

Formulasi Sediaan Lotion Antioksidan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai PelembabSumardi¹, Suprianto², Innayah Azzahra³, Lisa Syafrida⁴^{1,2,3,4}Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam-Indonesiamardisaad@gmail.com; *ekahasbi@gmail.com; inayahazzahra@gmail.com; lisasyafrida06@gmail.com

Received: 21 November 2025; Revised: 26 Desember 2025; Accepted: 30 Desember 2025

DOI: <https://doi.org/10.52622/jisk.v6i3.05>**Abstract**

Background: A lotion made from ethanol extracts of sirsak (*Annona muricata*) leaves and naga merah fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels is a potential antioxidant moisturizer, but its quality, safety, and hydration effect need confirmation. Objective: To formulate five oil-in-water lotions with different extract ratios (total extract 3% w/w) and evaluate physical quality, preliminary safety, and moisturizing performance. Method: The formulations were tested for organoleptic properties, homogeneity, pH, and spreadability. A simple irritation test and a three-day forearm hydration assessment using a skin analyzer were conducted in 25 panelists, followed by one-way analysis of variance. Results: All formulations had pH 6.67–6.96, with minor inhomogeneity observed in one formulation. Acceptable spreadability was achieved by three formulations under specific loads. No irritation occurred. All formulations increased hydration, with significant differences between them ($p < 0.001$); the two best-performing formulations produced the highest and most stable moisture over three days. Conclusion: The combined-extract oil-in-water lotion at 3% w/w is feasible and preliminarily safe, and the two top formulations are recommended for further development.

Keywords: Sirsak; Naga Merah; lotion; moisturizing; antioxidant**PENDAHULUAN**

Paparan radiasi ultraviolet dan polutan lingkungan dapat meningkatkan pembentukan *reactive oxygen species* (ROS) pada kulit, memicu kerusakan biomolekul, memperkuat sinyal inflamasi, dan mempercepat terjadinya fotokerusakan [1], [2] Stres oksidatif yang berulang juga berkontribusi pada perubahan matriks ekstraseluler dan penuaan kulit, sehingga antioksidan topikal dipandang relevan untuk membantu menekan rangkaian kerusakan oksidatif sekaligus mendukung pemeliharaan fungsi kulit [3]. Sejalan dengan itu, kajian terbaru menunjukkan ekstrak tumbuhan semakin banyak dimanfaatkan dalam produk perawatan kulit karena spektrum senyawa bioaktifnya luas dan berpotensi memberikan efek fungsional (misalnya antioksidan dan antiinflamasi) yang mendukung kesehatan kulit [4].

Integritas *skin barrier* umumnya dievaluasi secara objektif melalui *transepidermal water loss* (TEWL). Ketika TEWL meningkat, kehilangan air melalui epidermis menjadi lebih besar sehingga kulit cenderung mengalami dehidrasi, lebih sensitif, dan rentan terhadap iritan [5]. TEWL juga banyak digunakan sebagai parameter untuk menilai efektivitas strategi perawatan kulit yang berorientasi pada pemeliharaan maupun perbaikan barrier, serta memiliki dasar metodologis yang terus diperbarui dalam literatur klinis [6], [7].

Dalam pengembangan kosmetik pelembab, lotion berbasis emulsi—umumnya tipe *oil-in-water*—banyak dipilih karena mudah diratakan, nyaman digunakan, dan mampu mengakomodasi kombinasi humektan, emolien, serta oklusif untuk mendukung hidrasi dan menekan kehilangan air [8]. Namun, sistem emulsi memiliki tantangan stabilitas fisik, seperti kriming, koalesensi, pemisahan fase, serta perubahan viskositas dan pH selama penyimpanan. Karena itu, rancangan sistem emulsi yang tepat dan evaluasi stabilitas fisik menjadi aspek penting agar produk yang dihasilkan konsisten secara mutu dan performa [9].

Terkait bahan aktif, daun sirsak (*A. muricata* L.) dilaporkan mengandung metabolit sekunder (terutama fenolik/flavonoid) dengan potensi aktivitas biologis, dan berbagai ulasan menegaskan relevansi komponen fitokimia *A. muricata* sebagai kandidat bahan berbasis alam untuk aplikasi kesehatan [10]. Sementara itu, kulit buah naga merah (*H. polyrhizus*) merupakan bagian non-pangan yang berpotensi tinggi karena kaya polifenol dan pigmen betalain; tinjauan dan studi profil fenolik pada kulit pitaya menunjukkan kapasitas antioksidan yang menjanjikan dan mendukung konsep valorisasi limbah pertanian menjadi produk bernilai tambah [11]–[13].

Walaupun kedua sumber antioksidan tersebut potensial, bukti formulasi kombinasi ekstrak daun sirsak dan kulit buah naga merah dalam bentuk lotion pelembab yang stabil dan terstandarisasi—ditinjau dari mutu fisik sediaan serta indikator performa pelembab/barrier—masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian formulasi diperlukan untuk menjembatani potensi bioaktif bahan menjadi produk lotion yang stabil, nyaman digunakan, dan rasional dalam mendukung hidrasi kulit melalui perbaikan fungsi barrier [6], [7], [9].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada formulasi sediaan lotion antioksidan berbahan ekstrak daun sirsak (*A. muricata* L.) dan ekstrak kulit buah naga merah (*H. polyrhizus*) sebagai pelembab, dengan penekanan pada keterkaitan antioksidan–barrier kulit (TEWL) serta kebutuhan pengendalian stabilitas fisik emulsi.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimen laboratorium untuk menyusun dan mengevaluasi sediaan lotion antioksidan berbahan ekstrak etanol daun sirsak (EDS) dan ekstrak etanol kulit buah naga merah (EKBN) sebagai pelembab. Variabel yang diuji adalah rasio EDS:EKBN, sementara kadar total ekstrak dipertahankan 3% (b/b) pada seluruh formula.

Bahan dan Alat

Bahan utama: ekstrak etanol daun sirsak (*A. muricata* L.) dan ekstrak etanol kulit buah naga merah (*H. polyrhizus*). **Bahan basis lotion:** asam stearat, parafin cair, Na-CMC, gliserin, trietanolamin (TEA), pengawet (mis. asam benzoat), pewangi, pewarna, dan aquadest (komponen basis dibuat sama untuk semua formula). **Alat:** neraca analitik, hot plate/water bath, gelas beker, gelas ukur, termometer, pengaduk (manual/overhead), pH meter, kaca objek, seperangkat alat uji daya sebar (dua kaca + beban), dan alat pengukur kelembaban kulit.

Formula Lotion

Lima formula disusun dengan kadar total ekstrak 3% (b/b) dan rasio EDS:EKBN sebagai pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi lotion kombinasi EDS dan EKBN dalam 100 gr sediaan

Bahan	Formula (%)				
	F1	F2	F3	F4	F5
EDS	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
EKBN	2,95	2,90	2,85	2,80	2,75
Asam stearat	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Na CMC	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Paraffin cair	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Gliserin	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Trietanolamin (TEA)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Asam benzoate	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Alkohol	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Pewangi	qs	qs	qs	qs	qs
Pewarna	qs	qs	qs	qs	qs
Aquadest ad	100	100	100	100	100

Prosedur Pembuatan Lotion

Lotion disiapkan sebagai sistem emulsi *oil-in-water* (O/W) dengan pemisahan fase minyak dan fase air untuk memastikan proses emulsifikasi lebih terkontrol dan menghasilkan basis yang stabil. Pendekatan formulasi emulsi dan perhatian pada faktor proses (suhu, urutan penambahan, dan pengadukan) penting karena perubahan mikrostruktur emulsi dapat berdampak pada konsistensi, stabilitas fisik, serta performa sediaan topikal semisolid [9], [14]. Pada tahap awal, asam stearat dan parafin cair ditimbang sesuai formula, kemudian dipanaskan hingga seluruh komponen meleleh membentuk fase minyak homogen. Secara terpisah, fase air disiapkan dengan mendispersikan Na-CMC ke dalam aquadest hingga mengembang, kemudian ditambahkan gliserin serta pengawet dan dihomogenkan. Prinsip kerja humektan (misalnya gliserin) dalam pelembab juga relevan karena membantu mempertahankan air pada stratum corneum dan mendukung fungsi hidrasi kulit. [3].Selanjutnya, fase minyak dituangkan perlahan ke fase air sambil diaduk kontinu hingga terbentuk emulsi yang seragam. Trietanolamin (TEA) kemudian ditambahkan bertahap untuk membantu pembentukan basis (misalnya melalui pembentukan sabun TEA-stearat) dan memperoleh konsistensi lotion yang diinginkan [8]. Setelah suhu campuran menurun untuk meminimalkan risiko degradasi bahan aktif, EDS dan EKBN dimasukkan sesuai komposisi tiap formula dan diaduk hingga homogen. Pada tahap akhir, pewangi dan pewarna ditambahkan secukupnya, lalu sediaan dikemas dalam wadah tertutup dan diberi kode formula. Penekanan pada stabilitas emulsi dan karakterisasi fisik mengikuti rekomendasi pengembangan dan evaluasi sediaan topikal berbasis emulsi/semisolid [9], [14].

Evaluasi Mutu Fisik

Mutu fisik lotion dievaluasi melalui uji organoleptik, homogenitas, pH, dan daya sebar sebagai parameter dasar untuk menilai keseragaman, kenyamanan aplikasi, serta potensi stabilitas selama penyimpanan [9], [14]. Uji organoleptik dilakukan dengan pengamatan warna, aroma, dan konsistensi/bentuk sediaan pada setiap formula. Homogenitas diuji dengan mengoleskan lotion tipis pada kaca objek dan/atau permukaan kulit; formula dinyatakan homogen bila tidak tampak partikel kasar atau gumpalan dan hasil olesan merata. Untuk uji pH, pH meter dikalibrasi menggunakan larutan buffer standar; sampel lotion ± 1 g didispersikan dalam ± 10 mL aquadest, kemudian pH diukur minimal tiga kali per formula dan dilaporkan sebagai rerata. Metode pengukuran pH dengan pengenceran/pendispersian sampel semisolid dan pengukuran berulang merupakan praktik yang lazim digunakan pada evaluasi sediaan topical [15]. Daya sebar ditentukan dengan menempatkan $\pm 0,5$ g sampel di tengah kaca, ditutup dengan kaca lain, lalu diameter sebar diukur pada kondisi tanpa beban serta beban bertingkat (misalnya 10 g, 25 g, 50 g); diameter dicatat pada interval waktu yang ditetapkan dan dihitung sebagai rerata dari dua arah pengukuran. Metode dan harmonisasi pengukuran spreadability merupakan aspek penting untuk meningkatkan reproduibilitas evaluasi semisolid topical [16].

Uji Keamanan Awal dan Efektivitas Pelembab

Keamanan awal dievaluasi melalui uji iritasi sederhana pada panelis/responden ($n=25$) dengan cara mengaplikasikan lotion pada area kulit (umumnya lengan bawah), kemudian mengamati reaksi lokal seperti kemerahan, gatal, atau bengkak. Prinsip uji pada manusia untuk skrining keamanan (termasuk pendekatan patch/insult testing pada konteks kosmetik) digunakan untuk mengonfirmasi tidak adanya reaksi merugikan pada dosis/kondisi pemakaian tertentu [17]. Efektivitas pelembab dievaluasi dengan pengukuran kelembaban kulit menggunakan skin moisture analyzer pada area yang sama dengan kondisi pengukuran dibuat konsisten. Pengukuran dilakukan selama tiga hari (H1, H2, H3) setelah penggunaan lotion, dan nilai dicatat dalam persen (%). Penggunaan instrumen berbasis sifat listrik/kapasitansi sebagai pendekatan objektif untuk menilai hidrasi kulit didukung oleh literatur metode pengukuran hidrasi kulit, termasuk ulasan teknik perangkat dan studi komparatif perangkat hidrasi [18], [19].

Analisis Data

Data kuantitatif disajikan sebagai rerata $\pm$ standar deviasi. Perbedaan kelembaban antar formula pada masing-masing hari dianalisis menggunakan One-Way ANOVA dengan $\alpha = 0,05$. Bila ANOVA menunjukkan perbedaan bermakna, analisis dilanjutkan dengan uji lanjut yang sesuai. Prinsip pemilihan dan penggunaan post-hoc setelah ANOVA dijelaskan dalam kajian metodologis terbaru [20].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai tahap awal penilaian mutu fisik, lotion yang diformulasikan dievaluasi untuk memastikan karakter sediaan terbentuk dengan baik dan menunjukkan kualitas yang konsisten antar formula. Penilaian mencakup uji organoleptik (meliputi konsistensi/bentuk, aroma, dan warna) guna menggambarkan tampilan serta kenyamanan pemakaian, uji homogenitas untuk menilai keseragaman campuran dan pemerataan dispersi komponen di dalam basis, serta pengukuran pH untuk melihat kesesuaian sediaan dengan kondisi fisiologis kulit sehingga penggunaannya lebih aman. Ringkasan hasil dari ketiga parameter tersebut pada setiap formula disajikan pada **Tabel 2**.

Organoleptis

Penilaian organoleptik pada lotion kombinasi EDS dan EKBN dilakukan 24 jam setelah pembuatan untuk memberi waktu sediaan mencapai kondisi yang lebih stabil. Parameter yang diamati mencakup konsistensi/bentuk, aroma, dan warna pada tiap formula yang memiliki komposisi ekstrak berbeda. Secara umum, seluruh formula memperlihatkan aroma khas pengaroma (oleum citrus) sehingga karakter bau antar formula relatif seragam [21], [22].

Tabel 2. Karakter organoleptis, homogenitas dan pH lotion

Formulasi	Bentuk	Bau	Warna	Homogenitas Oles		pH
				Kaca	Tangan	
F1	Sedikit cair	Bau khas pengaroma	Kuning pucat	+	+	6,92
F2	Kental	Bau khas pengaroma	Coklat pucat	-	+	6,90
F3	Kental	Bau khas pengaroma	Coklat	+	+	6,67
F4	Kental	Bau khas pengaroma	Coklat	+	+	6,93
F5	Kental	Bau khas pengaroma	Coklat pekat	+	+	6,96

Keterangan: + = homogen, - = Tidak homogen

Perbedaan utama terlihat pada warna dan konsistensi. Formula F1 cenderung lebih encer dengan warna kuning pucat. Formula F2 menunjukkan warna coklat pucat dengan konsistensi yang tampak berbeda dibanding formula lain. Formula F3 dan F4 memiliki ciri yang mirip, yaitu konsistensi kental dan warna coklat. Formula F5 juga kental dan beraroma sama seperti F3–F4, tetapi warna tampak lebih pekat. Peningkatan intensitas warna pada F5 diduga berkaitan dengan proporsi EDS yang lebih tinggi, mengingat EDS secara visual memang berwarna coklat pekat sehingga mudah mempengaruhi penampakan sediaan.

Homogenitas

Homogenitas diperiksa melalui dua metode: (1) pengamatan sediaan di antara dua kaca objek untuk melihat pemerataan dispersi, dan (2) uji oles di tangan untuk menilai keseragaman sebaran secara praktis. Pemeriksaan ini ditujukan untuk memastikan komponen basis dan bahan aktif tercampur merata [22], [23]. Hasil pada uji oles menunjukkan seluruh formula memiliki sebaran yang merata (homogen). Namun, pengamatan pada kaca objek menunjukkan F2 tidak homogen karena terlihat adanya gelembung udara. Kondisi tersebut dapat muncul akibat udara yang terperangkap selama proses pengadukan/emulsifikasi, sehingga kontrol proses pencampuran perlu diperhatikan untuk meningkatkan konsistensi tampilan dan kestabilan fisik.

pH sediaan lotion

Nilai pH diukur menggunakan pH meter setelah sediaan sebanyak ± 1 g dibuat dispersi dalam ± 10 mL air suling [24]. Pemeriksaan pH dilakukan untuk menilai kecocokan sediaan dengan kondisi fisiologis kulit dan mengurangi risiko ketidaknyamanan [25]. pH yang terlalu basa dapat menyebabkan kulit terasa lebih kering dan bersisik, sedangkan pH yang terlalu asam berpotensi menimbulkan rasa perih atau iritasi [25], [26]. Berdasarkan data, pH terendah terdapat pada F3 (6,67) dan tertinggi pada F5 (6,96). Seluruh formula berada pada rentang yang dapat diterima untuk sediaan lotion, sehingga dari aspek pH, sediaan dinilai layak untuk pemakaian topikal.

Uji Daya Sebar

Pengujian daya sebar digunakan untuk menggambarkan kemudahan sediaan diratakan pada permukaan kulit, yang berkaitan dengan kenyamanan penggunaan dan karakter viskositas [16], [27]. Pengukuran dilakukan dengan beban bertingkat; diameter sebar dicatat pada setiap penambahan beban dan dirangkum pada **Tabel 3**. Kriteria daya sebar yang digunakan adalah 5–7 cm, yang umumnya merepresentasikan sediaan cukup mudah diratakan tanpa menjadi terlalu encer [28]. Data menunjukkan bahwa penambahan beban meningkatkan diameter sebar pada semua formula. Dengan acuan tersebut, F1 dan F3 belum memenuhi rentang daya sebar yang ditetapkan. Pada F2, diameter memenuhi kriteria mulai beban 20–50 g. Formula F4 mencapai kriteria pada beban 40–50 g, sedangkan F5 memenuhi kriteria pada beban 50 g. Dengan demikian, formula yang memenuhi persyaratan daya sebar adalah F2, F4, dan F5.

Tabel 3. Hasil uji daya sebar

Formulasi	Massa Beban (cm)					
	Tanpa Beban	10 gr	20 gr	30 gr	40 gr	50 gr
F1	2,3	3,1	3,2	3,6	4,0	4,2
F2	2,3	4,8	5,3	5,6	6,2	6,7
F3	2,4	3,7	3,8	4,0	4,3	4,5
F4	2,1	3,9	4,0	4,9	5,2	5,3
F5	2,2	3,7	4,2	4,7	4,8	5,2

Uji iritasi

Uji iritasi sederhana dilakukan untuk melihat kemungkinan munculnya reaksi lokal, seperti gatal, kemerahan, atau rasa panas setelah aplikasi sediaan [29]–[31]. Pengujian melibatkan 25 panelis dengan aplikasi selama 5 menit pada area belakang telinga. Respons dicatat sebagai (+) jika muncul tanda iritasi dan (–) jika tidak ada reaksi. Hasil pengamatan menunjukkan tidak ditemukan tanda iritasi pada seluruh formula. Oleh karena itu, F1 hingga F5 dinyatakan lulus uji iritasi sederhana pada kondisi pengujian ini.

Uji Kelembaban

Efek pelembab diuji pada 25 panelis melalui pengukuran kadar kelembaban kulit sebelum pemakaian (*baseline*) dan setelah penggunaan lotion selama tiga hari (H1–H3). Rerata kelembaban awal panelis adalah 41,20%, yang termasuk kategori kering. Setelah pemakaian, seluruh formula meningkatkan kelembaban, tetapi besarnya peningkatan berbeda antar formula (**Tabel 4**).

Tabel 4. Kelembaban kulit

Formulasi	H1 (% ± SD)	H2 (% ± SD)	H3 (% ± SD)
F1	47.00 ± 6.63 ^a	47.20 ± 6.28 ^a	47.32 ± 6.32 ^a
F2	48.16 ± 7.51 ^a	48.00 ± 7.15 ^a	48.04 ± 7.44 ^a
F3	52.20 ± 7.72 ^b	52.32 ± 7.48 ^b	52.28 ± 7.56 ^b
F4	54.72 ± 6.13 ^c	56.88 ± 4.03 ^c	57.60 ± 3.52 ^c
F5	55.84 ± 5.99 ^c	57.16 ± 4.35 ^c	57.28 ± 4.39 ^c

Keterangan: Nilai dinyatakan sebagai rerata ± SD (n = 25). Huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan bermakna (post hoc, $p < 0,05$).

Pengukuran dilakukan menggunakan skin analyzer pada area lengan bawah dengan kondisi pengukuran dibuat konsisten [19], [32], [33]. Hasil diklasifikasikan menjadi kering (0–45%), normal/lembab (46–55%), dan sangat lembab (56–100%) [34]. Berdasarkan rekap pengamatan, jumlah hasil “di bawah kriteria” relatif tinggi pada F1 (38/75) dan F2 (39/75). Formula F3 menunjukkan penurunan jumlah hasil di bawah kriteria (24/75), sedangkan F4 (6/75) dan F5 (4/75) merupakan yang paling sedikit. Pola ini memperlihatkan bahwa formula dengan komposisi tertentu—terutama F4 dan F5—lebih konsisten mempertahankan kelembaban sesuai target selama tiga hari pemakaian.

Analisis Data

Untuk menguji apakah perbedaan kelembaban antar formula bermakna secara statistik, dilakukan One-Way ANOVA dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ [35], [36]. Hasil menunjukkan $p < 0,001$, sehingga hipotesis nol ditolak dan dapat disimpulkan terdapat perbedaan rerata yang signifikan antar formula [35]. Temuan ini sejalan dengan data deskriptif yang memperlihatkan F4 dan F5 memiliki rerata kelembaban tertinggi dan variasi yang lebih kecil, serta jumlah pengukuran di bawah kriteria paling sedikit. Dengan mempertimbangkan efektivitas hidrasi, kestabilan nilai selama tiga hari, mutu fisik, dan keamanan awal, F4 dan F5 dapat dipertimbangkan sebagai formula paling optimal pada penelitian ini.

Secara ilmiah, efek hidrasi lotion dipengaruhi oleh basis pelembab (humektan, emolien, dan oklusif) serta kontribusi bahan aktif [8], [37]. Kehadiran senyawa bioaktif dari ekstrak daun sirsak dan kulit buah naga merah berpotensi mendukung kondisi permukaan kulit sehingga efek pelembab yang dihasilkan lebih konsisten, selama sediaan tetap stabil dan nyaman diaplikasikan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa lotion antioksidan berbasis kombinasi ekstrak etanol daun sirsak dan kulit buah naga merah (total ekstrak 3%) dapat diformulasikan dengan mutu dasar yang umumnya baik dan tidak menimbulkan iritasi pada uji sederhana, namun efektivitas pelembabnya berbeda antar formula; analisis ANOVA membuktikan perbedaan kelembaban kulit yang signifikan ($p < 0,001$) dan secara konsisten F4–F5 memberikan peningkatan kelembaban paling tinggi serta paling stabil selama tiga hari dengan hasil di bawah kriteria paling sedikit, sehingga keduanya paling layak dipertimbangkan sebagai formula optimal.

REFERENSI

- [1] M. Wei, X. He, N. Liu, and H. Deng, "Role of Reactive Oxygen Species in Ultraviolet-Induced Photodamage of The Skin," *Cell Div.*, vol. 19, no. 1, p. 1, 2024.
- [2] B. E. Kim *et al.*, "Particulate Matter Causes Skin Barrier Dysfunction," *JCI insight*, vol. 6, no. 5, p. e145185, 2021.
- [3] N. H. Amin Hussen, S. K. Abdulla, N. M. Ali, V. A. Ahmed, A. H. Hasan, and E. E. Qadir, "Role of Antioxidants in Skin Aging and The Molecular Mechanisms of ROS: A Comprehensive Review," *Asp. Mol. Med.*, p. 100063, 2025.
- [4] M. Michalak, "Plant Extracts as Skin Care and Therapeutic Agents," *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 24, no. 20, p. 15444, 2023.
- [5] M. Green, N. Kashetsky, A. Feschuk, and H. I. Maibach, "Transepidermal Water Loss (TEWL): Environment and Pollution—A Systematic Review," *Ski. Heal. Dis.*, vol. 2, no. 2, pp. ski2-104, 2022.
- [6] D. Kundu, A. Jayaraman, and C. K. Sen, "Clinical Measurement of Transepidermal Water Loss," *Adv. Wound Care*, 2025.
- [7] N. Madnani *et al.*, "Revitalizing The Skin: Exploring The Role of Barrier Repair Moisturizers," *J. Cosmet. Dermatol.*, vol. 23, no. 5, pp. 1533–1540, 2024.
- [8] S. M. Mawazi *et al.*, "A Review of Moisturizers; History, Preparation, Characterization and Applications," *Cosmetics*, vol. 9, no. 3, p. 61, 2022.
- [9] A. Z. M. Badruddoza, T. Yeoh, J. C. Shah, and T. Walsh, "Assessing and Predicting Physical Stability of Emulsion-Based Topical Semisolid Products: A Review," *J. Pharm. Sci.*, vol. 112, no. 7, pp. 1772–1793, 2023.
- [10] S. N. Zubaidi *et al.*, "Annona muricata: Comprehensive Review on the Ethnomedicinal, Phytochemistry, and Pharmacological Aspects Focusing on Antidiabetic Properties," *Life*, vol. 13, no. 2, p. 353, 2023.
- [11] D. F. Nishikito *et al.*, "Anti-Inflammatory, Antioxidant, and Other Health Effects of Dragon Fruit and Potential Delivery Systems for Its Bioactive Compounds," *Pharmaceutics*, vol. 15, no. 1, p. 159, 2023.
- [12] N. L. Le, "Functional Compounds in Dragon Fruit Peels and Their Potential Health Benefits: A Review," *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 57, no. 5, pp. 2571–2580, 2022.
- [13] W. Tang *et al.*, "Phenolic Compounds Profile and Antioxidant Capacity of Pitahaya Fruit Peel

- from Two Red-Skinned Species (*Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus*),” *Foods*, vol. 10, no. 6, p. 1183, 2021.
- [14] X. Jin, M. Imran, and Y. Mohammed, “Topical Semisolid Products—Understanding the Impact of Metamorphosis on Skin Penetration and Physicochemical Properties,” *Pharmaceutics*, vol. 14, no. 11, p. 2487, 2022.
- [15] N. Oliveira, M. de la L. Cádiz-Gurrea, A. M. Silva, C. Macedo, F. Rodrigues, and P. Costa, “Development and Optimization of a Topical Formulation with *Castanea sativa* Shells Extract Based on the Concept ‘Quality by Design,’” *Sustainability*, vol. 14, no. 1, p. 129, 2021.
- [16] E. Y. Al-Barghouthy, S. Hamed, G. F. Mehyar, and H. S. AlKhatib, “Comparative Evaluation of Spreadability Measurement Methods for Topical Semisolid Formulations/A Scoping Review,” *Gels*, vol. 11, no. 12, p. 1006, 2025.
- [17] M. Na, G. Ritacco, D. O’Brien, M. Lavelle, A. M. Api, and D. Basketter, “Fragrance Skin Sensitization Evaluation and Human Testing: 30-Year Experience,” *Dermatitis*, vol. 32, no. 5, pp. 339–352, 2021.
- [18] I. M. Gidado, M. Qassem, I. F. Triantis, and P. A. Kyriacou, “Review of Advances in the Measurement of Skin Hydration Based on Sensing of Optical and Electrical Tissue Properties,” *Sensors*, vol. 22, no. 19, p. 7151, 2022.
- [19] J. H. Park *et al.*, “Skin Hydration Measurement: Comparison Between Devices and Clinical Evaluations,” *Ann. Dermatol.*, vol. 36, no. 5, p. 275, 2024.
- [20] C. E. Agbangba, E. S. Aide, H. Honfo, and R. G. Kakai, “On The Use of Post-Hoc Tests in Environmental and Biological Sciences: A Critical Review,” *Heliyon*, vol. 10, no. 3, 2024.
- [21] M. C. Restrepo-Zapata, P. A. Chacón-Pabón, E. Montoya-Henao, D. T. Muñoz-Castiblanco, and J. C. Mejía-Giraldo, “Optimized Extraction of *Passiflora ligularis* Pectins: Characterization and Application in Moisturizing Cosmetic Products,” *Cosmetics*, vol. 12, no. 6, p. 261, 2025.
- [22] V. H. P. Infante, M. E. Darwin, and P. M. B. G. Maia Campos, “Characterization and Efficacy of Essential Oil-Based Cosmetic Formulations for Acne-Prone Skin,” *Cosmetics*, vol. 10, no. 6, p. 158, 2023.
- [23] A. Prommaban and W. Chaiyana, “Microemulsion of Essential oils from Citrus Peels and Leaves with Anti-aging, Whitening, and Irritation Reducing Capacity,” *J. Drug Deliv. Sci. Technol.*, vol. 69, p. 103188, 2022.
- [24] N. Linares-Devia, J. Arrieta-Escobar, Y. Baena, A. Orjuela, and C. Osorio, “Development and Characterization of Emulsions Containing Ground Seeds of *Passiflora* Species as Biobased Exfoliating Agents,” *Cosmetics*, vol. 9, no. 1, p. 15, 2022.
- [25] M. Lukić, I. Pantelić, and S. D. Savić, “Towards Optimal pH of the Skin and Topical Formulations: From the Current State of the Art to Tailored Products,” *Cosmetics*, vol. 8, no. 3, p. 69, 2021.
- [26] S.-H. Kuo, C.-J. Shen, C.-F. Shen, and C.-M. Cheng, “Role of pH Value in Clinically Relevant Diagnosis,” *Diagnostics*, vol. 10, no. 2, p. 107, 2020.
- [27] S. Bom, L. F. Gouveia, P. Pinto, A. M. Martins, H. M. Ribeiro, and J. Marto, “A Mathematical Modeling Strategy to Predict The Spreading Behavior on Skin of Sustainable Alternatives to Personal Care Emollients,” *Colloids Surfaces B Biointerfaces*, vol. 205, p. 111865, 2021.
- [28] A. A. Az-Zahra, R. Asra, and U. Lestari, “Formulation and Stability Testing of Physical Properties of Sunscreen from Dragon’s Blood Resin (*Daemonorops draco* (Willd.) Blume),” *Ris. Inf. Kesehat.*, vol. 14, no. 2, pp. 348–356, 2025.
- [29] M. Portugal-Cohen *et al.*, “Requirements for Alternative In Vitro and In Silico Skin Models of Irritant and Allergic Contact Dermatitis,” *Contact Dermatitis*, 2025.
- [30] A. Goldenberg, A. Ehrlich, B. C. Machler, and S. E. Jacob, “Patch Test Clinic Start-up: From Basics to Pearls,” *Dermatitis*, vol. 31, no. 5, pp. 287–296, 2020.
- [31] P. Matarrese, G. Beauchef, L. Peno-Mazzarino, E. Lati, R. Fitoussi, and K. Vié, “Assessment of an Ex Vivo Irritation Test Performed on Human Skin Explants and Comparison of Its Results With Those of a 24-/48-h Human Patch Test for the Evaluation of Cosmetics,” *Toxicol. Vit.*, vol. 70, p. 105030, 2021.
- [32] T. V. A. Westermann, V. R. Viana, C. Berto Junior, C. B. Detoni da Silva, E. L. S. Carvalho, and

- C. G. Pupe, "Measurement of Skin Hydration with a Portable Device (SkinUp® Beauty Device) and Comparison with The Corneometer®," *Ski. Res. Technol.*, vol. 26, no. 4, pp. 571–576, 2020.
- [33] M. Morin *et al.*, "Skin Hydration Dynamics Investigated by Electrical Impedance Techniques in Vivo and in Vitro," *Sci. Rep.*, vol. 10, no. 1, p. 17218, 2020.
- [34] S. Rohmani, S. K. Ningrum, W. D. Wardhani, and W. Kundarto, "Pengaruh Variasi Konsentrasi Surfaktan Iselux Ultra Mild pada Formulasi Hydrating Facial Wash Potassium Azeloyl Diglycinate," *J. Kefarmasian Indones.*, pp. 58–68, 2022.
- [35] M. P. Mahardika, P. O. Riyan, and M. V. V. Nika, "Formulation and Stability Evaluation of Carrot Extract (*Daucus carota* L.) Scrub Lotion as a Natural Moisturizer," *J. Syifa Sci. Clin. Res.*, vol. 7, no. 3, pp. 264–274, 2025.
- [36] A. Samadi, S. Ahmad Nasrollahi, M. Maghsoudi Ashtiani, C. Abels, and A. Firooz, "Changes in Skin Barrier Function Following Single and Repeated Applications of 4 Types of Moisturizers: a Randomized Controlled Trial," *J. Eur. Acad. Dermatology Venereol.*, vol. 34, no. 6, 2020.
- [37] J. Rajkumar, N. Chandan, P. Lio, and V. Shi, "The Skin Barrier and Moisturization: Function, Disruption, and Mechanisms of Repair," *Skin Pharmacol. Physiol.*, vol. 36, no. 4, pp. 174–185, 2023.