials Research Vol1113*:147–52.. 2015;
 22. Jafari SM, McClements DJ. Nanoemulsions,Formulation,Applications, and Characterization. *Academic Press*, 2018. 13–15 p.
 23. Schulte A, Mehlich A, Doberenz C, Janssens-böcker C. Acidification of the Skin and Maintenance of the Physiological Skin pH Value by Buffered Skin Care Products Formulated around pH 4. *J Cosmet Dermatological Sci Appl*. 2021;11:44–57.
 24. Dasgupta N, Ranjan S. *An Introduction to Food Grade Nanoemulsions*. Springer; 2018.

25. Danaei M, Dehghankhold M, Ataei S, Davarani FH, Javanmard R, Dokhani A, et al. Impact of Particle Size and Polydispersity Index on the Clinical Applications of Lipidic Nanocarrier Systems. *Pharmaceuticals*. 2018;10(57):1–17.
26. Gurpreet K, Singh K. Review of Nanoemulsion Formulation and Characterization Techniques. *Indian J Pharm Sci*. 2018;80(May 2017):781–9.
27. Abdulbaqi MR, Albadri AA, Abdulelah FM. Technology Nanoemulsion Preparation , Identification and Evaluation Review. *J Glob Pharma Technol*. 2019;11(07):198–206.