



Pengaruh Variasi Tween 80 dan Propilen Glikol terhadap Karakteristik Nanoemulsi Lotion Daun Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.)

Riska Amelia¹, Danang Raharjo^{2*}, Bangkit Riska Permata^{3*}

¹⁻³Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Duta Bangsa Surakarta, Indonesia

*Penulis Korespondensi: danang_raharjo@udb.ac.id

Abstract. Exposure to ultraviolet radiation and environmental pollution triggers an increase in free radicals in the skin, leading to oxidative stress and premature aging. Purple sweet potato leaves (*Ipomoea batatas* L.) contain high antioxidant compounds such as anthocyanins and flavonoids; however, conventional topical applications face stability and penetration challenges. Nanoemulsions serve as a solution to enhance the penetration and stability of active compounds. This study aimed to analyze the effect of Tween 80 and propylene glycol variations on the characteristics of nanoemulsion lotion from purple sweet potato leaves. This laboratory experimental research employed a completely randomized design (CRD) using five formulas with varying concentrations of Tween 80 (30-35%) and propylene glycol (5-15%). The extract was obtained through maceration using 96% ethanol and formulated into a nanoemulsion lotion using a high-speed homogenization method. Evaluations included organoleptic, homogeneity, pH, viscosity, spreadability, adhesion, particle size, and polydispersity index (PDI) tests. The results showed that all formulas produced semisolid, homogeneous preparations with pH of 5.21-6.31, viscosity of 2,063-3,075 cPs, spreadability of 6.17-7.88 cm, and adhesion of 4.63-5.96 seconds. Formula F4 (Tween 80:propylene glycol 55:15) exhibited the best characteristics with the smallest particle size of 128.54 nm and PDI of 0.187. Variations in Tween 80 and propylene glycol significantly influenced the characteristics of the nanoemulsion lotion. Formula F4 is recommended as the optimal formulation for developing nanoemulsion lotions based on purple sweet potato leaves.

Keywords: Characterization_Test; *Ipomoea Batatas*; Nanoemulsion_Lotion; Propylene Glycol; Tween 80.

Abstrak. Paparan radiasi ultraviolet dan polusi lingkungan memicu peningkatan radikal bebas pada kulit yang menyebabkan stres oksidatif dan penuaan dini. Daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) mengandung senyawa antioksidan tinggi seperti antosianin dan flavonoid, namun aplikasi topikal konvensional memiliki kendala stabilitas dan penetrasi. Nanoemulsi hadir sebagai solusi untuk meningkatkan penetrasi dan stabilitas senyawa aktif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi Tween 80 dan propilen glikol terhadap karakteristik nanoemulsi lotion daun ubi jalar ungu. Penelitian eksperimental laboratorium dengan rancangan *completely randomized design* (CRD) menggunakan lima formula dengan variasi konsentrasi Tween 80 (30-35%) dan propilen glikol (5-15%). Ekstrak diperoleh melalui metode maserasi menggunakan etanol 96%, kemudian diformulasi menjadi nanoemulsi lotion menggunakan metode homogenisasi berkecepatan tinggi. Evaluasi meliputi uji organoleptis, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, ukuran partikel, dan indeks polidispersitas (PDI). Hasil penelitian menunjukkan seluruh formula menghasilkan sediaan semisolid, homogen, dengan pH 5,21-6,31, viskositas 2.063-3.075 cPs, daya sebar 6,17-7,88 cm, dan daya lekat 4,63-5,96 detik. Formula F4 (Tween 80:propilen glikol 55:15) memberikan karakteristik terbaik dengan ukuran partikel terkecil 128,54 nm dan PDI 0,187. Variasi Tween 80 dan propilen glikol berpengaruh signifikan terhadap karakteristik nanoemulsi lotion. Formula F4 direkomendasikan sebagai formula optimal untuk pengembangan sediaan nanoemulsi lotion berbasis daun ubi jalar ungu.

Kata kunci: *Ipomoea Batatas*; Nanoemulsi_Lotion; Propilen_Glikol; Tween 80; Uji_Karakterisasi.

1. LATAR BELAKANG

Paparan radiasi ultraviolet (UV) dan polusi lingkungan secara terus-menerus memicu pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS) pada kulit, yang berdampak pada stres oksidatif, penuaan dini, hingga hiperpigmentasi. Penggunaan antioksidan topikal menjadi langkah penting untuk mencegah kerusakan seluler tersebut. Daun ubi jalar ungu diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder spesifik yang terbukti memiliki aktivitas penangkap radikal bebas sangat tinggi. Senyawa aktif utama dalam daun ubi jalar ungu didominasi oleh

golongan antosianin terasilasi seperti sianidin-3-sophorosida-5-glukosida dan peonidin-3-sophorosida-5-glukosida, asam fenolat spesifik berupa asam 3,5-dikafeoilkuinat serta asam klorogenat, dan senyawa flavonoid golongan kuersetin serta kaempferol (Deliaz *et al.*, 2025; Sembiring *et al.*, 2020). Namun, aplikasi topikal konvensional dari ekstrak ini sering kali terkendala oleh sensitivitas antosianin terhadap degradasi lingkungan serta terbatasnya penetrasi molekul fenolik menembus stratum korneum yang bersifat lipofilik (Kusuma *et al.*, 2022).

Sistem nanoemulsi hadir sebagai strategi efektif untuk mengatasi hambatan penetrasi dan stabilitas tersebut. Berukuran droplet 10-200 nm, nanoemulsi menawarkan luas permukaan yang besar, stabilitas kinetik yang tinggi, serta kemampuan memproteksi senyawa aktif dari degradasi kimia sekaligus memfasilitasi penetrasi pasif hingga ke lapisan kulit dalam (Gupta *et al.*, 2023; McClements, 2021). Ketika diderivatisasi ke dalam bentuk lotion, nanoemulsi memberikan kenyamanan penggunaan (*feel effect*) yang baik dan daya lembap yang optimal (Riyanto *et al.*, 2021). Pembentukan sistem nanoemulsi yang stabil sangat bergantung pada kombinasi surfaktan dan kosurfaktan. Tween 80 sebagai surfaktan hidrofilik efektif menurunkan tegangan antarmuka (Rowe *et al.*, 2020), sedangkan propilen glikol bertindak sebagai kosurfaktan yang menembus lapisan monolayer surfaktan untuk meningkatkan kelenturan ikatan interfisial dan mencegah koalesensi droplet (Nirmalayanti *et al.*, 2021; Sari & Aini, 2024).

Meskipun formulasi ekstrak ubi jalar ungu dalam sediaan topikal konvensional telah banyak dipelajari (Deliaz *et al.*, 2025), studi mengenai pengaruh variasi kombinasi spesifik antara Tween 80 dan propilen glikol terhadap karakteristik nanoemulsi lotion daun ubi jalar ungu masih sangat terbatas. Rasio surfaktan dan kosurfaktan yang tidak proporsional berisiko memicu destabilisasi fisik seperti creaming, pemisahan fase, hingga pembengkakan ukuran droplet di luar skala nano (Wardani & Rahmawati, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi Tween 80 dan propilen glikol terhadap karakteristik fisikokimia dan mutu sediaan nanoemulsi lotion ekstrak daun ubi jalar ungu. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi rasio pembawa yang ideal untuk menghasilkan sediaan kosmeseutikal herbal yang stabil dan efisien.

2. KAJIAN TEORITIS

Daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu bahan alam potensial yang kaya akan metabolit sekunder beraktivitas antioksidan tinggi. Kandungan senyawa bioaktif utama dalam daun ubi jalar ungu didominasi oleh golongan antosianin terasilasi, seperti sianidin-3-sophorosida-5-glukosida dan peonidin-3-sophorosida-5-glukosida, asam fenolat spesifik berupa asam 3,5-dikafeoilkuinat dan asam klorogenat, serta flavonoid golongan kuersetin (Deliaz *et al.*, 2025; Sembiring *et al.*, 2020). Senyawa-senyawa fenolik ini bekerja meredam radikal bebas (ROS scavenger) melalui mekanisme donor atom hidrogen untuk mencegah stres oksidatif pada sel kulit. Namun, pemanfaatan ekstrak daun ubi jalar ungu dalam sediaan topikal konvensional sering menghadapi kendala stabilitas. Antosianin dan asam fenolat sangat rentan mengalami degradasi kimiawi akibat paparan suhu, pH, dan cahaya, serta memiliki hambatan penetrasi menembus stratum korneum kulit yang bersifat lipofilik karena sifat kepolaran molekulnya (Kusuma *et al.*, 2022).

Pengembangan sistem penghantaran berbasis nanoemulsi menjadi solusi teknologis yang efektif untuk mengatasi hambatan penetrasi dan stabilitas senyawa aktif tersebut. Nanoemulsi merupakan sistem dispersi minyak dan air yang bersifat isotropik dan jernih secara optis, dengan ukuran droplet berkisar antara 10-200 nm (Gupta *et al.*, 2023). Dalam sediaan topikal seperti lotion, nanoemulsi memiliki luas permukaan spesifik yang besar sehingga mampu meningkatkan penetrasi pasif molekul kuersetin dan asam klorogenat menembus matriks lipid stratum korneum tanpa merusak struktur seluler kulit (McClements, 2021). Selain memproteger inti antosianin dari reaksi oksidasi, pembawa nanoemulsi dalam bentuk lotion juga memberikan efektivitas sensorik yang baik, seperti tekstur tidak lengket, kemampuan meresap yang cepat, serta retensi kelembapan kulit yang lebih optimal (Riyanto *et al.*, 2021).

Keberhasilan pembentukan dan stabilitas termodinamika sistem nanoemulsi sangat ditentukan oleh aksi kolaboratif antara surfaktan dan kosurfaktan dalam menurunkan tegangan antarmuka minyak-air. Tween 80 (Polysorbate 80) merupakan surfaktan non-ionik hidrofilik dengan nilai Hydrophilic-Lipophilic Balance (HLB) tinggi sebesar 15,0 yang efektif membentuk lapisan film pelindung di sekeliling droplet minyak serta meminimalisir iritasi kulit (Rowe *et al.*, 2020). Namun, penggunaan Tween 80 secara tunggal sering kali menghasilkan lapisan antarmuka yang agak kaku. Oleh karena itu, penambahan kosurfaktan seperti propilen glikol diperlukan untuk menyelip di antara molekul-molekul Tween 80 pada lapisan monolayer. Interaksi ini meningkatkan fleksibilitas lapisan antarmuka, menurunkan energi bebas sistem, serta mencegah munculnya fenomena destabilisasi fisik seperti koalesensi, flokulasi, maupun pemisahan fase (creaming) (Nirmalayanti *et al.*, 2021; Sari & Aini, 2024).

Kualitas dan keberhasilan sediaan nanoemulsi lotion diukur melalui serangkaian parameter karakteristik fisikokimia yang saling berhubungan. Ukuran droplet di bawah 200 nm serta Indeks Polidispersitas (PDI) kurang dari 0,3 menandakan sistem dispersi yang monodispers dan homogen (Gupta *et al.*, 2023). Selain ukuran partikel, viskositas dan sifat alir sediaan memengaruhi daya tuang dan kenyamanan saat dioleskan, yang berbanding lurus dengan daya sebar serta daya lekat sediaan pada permukaan kulit (Wardani & Rahmawati, 2023). Seluruh parameter fisik ini juga harus diimbangi dengan derajat keasaman (pH) sediaan yang berada pada rentang fisiologis kulit manusia, yaitu 4,5–6,5, guna memastikan sediaan nanoemulsi lotion yang dihasilkan bersifat aman, tidak mengiritasi, dan stabil selama penyimpanan (Riyanto *et al.*, 2021). Kombinasi Tween 80 dan propilen glikol terbukti mempengaruhi karakteristik nanoemulsi secara signifikan, di mana Tween 80 cenderung meningkatkan nilai pH dan viskositas, sedangkan propilen glikol dapat menurunkan viskositas, dan interaksi keduanya mempengaruhi nilai pH, transmitan, dan viskositas sediaan. Rasio surfaktan terhadap kosurfaktan yang tepat sangat menentukan ukuran droplet, stabilitas, dan karakteristik akhir nanoemulsi yang dihasilkan (Musakhanian *et al.*, 2025)

3. METODE PENELITIAN

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan rancangan completely randomized design (CRD) untuk mengetahui pengaruh variasi perbandingan Tween 80 dan propilen glikol terhadap karakteristik nanoemulsi lotion daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.). Variasi konsentrasi Tween 80 dan propilen glikol digunakan sebagai variabel bebas, sedangkan karakteristik nanoemulsi lotion berupa organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, ukuran partikel, dan *polydispersity index* (PDI).

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ultrasonic homogenizer (Hielscher UP200Ht), Particle Size Analyzer (PSA) (Horiba SZ-100V2), zeta potential analyzer (Malvern Zetasizer Nano ZS), viskometer Brookfield (NDJ-8S), pH meter digital (Ohaus Starter 3100), rotary evaporator (IKA RV 10), neraca analitik (Ohaus Px244), magnetic stirrer (IKA C-MAG HS 7), vortex mixer (Thermo Scientific Maxi Mix II), dan waterbath (Memmert). Bahan-bahan yang digunakan adalah daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.), etanol 96% (teknis), Tween 80, propilen glikol, VCO, aquades, asam stearat, setil alkohol, gliserin, dan metil paraben dengan spesifikasi dengan grade farmasi.

Pembuatan Ekstrak Daun Ubi Jalar Ungu

Simplisia daun ubi jalar ungu dihaluskan menjadi serbuk dan diayak dengan ayakan nomor 40. Sebanyak 1000 g serbuk simplisia diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96% perbandingan 1:5 (b/v) selama 72 jam pada suhu ruang terlindung cahaya dengan pengadukan sesekali. Filtrat dipisahkan dari ampas menggunakan kertas saring Whatman nomor 42, kemudian ampas diremaserasi sebanyak 2 kali dengan pelarut baru selama masing-masing 24 jam. Seluruh filtrat digabungkan dan dipekatkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 40 - 50°C hingga diperoleh ekstrak kental, kemudian diuapkan kembali di atas waterbath pada suhu 40°C hingga bobot konstan. Ekstrak kental yang diperoleh disimpan dalam wadah tertutup rapat pada suhu 4°C.

Formulasi Nanoemulsi Lotion

Formulasi dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi Tween 80 dan propilen glikol, sedangkan komponen formula lainnya dibuat tetap. Contoh rancangan formula dapat dibuat sebagai berikut:

Tabel 1. Formulasi Nanoemulsi Daun Ubi Jalar Ungu.

Bahan	Fungsi	F1	F2	F3	F4	F5
Ekstrak daun ubi jalar ungu	Zat aktif	5	5	5	5	5
VCO	Fase minyak	5	5	5	5	5
Tween 80	Surfaktan	32,5	35	31,25	30	33,75
Propilen glikol	Kosurfaktan	10	5	12,5	15	7,5
Trietanolamin	Alkalizing agent	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Carbopol 940	Pengental	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Metil paraben	Pengawet	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Propil paraben	Pengawet	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Span 80	Surfaktan	5	5	5	5	5
Aquadest	Fase air	ad 100	ad 100	ad 100	ad 100	ad 100

Pembuatan nanoemulsi lotion diawali dengan mengimbangkan Carbopol 940 dalam akuades hangat hingga membentuk gel jernih. Fase minyak (VCO, Span 80, dan propil paraben) serta fase air (Tween 80, propilen glikol, metil paraben, dan akuades) masing-masing dicampur dan dipanaskan terpisah pada suhu 60 - 70°C. Fase minyak kemudian dituangkan ke dalam fase air sambil diaduk hingga terbentuk emulsi awal, dilanjutkan dengan homogenisasi menggunakan *high-speed homogenizer* (10.000 rpm, 20 menit) hingga dihasilkan sistem nanoemulsi yang jernih. Setelah sistem mendingin, ekstrak daun ubi jalar ungu dimasukkan dan diaduk hingga terdispersi merata. Selanjutnya, massa gel Carbopol 940 dicampurkan ke dalam sistem, lalu ditambahkan trietanolamin (TEA) untuk menetralkan pH gel sehingga

terbentuk sediaan nanoemulsi lotion yang viskos, homogen, dan lembut (Wardani & Rahmawati, 2023).

Evaluasi Mutu Fisik Nanoemulsi Lotion

Uji Organoleptis

Pemeriksaan dilakukan secara visual meliputi pengamatan bentuk sediaan, warna, tekstur, dan aroma lotion untuk memastikan konsistensi sediaan yang dihasilkan.

Uji Homogenitas

Sediaan dioleskan secukupnya pada plat kaca transparan (*object glass*), kemudian diamati secara visual. Sediaan dinyatakan homogen jika memiliki struktur yang rata dan tidak memperlihatkan adanya butiran atau partikel kasar.

Pengukuran pH

Pengukuran dilakukan menggunakan pH meter digital yang telah dikalibrasi dengan larutan dapar standar (pH 4,0 dan 7,0). Elektroda dicelupkan ke dalam sediaan lotion hingga menunjukkan angka yang stabil. Nilai pH sediaan wajib berada pada rentang fisiologis kulit, yaitu 4,5 - 6,5.

Uji Viskositas

Viskositas sediaan diukur menggunakan viskometer Brookfield merek NDJ-8S dengan spindel nomor 4 pada kecepatan putar 12 rpm. Pengukuran dilakukan pada suhu 25°C. Nilai viskositas yang ideal untuk sediaan lotion adalah antara 2.000 - 50.000 cPs.

Uji Daya Sebar

Sebanyak 0,5gram sediaan diletakkan di tengah plat kaca berskala. Kaca penutup diletakkan di atasnya dan didiamkan selama 1 menit, lalu diameter penyebaran diukur. Pembebanan bertahap (50, 100, hingga 500 gram) ditambahkan setiap 1 menit, dan diameter penyebaran akhir dicatat.

Uji Daya Lekat

Sebanyak 0,25 gram sediaan dioleskan di atas plat kaca uji, kemudian ditutup dengan plat kaca lain dan diberi beban 500 gram selama 5 menit. Beban diangkat, lalu kedua plat dipasang pada alat uji daya lekat dan diberi beban pelepasan. Waktu yang dibutuhkan hingga kedua plat kaca terpisah dicatat.

Ukuran Droplet dan Indeks Polidispersitas (PDI)

Pengukuran ukuran partikel dan indeks polidispersitas (PDI) dilakukan menggunakan Particle Size Analyzer (PSA) menggunakan metode *Dynamic Light Scattering* (DLS). Sampel nanoemulsi diencerkan dengan aquades hingga konsentrasi yang sesuai, kemudian dimasukkan ke dalam kuvet dan diukur. Ukuran partikel nanoemulsi yang baik berada pada rentang 20 -

200 nm dengan nilai PDI <0,5 yang menunjukkan distribusi ukuran partikel yang seragam (monodispersi) (Gupta *et al.*, 2023; Nirmalayanti *et al.*, 2021).

Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis secara statistik menggunakan *One-Way Analysis of Variance* (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) menggunakan software SPSS untuk mengetahui perbedaan signifikan antar formula. Jika terdapat perbedaan signifikan, dilanjutkan dengan uji *post-hoc Tukey HSD* untuk mengetahui kelompok formula mana yang berbeda secara signifikan. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dalam rata-rata $\pm$ SD serta diinterpretasikan secara deskriptif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Karakterisasi dan Evaluasi Sediaan Nanoemulsi Lotion Daun Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.).

Formula	Organoleptis	Homogenitas	pH	Viskositas (cPs)	Daya Sebar (cm)	Daya Lekat (detik)	Ukuran Partikel (nm)	PDI
F1	Coklat muda, khas lemah, semisolid	Homogen	5,31 $\pm$ 0,04 ^a	3.075,33 $\pm$ 6,43 ^b	6,55 $\pm$ 0,15 ^a	5,61 $\pm$ 0,15 ^b	185,43 $\pm$ 4,21 ^c	0,284 $\pm$ 0,018 ^c
F2	Coklat kekuningan, khas lemah, semisolid	Homogen	6,10 $\pm$ 0,04 ^c	2.169,00 $\pm$ 4,00 ^a	6,17 $\pm$ 0,15 ^a	4,63 $\pm$ 0,14 ^a	162,37 $\pm$ 3,85 ^d	0,251 $\pm$ 0,015 ^b
F3	Coklat tua, khas lemah, semisolid	Homogen	5,58 $\pm$ 0,04 ^b	3.065,00 $\pm$ 4,00 ^b	7,88 $\pm$ 0,16 ^b	5,23 $\pm$ 0,15 ^b	143,26 $\pm$ 3,17 ^b	0,219 $\pm$ 0,012 ^a
F4	Coklat tua, khas lemah, semisolid	Homogen	6,31 $\pm$ 0,04 ^d	2.063,00 $\pm$ 7,81 ^a	7,82 $\pm$ 0,16 ^b	4,78 $\pm$ 0,15 ^a	128,54 $\pm$ 2,96 ^a	0,187 $\pm$ 0,010 ^a
F5	Coklat kekuningan, khas lemah, semisolid	Homogen	5,21 $\pm$ 0,04 ^a	3.057,00 $\pm$ 23,64 ^b	7,69 $\pm$ 0,15 ^b	5,96 $\pm$ 0,15 ^b	151,72 $\pm$ 3,43 ^c	0,231 $\pm$ 0,014 ^{ab}

Keterangan: Data kuantitatif disajikan sebagai rata-rata $\pm$ standar deviasi (SD) (n = 3). Nilai yang diikuti superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji Tukey HSD ($p < 0,05$).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi perbandingan Tween 80 dan propilen glikol terhadap karakteristik nanoemulsi lotion daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.). Nanoemulsi merupakan sistem dispersi dua fase cairan yang tidak saling bercampur, seperti minyak dan air, dengan ukuran droplet sangat kecil 20 - 200 nm dan distabilkan oleh surfaktan serta kosurfaktan (Suzetti, 2023). Keunggulan sistem nanoemulsi meliputi peningkatan kelarutan senyawa lipofilik, kestabilan fisik yang baik, tampilan yang jernih, serta

kemampuan meningkatkan bioavailabilitas zat aktif (Ibrahim *et al.*, 2026). Evaluasi yang dilakukan meliputi uji organoleptis, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, ukuran partikel, dan indeks polidispersitas (PDI) dengan lima formula berbeda (F1-F5). Hasil karakterisasi disajikan pada Tabel 2.

Organoleptis dan Homogenitas

Berdasarkan Tabel 2, seluruh formula menunjukkan bahwa seluruh formula (F1-F5) menghasilkan sediaan dengan tekstur semisolid dan berbau khas ekstrak daun ubi jalar ungu yang lemah. Perbedaan warna teramati pada masing-masing formula, di mana F1 berwarna coklat muda, F2 dan F5 berwarna coklat kekuningan, sedangkan F3 dan F4 berwarna coklat tua. Perbedaan warna ini diduga dipengaruhi oleh variasi konsentrasi Tween 80 sebagai surfaktan yang mempengaruhi tingkat dispersi ekstrak dalam sistem nanoemulsi. Daun ubi jalar ungu diketahui mengandung senyawa flavonoid dan antosianin yang memberikan warna khas, dengan kadar flavonoid total yang cukup tinggi pada ekstrak daun (Dipahayu & Kusumo, 2024). Hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa seluruh formula menghasilkan sediaan yang homogen, yang mengindikasikan bahwa kombinasi Tween 80 dan propilen glikol mampu mendistribusikan ekstrak secara merata ke seluruh bagian sediaan. Hal ini sejalan dengan penelitian Rastuti *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa kombinasi Tween 80 dan propilen glikol sebagai Smix dapat membantu menurunkan tegangan permukaan antara fase minyak dan fase air serta meningkatkan misibilitas yang terlarut dan berdifusi merata ke seluruh bagian sediaan.

Uji pH

Hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa seluruh formula berada pada rentang 5,21 - 6,31 dengan nilai tertinggi pada F4 (6,31) dan terendah pada F5 (5,21). Hasil uji Tukey HSD menunjukkan bahwa semua formula menunjukkan perbedaan pH yang signifikan ($p < 0,05$) kecuali F1 vs F5 yang tidak berbeda signifikan. Rentang pH ini masih termasuk dalam kriteria pH sediaan topikal yang baik, yaitu 4,5 - 6,5, yang sesuai dengan pH kulit. Nilai pH yang mendekati pH kulit penting untuk menghindari iritasi dan menjaga kestabilan sediaan (Pratama, 2021). Penelitian pada formulasi nanoemulsi dengan kombinasi surfaktan sejenis juga melaporkan nilai pH yang serupa, yaitu pada rentang yang sesuai dengan persyaratan sediaan topikal (Rahmanisa, 2024). Variasi pH antar formula dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi Tween 80 dan propilen glikol. Penelitian pada nanoemulgel ketoprofen menunjukkan bahwa pH sediaan dapat dipengaruhi oleh komposisi Tween 80-propilen glikol sebagai campuran surfaktan dan fase air dalam sistem nanoemulsi (Suzetti, 2023). Peningkatan konsentrasi Tween 80 cenderung meningkatkan nilai pH karena sifat surfaktan nonionik yang

memiliki gugus hidrofilik dapat mempengaruhi keseimbangan ionik dalam sistem (Rosada, 2016). Propilen glikol sebagai kosurfaktan juga dapat mempengaruhi pH karena sifatnya yang dapat berinteraksi dengan molekul air dan mempengaruhi dissosiasi ion dalam sistem (Jaslina *et al.*, 2020).

Viskositas

Hasil pengukuran viskositas menunjukkan nilai yang bervariasi antar formula, dengan F1 memiliki viskositas tertinggi (3.075,33 cPs) dan F4 terendah (2.063,00 cPs). Hasil uji Tukey HSD menunjukkan bahwa F1, F3, dan F5 (kelompok dengan viskositas tinggi) tidak berbeda signifikan satu sama lain, sedangkan F2 dan F4 (viskositas rendah) berbeda signifikan dari kelompok lainnya. Viskositas yang lebih tinggi pada F1, F3, dan F5 berkorelasi dengan konsentrasi Tween 80 yang lebih tinggi pada formula tersebut. Hal ini sesuai dengan penelitian pada nanoemulsi ekstrak cabe jawa yang menunjukkan bahwa semakin banyak Tween 80 yang digunakan, maka viskositas sediaan akan semakin meningkat (Pratama, 2021). Peningkatan viskositas disebabkan oleh kemampuan Tween 80 dalam membentuk ikatan antar fase yang lebih kuat sehingga resistensi aliran menjadi lebih besar (Jaslina *et al.*, 2020). Selain itu, variasi Tween 80 dan propilen glikol dapat memengaruhi struktur internal sistem. Surfaktan dapat memengaruhi interaksi antarmuka minyak-air, sedangkan kosurfaktan dapat memodifikasi fleksibilitas lapisan antarmuka. Oleh karena itu, perubahan komposisi kedua bahan tersebut dapat memberikan perubahan terhadap sifat reologi sistem (Iskandar *et al.*, 2024).

Penelitian pada nanoemulsi minyak sawit merah menggunakan kombinasi Tween 80 dan propilen glikol melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi surfaktan dapat meningkatkan viskositas sistem karena terbentuknya struktur antarmuka yang lebih rapat dan kompleks (Suzetti, 2023). Nilai viskositas yang diperoleh pada penelitian ini (2.063–3.075 cPs) masih berada dalam rentang yang baik untuk sediaan lotion, mengingat nanoemulsi ideal memiliki viskositas dalam rentang 10–2000 cPs namun dapat bervariasi tergantung pada komposisi dan tujuan penggunaan (Ibrahim *et al.*, 2026)

Daya Sebar

Hasil uji daya sebar menunjukkan bahwa F3 memiliki daya sebar terbaik (7,88 cm), diikuti F4 (7,82 cm) dan F5 (7,69 cm), sedangkan F2 memiliki daya sebar terkecil (6,17 cm). Hasil uji Tukey HSD menunjukkan bahwa F3, F4, dan F5 tidak berbeda signifikan (kelompok daya sebar terbaik), F1 berbeda signifikan dari semua formula, dan F2 memiliki daya sebar paling rendah yang berbeda signifikan dari semua formula. Daya sebar yang baik pada F3, F4, dan F5 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi Tween 80 (50–60%) mampu meningkatkan kemampuan sediaan untuk menyebar pada permukaan kulit. Hal ini disebabkan

oleh sifat hidrofilik Tween 80 yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasinya, sehingga sediaan lebih mudah menyebar.

Penelitian pada nanoemulgel ketoprofen melaporkan daya sebar sebesar $33,54 \pm 0,84 \text{ cm}^2$ dengan penggunaan CMC-Na sebagai thickening agent (Suzetti, 2023). Penelitian pada liposom krim ekstrak daun ubi jalar ungu melaporkan bahwa perubahan daya sebar terjadi selama penyimpanan, yang mengindikasikan bahwa stabilitas fisik sediaan perlu dievaluasi secara berkala (Sugindro & Anjeliani, 2025). Daya sebar yang baik sangat penting untuk memastikan zat aktif dapat terdistribusi secara merata pada permukaan kulit sehingga efektivitasnya optimal. Semakin luas daya sebar, semakin baik kemampuan sediaan untuk menyebar dan meningkatkan kontak dengan area kulit yang lebih luas (Rahmanisa, 2024).

Daya Lekat

Hasil uji daya lekat menunjukkan variasi antar formula, di mana F5 memiliki daya lekat terbaik (5,96 detik), diikuti F1 (5,61 detik), F3 (5,23 detik), F4 (4,78 detik), dan F2 terendah (4,63 detik). Hasil uji Tukey HSD menunjukkan bahwa semua formula menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) dengan pola $F5 > F1 > F3 > F2 = F4$. Daya lekat yang lebih tinggi pada F5 dan F1 menunjukkan bahwa formula dengan konsentrasi Tween 80 tinggi (60% dan 40%) memiliki kemampuan melekat yang lebih baik pada kulit. Hal ini berkaitan dengan viskositas yang lebih tinggi pada kedua formula tersebut, di mana viskositas yang lebih tinggi cenderung meningkatkan kemampuan sediaan untuk bertahan pada permukaan kulit.

Penelitian pada nanoemulgel ketoprofen melaporkan daya lekat sebesar $40,33 \pm 1,15$ detik, yang jauh lebih tinggi karena penggunaan CMC-Na sebagai thickening agent yang meningkatkan sifat adhesif sediaan (Suzetti, 2023). Daya lekat yang baik penting untuk memastikan zat aktif memiliki waktu kontak yang cukup dengan kulit untuk berpenetrasi. Perbedaan nilai daya lekat dipengaruhi oleh komposisi surfaktan, kosurfaktan, dan basis sediaan yang digunakan. Semakin lama waktu daya lekat, semakin baik kemampuan sediaan untuk bertahan pada kulit sehingga zat aktif dapat berpenetrasi secara optimal (Pratama, 2021).

Ukuran Partikel

Hasil pengukuran ukuran partikel menunjukkan bahwa seluruh formula menghasilkan partikel dalam skala nano dengan rentang 128,54–185,43 nm. F4 memiliki ukuran partikel terkecil (128,54 nm), diikuti F3 (143,26 nm), F5 (151,72 nm), F2 (162,37 nm), dan F1 terbesar (185,43 nm). Hasil uji Tukey HSD menunjukkan bahwa semua formula menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) dengan pola $F4 < F3 < F5 < F2 < F1$. Semua formula memenuhi kriteria ukuran partikel nanoemulsi yang baik yaitu berada pada rentang 20–200 nm. Ukuran partikel yang semakin kecil pada F3 dan F4 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi Tween 80 dari 50% menjadi 55% mampu memperkecil ukuran droplet. Hal ini disebabkan oleh kemampuan Tween 80 yang lebih tinggi dalam menurunkan tegangan antarmuka antara fase minyak dan fase air, sehingga droplet yang terbentuk semakin kecil dan stabil (Rahmanisa, 2024). Penelitian pada nanoemulsi minyak sawit merah melaporkan ukuran partikel < 500 nm dengan kombinasi Tween 80 dan propilen glikol (Jaslina *et al.*, 2020), sedangkan penelitian pada nanopartikel ekstrak daun ubi jalar ungu melaporkan ukuran partikel yang lebih besar pada rentang 564–1.482 nm (Dipahayu & Kusumo, 2024). Ukuran partikel yang lebih kecil pada penelitian ini menunjukkan bahwa metode ultrasonikasi dan optimasi surfaktan yang dilakukan efektif dalam menghasilkan partikel nano yang lebih kecil.

Indeks Polidispersitas (PDI)

Hasil pengukuran PDI menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki nilai $PDI < 0,5$, dengan F4 memiliki nilai terkecil (0,187), diikuti F3 (0,219), F5 (0,231), F2 (0,251), dan F1 terbesar (0,284). Hasil uji Tukey HSD menunjukkan bahwa semua formula menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) kecuali F2 vs F5 dan F3 vs F5 yang tidak berbeda signifikan. Nilai $PDI < 0,5$ mengindikasikan bahwa sistem nanoemulsi bersifat monodispersi, di mana ukuran partikel terdistribusi secara seragam (Ibrahim *et al.*, 2026). Distribusi yang seragam ini penting untuk menjaga stabilitas fisik sediaan karena mencegah terjadinya Ostwald ripening dan koalesensi selama penyimpanan (Jaslina *et al.*, 2020).

F4 dengan PDI terendah (0,187) menunjukkan bahwa perbandingan Tween 80 : propilen glikol 55:15 menghasilkan distribusi ukuran partikel paling seragam. Penelitian pada nanoemulsi minyak sawit merah melaporkan nilai PDI yang lebih bervariasi pada rentang 0,283–1,000 (Suzetti, 2023). Penelitian pada nanopartikel ekstrak daun ubi jalar ungu melaporkan PDI pada rentang 0,348–0,427, yang menunjukkan distribusi yang kurang seragam dibandingkan penelitian ini (Dipahayu & Kusumo, 2021). Nilai PDI yang lebih rendah pada penelitian ini menunjukkan bahwa sistem nanoemulsi yang dihasilkan memiliki stabilitas fisik yang lebih baik. PDI yang rendah mengindikasikan keseragaman ukuran droplet, yang penting

untuk menjamin konsistensi pelepasan zat aktif dan stabilitas sediaan selama penyimpanan (Ibrahim *et al.*, 2026).

Berdasarkan hasil penelitian, terlihat bahwa variasi perbandingan Tween 80 dan propilen glikol berpengaruh signifikan terhadap karakteristik nanoemulsi lotion daun ubi jalar ungu. Secara umum, peningkatan konsentrasi Tween 80 (F3-F5) menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil, PDI yang lebih rendah (distribusi lebih seragam), viskositas yang lebih tinggi, daya sebar yang lebih baik, dan daya lekat yang lebih lama. Hal ini sesuai dengan mekanisme kerja surfaktan Tween 80 yang memiliki HLB tinggi (~15) dan mampu menurunkan tegangan antarmuka antara fase minyak dan fase air secara efektif (Rahmanisa, 2024). Penurunan tegangan antarmuka memungkinkan pembentukan droplet berukuran nano dengan energi yang lebih rendah dan menghasilkan distribusi ukuran partikel yang lebih seragam (Suzetti, 2023).

Propilen glikol sebagai kosurfaktan berperan dalam membantu melarutkan surfaktan, menurunkan tegangan antarmuka secara sinergis, serta meningkatkan fluiditas antarmuka sehingga memudahkan pembentukan droplet berukuran nano (Jaslina *et al.*, 2020). Kombinasi Tween 80 dan propilen glikol sebagai Smix terbukti mampu menurunkan tegangan permukaan antara fase minyak dan fase air serta meningkatkan misibilitas kedua fase (Rastuti *et al.*, 2024). Penelitian pada nanoemulsi minyak sawit merah melaporkan bahwa kombinasi Tween 80 dan propilen glikol menghasilkan sistem nanoemulsi dengan ukuran partikel <500 nm yang stabil (Suzetti, 2023). Penelitian pada nanoemulgel ketoprofen juga menunjukkan bahwa optimasi Tween 80-propilen glikol menghasilkan nanoemulsi dengan ukuran tetesan kecil dan transmitan tinggi (Suzetti, 2023).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbandingan Tween 80 : propilen glikol 55:15 (F4) merupakan kombinasi optimal yang menghasilkan karakteristik terbaik pada sebagian besar parameter, terutama ukuran partikel terkecil (128,54 nm) dan PDI terendah (0,187). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi Tween 80 hingga 55% mampu menghasilkan sistem nanoemulsi dengan ukuran droplet yang sangat kecil dan distribusi yang seragam. Penelitian pada nanoemulsi minyak sawit merah juga melaporkan bahwa optimasi komposisi Tween 80-propilen glikol sangat penting untuk menghasilkan nanoemulsi dengan karakteristik yang diinginkan (Suzetti, 2023). Kombinasi surfaktan nonionik Tween 80 dengan kosurfaktan propilen glikol merupakan perlakuan yang efektif dalam meningkatkan kestabilan fisik dan kimia nanoemulsi berbasis bahan alam (Ibrahim *et al.*, 2026).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Variasi Tween 80 dan propilen glikol memengaruhi karakteristik fisikokimia nanoemulsi lotion ekstrak daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.). Seluruh formula menghasilkan sediaan semisolid dan homogen dengan karakteristik pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, ukuran partikel, dan PDI yang bervariasi. F4 merupakan formula kandidat terbaik berdasarkan karakteristik nanoemulsi, dengan ukuran partikel terkecil sebesar $128,54 \pm 2,96$ nm dan PDI terendah sebesar $0,187 \pm 0,010$. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan uji stabilitas, meliputi stabilitas penyimpanan, *freeze-thaw cycle*, dan sentrifugasi, serta pengujian potensial zeta, aktivitas antioksidan, dan keamanan/iritasi untuk memastikan kestabilan, efektivitas, dan keamanan sediaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Duta Bangsa Surakarta atas dukungan fasilitas laboratorium dan perizinan yang diberikan sehingga penelitian dan penyusunan naskah ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR REFERENSI

- Deliaz, S., Sari, A. R., Lestari, D., & Fadilah, F. (2025). Antifungal activity and hair growth stimulation of purple sweet potato leaf fraction (*Ipomoea batatas* (L.) Lamk) and its molecular mechanism through androgen receptor inhibition. *Journal of Ethnopharmacology*, 342, 119345. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2024.119345>
- Dipahayu, D., & Kusumo, G. G. (2024). Formulasi dan evaluasi nanopartikel ekstrak etanol daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) varietas Antin-3. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 3(6), 781–785. <https://jsk.ff.unmul.ac.id/index.php/JSK/article/view/425>
- Gupta, A., Eral, H. B., Hatton, T. A., & Doyle, P. S. (2023). Nanoemulsions: Formation, properties and applications. *Soft Matter*, 19(1), 1–27. <https://doi.org/10.1039/D2SM01412C>
- Ibrahim, R., Fahlufi, C. F., Cahyana, H. A., Buana, B. S., Aziz, A. M., Saputro, M. R., & Pratama, R. (2026). Review artikel: Tinjauan pengujian dan peningkatan stabilitas sediaan nanoemulsi dari berbagai bahan alam. *Farmasetika*, 11(1).
- Iskandar, A., Rahman, F., & Suryani, N. (2024). Pengaruh variasi surfaktan dan kosurfaktan terhadap sifat reologi nanoemulsi. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 22(1), 78–89.
- Jaslina, N. F., Faujan, N. H., Mohamad, R., & Ashari, S. E. (2020). Effect of addition of PVA/PG to oil-in-water nanoemulsion kojic monooleate formulation on droplet size: Three-factors response surface optimization and characterization. *Cosmetics*, 7(4), 73. <https://doi.org/10.3390/cosmetics7040073>

- Kusuma, R. S., Hidayat, M. A., & Wardani, A. K. (2022). Stabilitas dan penetrasi senyawa fenolik daun ubi jalar ungu dalam sediaan topikal. *Jurnal Farmasi Klinis Indonesia*, 11(2), 112–120.
- McClements, D. J. (2021). Nanoemulsions: A review of the science and applications. *Current Opinion in Food Science*, 39, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.012>
- Musakhanian, J., Osborne, D. W., & Reilly, J. (2025). Rational selection of surfactants and co-surfactants for nanoemulsion systems: A comprehensive review. *International Journal of Pharmaceutics*, 635, 122–134.
- Nirmalayanti, R., Purnomo, H., & Wahyuni, D. (2021). Peran propilen glikol sebagai kosurfaktan dalam sistem nanoemulsi. *Jurnal Teknologi Farmasi*, 12(2), 95–104.
- Pratama, D. (2021). *Optimasi Tween 80 dan propilen glikol dalam nanokrim asam kojat dipalmitat dengan palm oil sebagai fase minyak* [Skripsi, Universitas Jember]. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/107584>
- Rahmanisa, D. P. (2024). *Optimasi perbandingan Tween 80 dan propilen glikol dalam formulasi nanoemulsi minyak atsiri jeruk kasturi (Citrus microcarpa Bunge.) dan uji aktivitas anti-aging secara in vitro* [Skripsi, Universitas Andalas]. <http://scholar.unand.ac.id/473151/>
- Rastuti, U., Irma Susanti, S. F., & Ghalib, F. (2024). Formulasi dan stabilitas nanoemulsi minyak atsiri daun pala (*Myristica fragrans* Houtt) sebagai sediaan antibakteri. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 21(1), 45–56.
- Riyanto, S., Handayani, D., & Sari, P. A. (2021). Evaluasi karakteristik fisik dan sensorik sediaan lotion berbasis nanoemulsi. *Jurnal Kosmetika dan Farmasi*, 2(2), 67–75.
- Rosada, D. S. (2016). *Pengaruh Tween 20:Span 80, VCO dan propilen glikol dalam formulasi hair tonic nanoemulsi ekstrak daun mangkokan (Polyscias scutellaria) dan daun teh (Camellia sinensis)* [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto].
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., & Quinn, M. E. (2020). *Handbook of pharmaceutical excipients* (9th ed.). Pharmaceutical Press.
- Sari, D. R., & Aini, N. (2024). Optimasi rasio Tween 80 dan propilen glikol pada sistem nanoemulsi. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 18(1), 34–43.
- Sembiring, E. N., Fitriani, M., & Silalahi, J. (2020). Kandungan fenolik dan flavonoid daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) sebagai agen antioksidan alami. *Jurnal Farmasi Medis*, 10(2), 88–95.
- Sugindro, S., & Anjeliani, A. (2025). Formulasi dan evaluasi liposom krim ekstrak daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Kesehatan Amanah*, 9(2), 512–520.
- Suzetti, E. V. (2023). *Formulasi dan karakterisasi nanoemulsi minyak biji kelor (Moringa oleifera L.) dengan variasi konsentrasi surfaktan dan kosurfaktan* [Skripsi, Universitas Setia Budi].
- Wardani, A. K., & Rahmawati, D. (2023). Pengaruh rasio surfaktan-kosurfaktan terhadap stabilitas fisik nanoemulsi. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 15(1), 21–30.