

Aplikasi Surfaktan Alami berbasis Tumbuhan dalam Industri Kosmetik

Sharon Susanto^{1*}, Yulius Evan Christian², Putriana Rachmawati³, Patrycia Setiawan⁴
^{1,2,3,4} Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Katolik Indonesia Atma
Jaya, Jakarta Utara, Jakarta

*)E-mail: sharon.susanto@atmajaya.ac.id

Info Artikel

Sejarah Artikel :

Diterima

21-April-2026

Disetujui

08-Juni-2026

Dipublikasikan

31-Juli-2026

Kata Kunci:

Surfaktan alami,
tumbuhan, kosmetik,
saponin, keberlanjutan

Keywords:

Natural surfactant,
plant-derived,
cosmetic, saponin,
sustainability

Abstrak

Latar belakang: Surfaktan merupakan komponen penting dalam formulasi kosmetik. Namun, penggunaan surfaktan sintetis yang masif mulai menimbulkan masalah bagi kesehatan dan lingkungan. Kesadaran masyarakat akan keberlanjutan juga turut mengakibatkan pergeseran penggunaan bahan alam. Maka dari itu, surfaktan alami berbasis tumbuhan menjadi alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan. **Tujuan:** Mengkaji perkembangan, karakteristik, dan aplikasi surfaktan alami berbasis tumbuhan dalam industri kosmetik. **Metode:** Penelitian dilakukan melalui systematic literature review terhadap artikel tahun 2016–2026 dari database Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, dan SINTA. **Hasil:** Saponin dan fosfolipid (lesitin) merupakan surfaktan utama dengan kemampuan menurunkan tegangan permukaan, meningkatkan emulsifikasi, dan menghasilkan busa stabil yang setara dengan surfaktan sintetis. Surfaktan ini telah banyak digunakan dalam berbagai sediaan kosmetik meliputi shampoo, sabun, krim, atau pun emulsi. Pemanfaatan surfaktan alami dalam berbagai *novel delivery system* seperti liposom atau pun nanoemulsi memberikan peluang yang besar dalam perkembangannya. **Simpulan dan saran:** Surfaktan alami berbasis tumbuhan berpotensi sebagai alternatif berkelanjutan dalam kosmetik, dengan tantangan pada konsistensi bahan baku dan stabilitas formulasi.

Abstract

Background: Surfactants are essential components in cosmetic formulations. However, the extensive use of synthetic surfactants has raised concerns regarding health and environmental impacts. Moreover, the people's awareness regarding sustainability encourage the shifting paradigm to natural-based product. Therefore, plant-based natural surfactants have emerged as safer and more environmentally friendly alternatives. **Objectives:** To review the development, characteristics, and applications of plant-based natural surfactants in the cosmetic industry. **Methods:** A systematic literature review was conducted on articles published between 2016 and 2026 from Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, and SINTA databases. **Results:** Saponins and phospholipids (lechitin) are the main classes of natural surfactants, demonstrating the ability to reduce surface tension, enhance emulsification, and produce stable foam comparable to synthetic surfactants. These surfactants have been widely utilized in various cosmetic formulations, including shampoos, soaps, creams, and emulsions. Their application in novel delivery systems such as liposomes and nanoemulsions also presents significant potential for further development. **Conclusions and suggestions:** Plant-based natural surfactants show strong potential as sustainable alternatives in cosmetic formulations, although challenges remain in raw material consistency and formulation stability.

PENDAHULUAN

Surfaktan merupakan senyawa amfipatik yang bekerja pada antarmuka dari fase sehingga mampu menurunkan tegangan permukaan pada dua fase yang berbeda. Kemampuan ini tidak lepas dari keunikan struktur kimia surfaktan yang memiliki sisi hidrofilik dan hidrofobik (Prabhjot Kaur, 2025; Romero Vega & Gallo Stampino, 2025). Penggunaan surfaktan pertama kali dikenal pada 2800 SM pada bangsa Babylon purba dan dimanfaatkan sebagai pembersih. Surfaktan mampu memfasilitasi adanya pengangkatan kotoran pada kulit dalam pembasuhan menggunakan air (Dhakal et al., 2024). Penggunaan surfaktan dalam dunia modern terus meningkat dengan aplikasi yang makin luas. Surfaktan diketahui telah dimanfaatkan pada berbagai bidang mulai dari industri petroleum, makanan, agrikultur, farmasi hingga kosmetik (Gbadamosi et al., 2025; Jibrin et al., 2021; Ribeiro et al., 2020; Sar et al., 2019).

Kosmetik merupakan produk yang digunakan untuk meningkatkan penampilan atau memelihara kesehatan kulit yang digunakan secara topikal. Berbagai jenis kosmetik menggunakan surfaktan dalam formula konvensional seperti sabun, shampo, krim, dan emulsi (Agredo et al., 2019; Kalinowska-Lis & Mucha, 2026; Mohamed et al., 2025; Thompson et al., 2023; Xiao et al., 2024). Surfaktan bahkan turut berperan dalam berbagai novel cosmetic delivery. Misalnya pengembangan sediaan niosome yang memanfaatkan surfaktan non-ionik untuk meningkatkan efektivitas suatu kosmetik. Produk ini sudah dipasarkan oleh L'oreal untuk mengatasi penuaan dini (Khokale et al., 2026; Mawazi et al., 2022). Akan tetapi, sebagian besar surfaktan yang digunakan dalam formulasi kosmetik merupakan surfaktan sintetis.

Penggunaan berbagai eksipien termasuk surfaktan dalam kosmetik yang berasal dari alam sempat mengalami penurunan pada abad 20. Adanya perkembangan bahan sintetis yang dianggap lebih ekonomis dan mampu memberikan efek yang lebih baik mengakibatkan surfaktan alami mulai ditinggalkan (McMullen & Dell'Acqua, 2023). Akan tetapi, pada awal tahun 2000-an, kesadaran untuk kembali ke bahan yang lebih alamiah kembali meningkat sebagaimana ditunjukkan dengan meningkatnya sediaan berbasis alami baik dalam level penelitian maupun dalam produk kosmetik yang beredar di pasar (Mayefis et al., 2024; Nadeeshani Dilhara Gamage et al., 2022; Warnida et al., 2025). Hal ini dilatarbelakangi beberapa hal misalnya adanya temuan bahwa surfaktan sintetis bersifat non-biodegradable dan menunjukkan beberapa fenomena yang tidak diharapkan seperti adanya efek buruk pada kesehatan seperti dermatitis, iritasi, dan gangguan respirasi atau pun kerusakan ekologi. Misalnya penggunaan SDS pada konsentrasi tertentu dapat memengaruhi kesehatan saluran cerna bagian bawah. Selain itu adanya sulfur dalam SDS juga mampu menyebabkan korosi. Surfaktan lain seperti CTAB menunjukkan adanya komponen ammonium kuaterner yang menghambat aktivitas enzimatis. Tween 20 yang memiliki bagian hidrofobik yang besar mengakibatkan surfaktan mendestabilisasi udara sehingga menghasilkan tekanan yang tidak stabil dalam pembentukan foam yang stabil (Panda et al., 2020). Selain dari berbagai faktor tersebut, faktor strategi pemasaran untuk memberikan karakter khas

produk serta kesadaran masyarakat akan sustainability juga turut berperan dalam trend peningkatan bahan alam dalam sediaan kosmetik.

Surfaktan alami berbasis tumbuhan didefinisikan sebagai surfaktan baik yang berasal dari tumbuhan. Perkembangan surfaktan alami berbasis tumbuhan saat ini terus mengalami peningkatan. Surfaktan ini memiliki beberapa sifat yang favorable misalnya biodegradable, lebih stabil, dan juga memiliki toksisitas yang rendah (Panda et al., 2020).

Berbagai potensi surfaktan alami berbasis alam ini masih terbatas pembahasan secara komprehensif. Maka dari itu artikel review ini bertujuan untuk memberikan pembahasan komprehensif terkait dengan perkembangan surfaktan alami berbasis tumbuhan dalam penggunaannya di bidang kosmetik. Pembahasan artikel ini meliputi sumber dan jenis surfaktan alami berbasis tumbuhan, efektivitas dan kinerja surfaktan alami berbasis tumbuhan, aplikasi dalam formulasi kosmetik, serta tantangan dan peluang surfaktan alami berbasis tumbuhan dalam dunia kosmetik.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini didesain sebagai review literatur sistemik untuk mendapatkan gambaran komprehensif terkait dengan penggunaan surfaktan alamiah berbasis tumbuhan dalam kosmetik. Review ini berfokus pada sumber dan jenis surfaktan alami berbasis tumbuhan, efektivitas dan kinerja surfaktan alami berbasis tumbuhan, aplikasi dalam formulasi kosmetik, serta tantangan dan peluang yang dilaporkan dalam satu dekade terakhir.

Sumber data

Literatur yang relevan diperoleh dari berbagai *database*, termasuk Google Scholar, SINTA, PubMed, ScienceDirect, dan SpringerLink. Penelusuran dibatasi pada publikasi dalam rentang tahun 2016 hingga 2026 untuk memastikan ketercakupan perkembangan terkini.

Metode Pengumpulan Data

Strategi penelusuran dilakukan berbasis kata kunci dengan memanfaatkan kombinasi “plant-based surfactant,” “natural surfactant,” dan “cosmetic formulation.” Data yang diperoleh kemudian diseleksi untuk menghilangkan duplikasi sebelum dilakukan analisis lebih lanjut.

Prosedur

Proses seleksi dilakukan melalui beberapa tahapan. Judul dan abstrak terlebih dahulu ditelaah untuk menilai kesesuaian awal. Artikel yang lolos tahap ini selanjutnya dievaluasi secara penuh untuk memastikan kesesuaiannya dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Data yang diekstraksi dari publikasi yang memenuhi kriteria kemudian diorganisasikan secara tematik ke dalam empat kategori, yaitu: (i) sumber dan jenis surfaktan berbasis tumbuhan, (ii) efektivitas dan kinerja surfaktan alami berbasis

tumbuhan, aplikasi dalam formulasi kosmetik, serta (iv) tantangan dan prospek pengembangan di masa depan.

Kriteria

Kriteria inklusi meliputi artikel *original research* berbahasa Inggris atau Indonesia dengan spesifik mengkaji tipe dan sumber surfaktan alami berbasis tumbuhan, karakterisasi fisikokimia, kinerja dalam formulasi kosmetik, serta perbandingan dengan surfaktan sintesis. Kriteria eksklusi meliputi artikel tinjauan serta studi yang membahas surfaktan tanpa fokus yang jelas pada surfaktan alami berbasis tumbuhan.

HASIL PENELITIAN

Hasil kajian literatur sistemik ini disusun berdasarkan proses seleksi dan analisis tematik terhadap publikasi yang memenuhi kriteria inklusi, sehingga menghasilkan sintesis komprehensif mengenai surfaktan alami berbasis tumbuhan dalam formulasi kosmetik. Temuan yang diperoleh selanjutnya dipaparkan ke dalam empat kelompok utama, yaitu sumber dan jenis surfaktan, efektivitas dan kinerja, aplikasi dalam formulasi kosmetik, serta tantangan dan prospek pengembangannya dalam satu dekade terakhir. Hasil penelaahan terkait sumber dan aktivitas surfaktan alami berbasis tumbuhan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sumber tumbuhan dan aktivitas surfaktan alami berbasis tumbuhan

Senyawa	Sumber Tumbuhan	Hasil	Referensi
Saponin	Soapnut (<i>Sapindus mukorossi</i>)	- Stabilitas pembentukan busa sangat baik dan comparable dengan surfaktan sintesis - Memiliki tekstur polimer - Bersifat biodegradable - Tidak ada elemen korosif	(Panda et al., 2020)
	<i>Chenopodium quinoa</i>	- Mampu memberikan penurunan tegangan permukaan yang baik - Memiliki indeks emulsifikasi yang baik - Stabil terhadap suhu dan pH	(Bezerra et al., 2023)
	<i>Glycine Max</i>	- Mampu memberikan penurunan tegangan permukaan yang baik - Memiliki indeks emulsifikasi yang baik - Stabil terhadap pH	(Bezerra et al., 2023)
	<i>Malpighia emarginata</i>	- Mampu memberikan penurunan tegangan permukaan yang baik - Memiliki indeks emulsifikasi yang baik - Stabil terhadap suhu dan pH	(Bezerra et al., 2023)
	<i>Persian silk tree</i>	- Mampu menurunkan tegangan permukaan air menjadi 40 mN/m pada konsentrasi CMC	(Samadi et al., 2025)

Senyawa	Sumber Tumbuhan	Hasil	Referensi
	Mesokarp buah <i>B. Aegyptiaca</i>	- Stabil pada suhu dan pH - Hasil yang sebanding dengan surfaktan sintesis seperti SLS - Indeks emulsifikasi yang tinggi (70%)	(Sharma et al., 2019)
	Teh (<i>Camellia sinensis</i>)	- Rasio surfactant to oil rendah	(Zhu et al., 2019)
	Quillaja bark	- Adsorpsi dipengaruhi oleh pH - Memiliki sifat elastis pada lapisan antarmuka	(Ulaganathan et al., 2019)
	Ritha (<i>Sapindus mukorossi</i> Gaertn)	- Penurunan tegangan permukaan hingga 35,30 mN/m - Foambility baik - Non toksik - Non iritan - CMC rendah	(Pradhan & Bhattacharyya, 2017)
	Pyagi Phool (<i>Zephyranthes carinata</i> Herbert.)	- Penurunan tegangan permukaan hingga 40,76 mN/m - Viskositas tinggi - CMC rendah	(Pradhan & Bhattacharyya, 2017)
	<i>Tribulus terrestris</i>	- CMC 0,59 g/mL - Superior emulsifying capacity - Superior foaming ability - Stabil terhadap perubahan pH	(Schreiner et al., 2024)
	<i>Panax ginseng</i>	- CMC 0.009%	(Mesgarzadeh et al., 2017)
	<i>Albizia procera</i>	- CMC 7,00 x 10⁻³ g/cc - Penurunan tegangan antarmuka yang sedang - Foaming ability sedang - Emulsifikasi sedang	(Pradhan et al., 2022)
	<i>Red beet</i>	- Mampu menurunkan tegangan permukaan hingga kurang dari 60%	(Ralla et al., 2019)
Lysolesitin	Kedelai	- Hidrolisis dari lesitin kedelai - Moisture retention yang tinggi - Peningkatan kemampuan emulsifying minyak dalam air - Peningkatan kemampuan pelarutan	(Reddy Jala et al., 2016)
	Biji bunga matahari	- Peningkatan kemampuan emulsifikasi	(Cabezas et al., 2016)
	Canola	- Menghasilkan emulsi yang lebih stabil	(Xie & Dunford, 2017)

Selain sumber dan aktivitas surfaktan, pembahasan terkait aplikasi dalam industri kosmetik juga lebih lanjut dicari dan ditelaah sebagaimana tercantum pada Tabel 2

Tabel 2. Aplikasi surfaktan alami berbasis tumbuhan dalam sediaan kosmetik

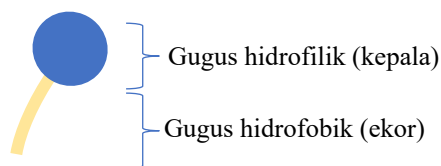
Aplikasi	Senyawa	Hasil	Referensi
Shampo	Saponin soapnut (<i>Sapindus mukorossi</i>)	Mampu menghasilkan kualitas rambut yang lebih baik dengan sedikit retakan pada permukaan rambut	(Panda et al., 2020)
	Saponin dari campuran ekstrak <i>Chenopodium quinoa</i> , <i>Glycine Max</i> , <i>Malpighia emarginata</i>	Mampu menghasilkan shampo dengan iritasi rendah	(Bezerra et al., 2023)
	Saponin <i>Persian Silk Tree</i>	- Menghasilkan shampo dengan penampilan yang jernih dan transparan berbau nyaman. - Deterjensi baik (57,74%) - Waktu pembasahan yang baik (165 detik) - Busa stabil setelah 60 menit	(Samadi et al., 2025)
	Saponin	- Mampu menghilangkan ketombe - Kompatibel dengan surfaktan sintetis seperti SLS	(Meshram et al., 2021)
Sabun	Saponin <i>S.dulcamara</i>	- Menurunkan iritasi hingga 40 – 50% - Menghasilkan profil reologi yang baik - Kemampuan menghasilkan busa tinggi	(Nizioł-Łukaszewska & Bujak, 2018)
	Saponin <i>V.tricolor</i>	- Menurunkan iritasi hingga 40 – 50% - Menghasilkan profil reologi yang baik - Kemampuan menghasilkan busa tinggi - Memiliki aktivitas antioksidan	(Nizioł-Łukaszewska & Bujak, 2018)
	Saponin <i>G. Glabra</i>	- Menurunkan iritasi hingga 40 – 50% - Menghasilkan profil reologi yang baik - Kemampuan menghasilkan busa tinggi	(Nizioł-Łukaszewska & Bujak, 2018)
Krim	Lesitin biji bunga matahari	- Tidak mengiritasi secara dermatologi - Memiliki sifat fisika dan aktivitas antimikroba yang baik	(Akçay et al., 2020)
	Lesitin	- Mampu menghasilkan krim sunscreen dengan sifat fisik yang optimal dengan kombinasi Tween 80	(Tania et al., 2022)
	Lesitin kedelai	- Menghasilkan basis krim dengan sifat fisik seperti viskositas, daya sebar, dan ukuran partikel yang optimal	(DJIJOBIE TCHIENOU et al., 2018)

Aplikasi	Senyawa	Hasil	Referensi
Emulsi	Lesitin kedelai	- Menghasilkan sediaan dengan tekstur yang baik - Meningkatkan indeks konsistensi, kelembaban	(Mercurio et al., 2020)
Nanoemulsi	Saponin teh	- Menghasilkan nanoscale droplet dengan diameter <200 nm) - Stabil pada variasi pH, garam, dan pH	(Zhu et al., 2019)
	Saponin <i>Quilaja bark</i>	- Mampu menghasilkan nanodroplet dengan diameter 220 nm	(Zhu et al., 2019)
Misel	Saponin <i>Millettia laurentii</i>	- Mampu menghasilkan partikel dengan ukuran nanometer - Mampu menghasilkan efisiensi enkapsulasi hingga 55%	(Lokole et al., 2024)
Liposome	Lesitin kedelai	- Mampu memberikan perlindungan SPF 50+ - Memiliki <i>skin adhesiveness</i> yang lebih baik - Meningkatkan fungsi perlindungan kulit	(Bernasqué et al., 2024)

PEMBAHASAN

Gambaran Umum Surfaktan

Surfaktan berasal dari kata *surface-active agent* merupakan senyawa kimia yang mampu ‘mengaktivasi’ permukaan dengan menurunkan tegangan permukaan. Senyawa ini memiliki gugus polar (hidrofilik) pada bagian kepala dengan gugus nonpolar (hidrofobik) pada bagian ekor yang memberikan kemampuan untuk berdifusi pada antarmuka dua fase baik antara udara/air atau pun air/minyak (Gambar 1).



Gambar 1. Struktur *surface-active agent* (surfaktan)

Surfaktan pada konsentrasi tertentu saat telah memenuhi permukaan akan membentuk misel. Titik ini disebut dengan *critical micelle concentration*. Misel merupakan agregat surfaktan dengan inti hidrofobik dan gugus hidrofilik pada permukaan. Hal ini dimanfaatkan dalam beberapa hal misalnya meningkatnya kemampuan pembersihan atau peningkatan kelarutan. Surfaktan yang baik mampu menurunkan tegangan permukaan air dari 72 mN/m ke 30 mN/m dan tegangan antarmuka antara air dan n-hexadecane dari 40 mN/m menjadi 1 mN/m (Moldes et al., 2021).

Klasifikasi surfaktan

Berbagai senyawa diketahui memiliki kemampuan sebagai surfaktan. Akan tetapi, belum ada klasifikasi resmi yang disepakati oleh seluruh peneliti terkait dengan hal tersebut. Terdapat beberapa klasifikasi umum surfaktan misalnya berdasarkan sumber produksinya atau pun muatan ioniknya. Berdasarkan sumber produksinya dapat dibagi menjadi surfaktan sintetis dan juga surfaktan alami. Surfaktan sintetis diproduksi dengan melibatkan reaksi kimia untuk menggabungkan rantai hidrofobik dengan grup hidrofilik. Sebagian besar surfaktan yang digunakan dalam industri kosmetik saat ini masuk ke dalam kategori ini. Beberapa contoh surfaktan sintetis adalah Tween, Span, Sodium lauryl sulfate, Poloxamer. Sementara surfaktan alami dapat dibagi lagi menjadi dua yaitu surfaktan yang berasal dari mikroba atau pun yang berasal dari tumbuhan. Beberapa contoh surfaktan alami yang berasal dari tumbuhan misalnya golongan saponin sedangkan beberapa golongan glikolipid seperti rhamnolipid dan sophorolipid merupakan contoh surfaktan yang dihasilkan oleh mikroba (Moldes et al., 2021).

Berdasarkan sifat ionik pada headgroups, surfaktan dibagi menjadi 4 kelompok sebagaimana terlampir pada Tabel 3 (Nagtode et al., 2023).

Tabel 3. Klasifikasi surfaktan berdasarkan kekuatan ionik pada bagian kepala

Klasifikasi	Deskripsi	Contoh surfaktan
Kationik	Surfaktan kationik memiliki muatan positif pada bagian kepala dan biasanya merupakan emulsifier yang baik. Surfaktan ini sering dimanfaatkan sebagai hand sanitizer.	methylbenzethonium and benzalkonium QA (quaternary ammonium)
Anionik	Surfaktan ini diidentifikasi dengan adanya gugus anionik pada bagian kepala surfaktan. Beberapa contoh gugus anionik adalah fosfat, sulfat, sulfonat, dan karboksilat. Surfaktan ini banyak digunakan pada produk shampo, pencuci baju, sabun cuci piring, dan lain sebagainya.	Sodium stearate, dioctyl sodium sulfosuccinate (DOSS), linear alkylbenzene sulfonates (LASs), dan sodium lauryl ether sulfate (SLES)
Nonionik	Surfaktan ini tidak mengalami ionisasi dalam kondisi berair sehingga memiliki stabilitas yang lebih baik. Surfaktan ini juga tidak terpengaruh oleh adanya elektrolit serta memiliki kompatibilitas yang luas dengan surfaktan lain. Surfaktan ini banyak dimanfaatkan dalam penghantaran obat.	Polyol esters, polyoxyethylene esters, dan poloxamers
Zwitterion	Surfaktan ini juga disebut sebagai surfaktan amphoteric yang mengandung gugus kationik dan anionik dalam molekul yang sama. Bagian anionik bisa bervariasi, sementara bagian kationik biasanya berupa amin primer, sekunder, tersier, atau pun kuarterner. Hal ini mengakibatkan surfaktan ini tahan terhadap perubahan pH.	Lauryl-N,N-(dimethylammonio)butyrate), surfactin, miltefosine, phospholipids, dan lauryldimethylamine N-oxide.

Karakterisasi

1. Pengukuran tegangan permukaan

Surfaktan yang baik dikarakterisasi berdasarkan kemampuannya dalam menurunkan tegangan permukaan antar fase. Pengukuran ini dapat dilakukan menggunakan tensiometer dengan simulasi

fase air dan minyak pada berbagai konsentrasi surfaktan. Pengukuran dilakukan dengan mengukur gaya yang dibutuhkan untuk menarik lapisan platinum. Selain itu, berbagai metode lain seperti drop shape tensiometer, Wihelmy plate, atau pun cincin Du Noüy juga dapat dilakukan untuk mengukur tegangan permukaan (Pradhan et al., 2022; Yekeen et al., 2020; Yu & He, 2018).

2. *Critical micelle concentration*

Critical micelle concentration (CMC) merupakan salah satu parameter kualitas dari sebuah surfaktan yang didefinisikan sebagai konsentrasi terkecil dimana surfaktan mengalami pembentukan misel. Parameter ini dapat dianalisis menggunakan beberapa teknik berbasis spektroskopik, tensiometri, dan konduktometri (Hasan et al., 2026).

Metode spektroskopi dapat dilakukan menggunakan kompleksasi iodine-misel. Larutan iodine dicampur dengan saponin pada volume berbeda dengan konsentrasi tertentu. Kemudian, sample akan dicatat absorbansinya pada panjang gelombang dengan rentang 200 – 500 nm. Hubungan linear antara absorbansi dan konsentrasi dapat dihasilkan dan dihitung nilai CMC nya. Selain iodine, kompleksasi menggunakan α -lipoic acid juga dapat dilakukan (Kanlayavattanukul et al., 2024).

CMC juga dapat diukur menggunakan tensiometri misalnya menggunakan Wihelmy plate. Nilai CMC didapatkan dengan menghitung titik perpotongan antara kurva datar pada konsentrasi tinggi dan kurva yang curam pada konsentrasi rendah, dalam isotherm tegangan antarmuka. Metode lainnya adalah dengan menggunakan konduktivitas. Prinsip pengujian ini adalah terjadinya proses ionisasi saponin yang dapat memberikan konduktivitas. Hubungan linear antara konduktivitas dan konsentrasi dapat dibuat dan CMC ditentukan pada titik onset tegangan permukaan menunjukkan hasil yang konstan dengan adanya perubahan konsentrasi (Scholz et al., 2018).

3. *Foamability*

Kemampuan pembentukan busa (*foamability*) dari larutan saponin dapat dievaluasi dengan mengalirkan udara ke dalam larutan melalui membran berpori. Membran yang umum digunakan adalah kaca sinter atau fritted glass dengan tingkat porositas tertentu. Busa yang terbentuk kemudian diukur berdasarkan tinggi terhadap waktu, yang sekaligus mencerminkan indeks stabilitas busa (Góral & Wojciechowski, 2020; Santini et al., 2019). Selain itu, morfologi busa dapat diamati menggunakan mikroskop optik dengan menempatkan tetesan busa di antara dua kaca objek yang dipisahkan oleh spacer setebal 0,2 mm. Ukuran gelembung selanjutnya dapat dianalisis menggunakan perangkat lunak ImageJ.

4. *Wettability*

Wettability merupakan kemampuan suatu larutan dapat tersebar pada permukaan padatan yang biasa direpresentasikan dengan sudut kontak. Sudut kontak merupakan sudut yang terbentuk antara antarmuka cairan-gas dan permukaan padatan pada garis kontak linear. Parameter ini mampu menggambarkan fenomena antarmuka terkait dengan interaksi antara cairan dan padatan. Nilai sudut

kontak yang kecil menunjukkan bahwa permukaan bersifat hidrofilik ($<90^\circ$) sementara sebaliknya sudut kontak yang besar menunjukkan sifat yang hidrofobik (Shah et al., 2026). Salah satu metode yang biasa digunakan adalah *sessile drop*. Metode ini salah satunya dimanfaatkan untuk pengukuran sudut kontak pada saponin yang dihasilkan dari soapnut (Yekeen et al., 2020).

5. *Emulsification index*

Pengukuran indeks emulsifikasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu senyawa dalam mengemulsi. Hal ini dapat dilakukan dengan mencampurkan sample dengan paraffin liquid kemudian digojog kuat selama 2 menit. Campuran kemudian didiamkan semalam hingga terjadi pemisahan antara emulsi dan fase berair. Perhitungan dilakukan menggunakan rasio antara tinggi dari emulsified layer terhadap total tinggi sediaan (Kanlayavattanakul et al., 2024).

Surfaktan alami berbasis tumbuhan dalam industri kosmetik

Surfaktan alami berbasis tumbuhan ditemukan dalam beberapa golongan metabolit sekunder. Selain itu, material ini juga tidak sedikit yang sudah dilakukan modifikasi menggunakan sintesis kimia untuk menghasilkan surfaktan yang lebih optimal. Beberapa golongan surfaktan alami berbasis tumbuhan akan dibahas lebih lanjut dalam bagian berikut.

1. Saponin

Saponin merupakan salah satu metabolit sekunder tumbuhan yang banyak dimanfaatkan baik dalam industri farmasi maupun kosmetik. Secara umum, saponin terbagi menjadi 3 kelompok triterpenoid saponin, steroid saponin, dan alkaloid saponin (Aziz et al., 2019). Sebagian besar golongan surfaktan alami berbasis tumbuhan termasuk dalam golongan saponin. Struktur saponin diidentifikasi dengan adanya aglikon steroidal atau triterpenoid yang terhubung dengan satu atau lebih rantai gula. Kombinasi struktur ini memberikan sifat amfifilik pada saponin dengan rantai gula yang bersifat polar sebagai bagian hidrofilik dan sapogenin yang bersifat non polar sebagai bagian hidrofobik (Meshram et al., 2021). Lebih lanjut, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Panda et al., 2020 diketahui bahwa gugus yang bekerja sebagai surfaktan pada saponin yang berasal dari soapnut merupakan 1-Butanol 3-Methyl formate.

Berbagai tumbuhan diketahui memiliki kandungan saponin dengan kemampuan surfaktan yang cukup baik. Berbagai tanaman diketahui mampu menjadi sumber saponin yang baik misalnya kulit red beet (*Beta vulgaris* L.), *Albizia procera*, soapnut (*Sapindus mukorossi*), *Chenipodium quinoa*, *Persian silk tree*, dan lainnya sebagaimana terdapat pada Tabel 1 (Bezerra et al., 2023; Panda et al., 2020; Pradhan et al., 2022; Ralla et al., 2019; Samadi et al., 2025).

Salah satu sumber tumbuhan kaya saponin yang banyak dimanfaatkan adalah Quillaja bark yang berasal dari pohon Molina. Saponin ini bahkan telah diproduksi oleh beberapa industri (Reichert et al., 2019). Penelitian terkini terkait dengan saponin Quillaja lebih berfokus pada pembentukan berbagai formulasi. Saponin Quillaja juga dikombinasikan dengan saponin lainnya seperti Tribulus

terrestris mampu menghasilkan nanoemulsi dengan karakteristik yang memuaskan (Schreiner et al., 2024).

Selain itu, beberapa tumbuhan lain juga memiliki kandungan saponin yang kaya dan menunjukkan kemampuan sebagai surfaktan yang baik. Teh (*Camellia sinensis*) merupakan salah satu sumber saponin yang cukup banyak diteliti karena tumbuhan tersedia secara luas dan cenderung murah sehingga mampu mengatasi permasalahan *sustainability*. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Yu & He, 2018), tidak hanya daun teh, namun bagian lain seperti biji teh juga dapat mengandung saponin dengan kemampuan yang relatif setara. Saponin teh merupakan pentasiklik triterpenoid yang tergolong dalam surfaktan nonionik. Senyawa ini memiliki nilai surfactant to oil ratio < 0.1 yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa saponin mampu bekerja dalam konsentrasi rendah untuk menghasilkan emulsi yang stabil. Saponin ini mampu menstabilisasi emulsi melalui kombinasi repulsi elektrostatis dan sterik (Cui et al., 2020; Zhu et al., 2019). Modifikasi terhadap saponin teh juga telah dilakukan dengan mereaksikan saponin dengan anionik foaming agent seperti asam suksinat sulfonat untuk membentuk surfaktan anionik dengan kemampuan surfakta yang lebih baik. *Foam performing index* dari turunan saponin teh ini lebih baik dibandingkan beberapa surfaktan sintetis lainnya seperti sodium dodecyl sulfate, cocamidopropyl hydroxyl sultaine and sodium alpha-olefin sulfonate (Fan et al., 2018).

Pemanfaatan saponin dalam industri kosmetik cukup luas. Shampo merupakan salah satu sediaan yang banyak diteliti dalam kaitannya dengan aplikasi saponin alami. Saponin yang berasal dari soapnut, mampu menghasilkan shampo dengan kualitas perbaikan rambut yang baik (Panda et al., 2020). Sementara penggunaan saponin dari campuran ekstrak *Chenopodium quinoa*, *Glycine Max*, *Malpighia emarginata* menunjukkan hasil yang memuaskan dengan tingkat iritasi yang rendah (Bezerra et al., 2023). Saponin Persian Silk tree juga menunjukkan formula shampo yang optimal baik dari kemampuan deterjensi, pembasahan, maupun foambility (Samadi et al., 2025).

Saponin dari beberapa tumbuhan seperti *S.dulcamar*, *V.tricolor*, dan *G.glabra* juga diformulasikan menjadi sediaan sabun mandi dan menunjukkan sediaan yang baik dari profil reologi dan juga pembusaan. Selain itu, saponin ini tidak hanya kompatibel dengan surfaktan sintetis seperti SLS, namun juga mampu menurunkan iritasi hingga 40 – 50%. Adanya efek antioksidan yang kuat terutama pada saponin *V. tricolor* mampu memberikan nilai tambah pada produk.

2. Phospholipid

Fosfolipid merupakan salah satu kelompok surfaktan alami berbasis tumbuhan yang banyak dimanfaatkan dalam formulasi kosmetik karena sifat amfifiliknya yang mendukung pembentukan dan stabilisasi emulsi. Lesitin merujuk pada kelompok fosfolipid alami yang diekstraksi dari berbagai sumber, baik tumbuhan maupun hewan. Kedelai menjadi sumber utama lesitin berbasis tumbuhan dan menyumbang sebagian besar produksi global. Dalam industri, lesitin dikenal sebagai emulsifier

dari kelompok fosfolipid bermassa molekul rendah. Nilai HLB lesitin berkisar antara 2 hingga 8, dengan nilai yang paling umum sekitar 7, sehingga memungkinkan penggunaannya dalam pembentukan emulsi tipe minyak dalam air (O/W) maupun air dalam minyak (W/O). Emulsi berbasis lesitin relatif stabil terhadap peningkatan suhu, namun menunjukkan ketidakstabilan pada pH di bawah 3 serta sangat sensitif terhadap penambahan elektrolit (Alhajj et al., 2020; Szaferksi et al., 2023; Thy et al., 2025).

Penelitian terkini berfokus pada produksi turunan lesitin dari lesitin alami untuk dapat meningkatkan efeknya dalam pembentukan suatu produk. Hidrolisis lesitin dari kedelai terbukti mampu meningkatkan kemampuan emulsifikasi dan juga peningkatan kelarutan dari lesitin (Reddy Jala et al., 2016). Hal serupa juga ditemukan pada lesitin yang dihasilkan dari biji bunga matahari maupun canola (Cabezas et al., 2016; Xie & Dunford, 2017).

Penggunaan lesitin dalam sediaan kosmetik sudah dikenal secara luas. Lesitin merupakan surfaktan alami yang memiliki kemampuan yang baik sebagai emulsifier, maka dari itu sebagian besar penggunaan lesitin diformulasikan ke dalam bentuk emulsi atau krim. Lesitin kedelai, maupun bunga matahari mampu menghasilkan sediaan krim dengan sifat fisika yang optimal baik dari segi reologis atau pun kenyamanan penggunaan (Akçay et al., 2020; Djiobie Tchienou et al., 2018). Hal serupa juga ditemukan pada lesitin kedelai yang diformulasikan dalam bentuk emulsi (Mercurio et al., 2020).

Selain golongan surfaktan alami yang murni berasal dari tumbuhan, beberapa peneliti juga mengklasifikasikan bahan alam yang direaksikan dengan bahan alami lainnya sebagai surfaktan alami. Misalnya decyl glucoside seringkali diklasifikasikan sebagai surfaktan alami yang sudah digunakan dalam berbagai produk kosmetik. Surfaktan ini merupakan turunan tumbuhan dengan mereaksikan glukosa dari pati jagung dan fatty alcohol decanol yang berasal dari kelapa (Azzahrah et al., 2022). Surfaktan ini diketahui memiliki stabilitas yang baik pada adanya stress thermal maupun ionik dengan CMC sekitar 1.0 mM (Abushuhel et al., 2026). Contoh lainnya adalah cocoamidopropyl yang merupakan surfaktan amfoterik betaine bio-based yang diproduksi dengan reaksi dimethylaminopropylamine dengan asam lemak (asam laurat) yang berasal dari berbagai sumber seperti coconut atau palm kernel oil (Moldes et al., 2021). Akan tetapi, surfaktan turunan tidak termasuk dalam ruang lingkup dalam artikel review ini.

Tantangan dan Prospek Pengembangan

Salah satu permasalahan utama yang disebabkan oleh surfaktan sintetis erat kaitannya dengan polusi lingkungan. Surfaktan sintetis diketahui memiliki toksisitas yang tinggi dengan biodegradabilitas yang rendah. Lebih lanjut hal ini akan merusak populasi mikroba perairan, membahayakan ikan dan kehidupan perairan lainnya (Arora et al., 2023; Johnson et al., 2021). Hal ini tidak lepas dari sifatnya yang sulit terdegradasi secara alami di alam. Bahkan degradasi parsial dari beberapa surfaktan justru

menunjukkan adanya toksisitas yang lebih tinggi. Selain efeknya pada lingkungan perairan, surfaktan sintetis seperti berbagai turunan tri-siloxane menunjukkan adanya efek negatif pada *survival rate* dari lebah madu. penggunaan SDS pada konsentrasi tertentu dapat memengaruhi kesehatan saluran cerna bagian bawah. Selain itu adanya sulfur dalam SDS juga mampu menyebabkan korosi. Surfaktan lain seperti CTAB menunjukkan adanya komponen ammonium kuartener yang menghambat aktivitas enzimatis. Tween 20 yang memiliki bagian hidrofobik yang besar mengakibatkan surfaktan mendestabilisasi udara sehingga menghasilkan tekanan yang tidak stabil dalam pembentukan foam yang stabil (Panda et al., 2020).

Surfaktan alami berbasis tumbuhan diketahui memiliki biodegradabilitas yang baik ditandai dengan tidak adanya senyawa yang tidak dapat dibiodegradasi (Cui et al., 2020). Senyawa yang berasal dari tumbuhan kaya akan gugus yang mudah mengalami biodegradasi sehingga mempersingkat *lifecycle*. Selain itu, senyawa saponin pada tumbuhan teridentifikasi bebas dari gugus yang bersifat korosif seperti -OH, -CO, -CN dengan bagian hidrofobik yang minimum (C-C, -CH) mampu memberikan keuntungan terhadap lingkungan (Panda et al., 2020). Pada penelitian yang dilakukan oleh (Lokole et al., 2024) toksisitas dari surfaktan yang dihasilkan saponin pada 5 tanaman Congolese memberikan profil hemolitik yang lebih rendah dibandingkan dengan surfaktan sintetis. Hal serupa juga ditemukan pada saponin yang dihasilkan dari tanaman Ritha (*Sapindus mukorossi* Gaertn.) bersifat tidak toksik dan tidak mengiritasi kulit (Pradhan & Bhattacharyya, 2017).

Senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan diketahui memiliki aktivitas yang cenderung luas. Hal ini merupakan salah satu kelebihan yang ditawarkan oleh surfaktan alami berbasis tumbuhan. Misalnya pada saponin yang berasal dari soapnut diketahui juga memiliki efek antimikroba (Panda et al., 2020). Sementara saponin yang dihasilkan oleh teh atau pun *Tribulus terrestris* juga menunjukkan adanya efek antioksidan (Cui et al., 2020; Schreiner et al., 2024). Adanya sinergisme aktivitas ini mampu mendukung surfaktan alami berbasis tumbuhan menjadi pilihan yang tepat.

Surfaktan alami berbasis tumbuhan juga mampu dikembangkan menjadi berbagai *novel delivery system* seperti misel. Sistem ini mampu memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan sistem konvensional. Peningkatan kelarutan dari senyawa dapat mengoptimalkan efek dan aktivitas dalam penggunaan. Salah satu contoh penelitian yang sudah dilakukan oleh (Lokole et al., 2024) Selain itu, surfaktan ini juga sudah banyak dimanfaatkan sebagai emulsifier pada nanoemulsi. Saponin dari Quillaja bark mampu menghasilkan nanoemulsi dengan ukuran partikel dalam ukuran nanometer dan stabilitas yang baik (Schreiner et al., 2024). Lesitin juga diketahui mampu diformulasikan ke dalam sediaan liposome multilamellar yang ditujukan sebagai sunscreen. Sediaan ini mampu memberikan efek SPF 50+ dengan tingkat adhesivitas yang tinggi pada kulit serta meningkatkan perlindungan barrier kulit (Bernasqué et al., 2024).

Berbagai kelebihan yang ditawarkan surfaktan alami berbasis tumbuhan tentu memberikan sebuah alternatif solusi. Akan tetapi, perpindahan secara total dari surfaktan sintetis ke alam mengalami berbagai tantangan. Salah satu tantangan utama adalah kaitannya dengan konsistensi performa fungsional produk. Bahan alami diketahui memberikan hasil yang variatif bergantung pada berbagai faktor lingkungan seperti cuaca, kondisi tanah, waktu panen, dan lain sebagainya (Mumeen et al., 2025). Selain itu, ekstraksi dan purifikasi yang dilakukan juga harus menjamin proses yang juga sustainable, mudah discale up, robust, dan reproduibel. Tantangan lainnya juga mengenai ketersediaan di alam yang terbatas. Maka dari itu, berbagai alternatif sumber saponin terus ditelaah (Schreiner et al., 2022).

SIMPULAN

Surfaktan alami berbasis tumbuhan berpotensi sebagai alternatif surfaktan sintetis dalam formulasi kosmetik. Golongan seperti saponin dan fosfolipid menunjukkan kemampuan dalam menurunkan tegangan permukaan, meningkatkan emulsifikasi, serta mendukung stabilitas sistem. Selain itu, surfaktan ini memiliki keunggulan dalam aspek keamanan dan keberlanjutan lingkungan. Penggunaannya juga telah dikembangkan dalam berbagai formulasi, termasuk dalam *novel delivery system* seperti liposom dan nanoemulsi. Namun, masih terdapat tantangan terkait konsistensi bahan baku dan stabilitas formulasi.

REFERENSI

- Abushuhel, M., Priya, G. P., Al-Hasnaawei, S., Ray, S., Pal, A., Sharma, R., Chauhan, A. S., & Amiri, S. (2026). Decyl glucoside as a sustainable surfactant for cosmetic formulations: environmental stability under hardness, pH, and temperature variations. *RSC Advances*, 16(2), 1600–1611. <https://doi.org/10.1039/D5RA08172F>
- Agredo, P., Rave, M. C., Echeverri, J. D., Romero, D., & Salamanca, C. H. (2019). An Evaluation of the Physicochemical Properties of Stabilized Oil-In-Water Emulsions Using Different Cationic Surfactant Blends for Potential Use in the Cosmetic Industry. *Cosmetics*, 6(1), 12. <https://doi.org/10.3390/cosmetics6010012>
- Akcay, T. T., Karadeniz, B., Sirin, N., Aydin, G., & Goksu, H. (2020). Use of Sunflower Seed Lecithin as an Emulsifier in Herbal Cream Preparation. *International Journal of Traditional and Complementary Medicine Research*, 1(3), 125–130.
- Alhajj, M. J., Montero, N., Yarce, C. J., & Salamanca, C. H. (2020). Lecithins from Vegetable, Land, and Marine Animal Sources and Their Potential Applications for Cosmetic, Food, and Pharmaceutical Sectors. *Cosmetics*, 7(4), 87. <https://doi.org/10.3390/cosmetics7040087>
- Arora, U., Khuntia, H. K., Chanakya, H. N., & Kapley, A. (2023). Surfactants: combating the fate, impact, and aftermath of their release in the environment. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(10), 11551–11574. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04549-2>

- Aziz, M. M. A. El, Ashour, A. S., & Melad, A. S. G. (2019). A review on saponins from medicinal plants: chemistry, isolation, and determination. *Journal of Nanomedicine Research*, 8(1), 6–12.
- Azzahrah, R., Rosita, N., Purwanto, D. A., & Soeratri, W. (2022). The Effect of Decyl Glucoside on Stability and Irritability of Nanostructured Lipid Carriers-Green Tea Extract as Topical Preparations. *JURNAL FARMASI DAN ILMU KEFARMASIAN INDONESIA*, 9(3), 220–228. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v9i32022.220-228>
- Bernasqué, A., Faure, C., Rezvani, H., & Cario, M. (2024). A new eco-friendly and water-resistant sunscreen agent: Lecithin-based multilamellar liposomes. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 23(3), 918–925. <https://doi.org/10.1111/jocd.16072>
- Bezerra, K. G. O., Meira, H. M., Veras, B. O., Stamford, T. C. M., Fernandes, E. L., Converti, A., Rufino, R. D., & Sarubbo, L. A. (2023). Application of Plant Surfactants as Cleaning Agents in Shampoo Formulations. *Processes*, 11(3), 879. <https://doi.org/10.3390/pr11030879>
- Cabezas, D. M., Diehl, B. W. K., & Tomás, M. C. (2016). Emulsifying properties of hydrolysed and low HLB sunflower lecithin mixtures. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(7), 975–983. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201500182>
- Cui, Q., Liu, J.-Z., Yu, L., Gao, M.-Z., Wang, L.-T., Wang, W., Zhao, X.-H., Fu, Y.-J., & Jiang, J.-C. (2020). Experimental and simulative studies on the implications of natural and green surfactant for extracting flavonoids. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122652. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122652>
- Dhakal, R., Basnet, N., & Bhattarai, A. (2024). Brief history of surfactants, their applications, and research in Nepal. *Damak Campus Journal*, 13(1), 33–41. <https://doi.org/10.3126/dcj.v13i1.74484>
- DJIOBIE TCHIENOU, G., TSATSOP TSAGUE, R., MBAM PEGA, T., BAMA, V., BAMSECK, A., DONGMO SOKENG, S., & NGASSOUM, M. (2018). Multi-Response Optimization in the Formulation of a Topical Cream from Natural Ingredients. *Cosmetics*, 5(1), 7. <https://doi.org/10.3390/cosmetics5010007>
- Djiobie Tchienou, G., Tsatsop Tsague, R., Mbam Pega, T., Bama, V., Bamseck, A., Dongmo Sokeng, S., & Ngassoum, M. (2018). Multi-Response Optimization in the Formulation of a Topical Cream from Natural Ingredients. *Cosmetics*, 5(1), 7. <https://doi.org/10.3390/cosmetics5010007>
- Fan, Z., Deng, Z., Wang, T., Yang, W., & Wang, K. (2018). Synthesis of Natural Tea-Saponin-Based Succinic Acid Sulfonate as Anionic Foaming Agent. *Journal of Surfactants and Detergents*, 21(3), 303–312. <https://doi.org/10.1002/jsde.12027>
- Gbadamosi, A., Badmus, S. O., Haruna, K., Patil, S., Kamal, M. S., Mahmoud, M., & Saleh, T. A. (2025). Surfactant applications in oil and gas industry: Efficiency, toxicity, and remediation techniques. *Journal of Molecular Liquids*, 427, 127440. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2025.127440>

- Góral, I., & Wojciechowski, K. (2020). Surface activity and foaming properties of saponin-rich plants extracts. *Advances in Colloid and Interface Science*, 279, 102145. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2020.102145>
- Hasan, Md. K., Khandaker, T., Hossain, M. S., Ibrahim, A. B. M., & Kawaguchi, S. (2026). Determination of Critical Micelle Concentration of Amphiphilic Surfactants: A Comprehensive Review. *Analytical Chemistry*, 98(13), 9453–9484. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5c06191>
- Jibrin, M. O., Liu, Q., Jones, J. B., & Zhang, S. (2021). Surfactants in plant disease management: A brief review and case studies. *Plant Pathology*, 70(3), 495–510. <https://doi.org/10.1111/ppa.13318>
- Johnson, P., Trybala, A., Starov, V., & Pinfield, V. J. (2021). Effect of synthetic surfactants on the environment and the potential for substitution by biosurfactants. *Advances in Colloid and Interface Science*, 288, 102340. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2020.102340>
- Kalinowska-Lis, U., & Mucha, P. (2026). Overview of the Composition of Cosmetic Preparations for Intimate Hygiene. *Applied Sciences*, 16(5), 2293. <https://doi.org/10.3390/app16052293>
- Kanlayavattanakul, M., Mersni, D., & Lourith, N. (2024). Plant-derived saponins and their prospective for cosmetic and personal care products. *Botanical Studies*, 65(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s40529-024-00438-8>
- Khokale, S. K., Ahire, H. R., Jadhav, M. M., Shinde, C. K., & Chaudhari, S. R. (2026). Review on the Use of Niosomes as a Potential Formulation for Skin Health. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 1(23), 141. <https://doi.org/10.13005/bbra/3486>
- Lokole, P. B., Ngombe, N. K., Motomba, D. I., Safari, J. B., Mpuza, M. K., Krause, R. W. M., Mutwale, P. K., & Nkanga, C. I. (2024). Preparation and characterization of micellar nanoparticles using crude saponins from five Congolese plant species. *Pharmaceutical Science Advances*, 2, 100055. <https://doi.org/10.1016/j.pscia.2024.100055>
- Mawazi, S. M., Ann, T. J., & Widodo, R. T. (2022). Application of Niosomes in Cosmetics: A Systematic Review. *Cosmetics*, 9(6), 127. <https://doi.org/10.3390/cosmetics9060127>
- Mayefis, D., Febriana, A., Ghiffari, H. D., & Utami, R. T. (2024). Formulasi Sediaan Blush On dari Ekstrak Bunga Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*). *FASKES: Jurnal Farmasi, Kesehatan, Dan Sains*, 2(2), 8–19.
- McMullen, R. L., & Dell'Acqua, G. (2023). History of Natural Ingredients in Cosmetics. *Cosmetics*, 10(3), 71. <https://doi.org/10.3390/cosmetics10030071>
- Mercurio, D. G., Calixto, L. S., & Campos, P. M. B. G. M. (2020). Optimization of cosmetic formulations development using Box-Behnken design with response surface methodology: physical, sensory and moisturizing properties. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 56. <https://doi.org/10.1590/s2175-97902020000318502>

- Mesgarzadeh, I., Akbarzadeh, A. R., & Rahimi, R. (2017). Surface-Active Properties of Solvent-Extracted *Panax ginseng* Saponin-Based Surfactants. *Journal of Surfactants and Detergents*, 20(3), 609–614. <https://doi.org/10.1007/s11743-017-1940-1>
- Meshram, P. D., Shingade, S., & Madankar, C. S. (2021). Comparative study of saponin for surfactant properties and potential application in personal care products. *Materials Today: Proceedings*, 45, 5010–5013. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.448>
- Mohamed, D. E., El-Tabey, A. E., Mishrif, M. R., El-Tabey, A. S., & Elsharaky, E. A. (2025). Surfactants in Our Daily Life. *Egyptian Journal of Women and Family Research*, 1(1), 11–28. <https://doi.org/10.21608/ejwfr.2025.417065.1006>
- Moldes, A. B., Rodríguez-López, L., Rincón-Fontán, M., López-Prieto, A., Vecino, X., & Cruz, J. M. (2021). Synthetic and Bio-Derived Surfactants Versus Microbial Biosurfactants in the Cosmetic Industry: An Overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(5), 2371. <https://doi.org/10.3390/ijms22052371>
- Mumeen, A. Y., Babarinde, G. O., & Abioye, V. F. (2025). Characterization of lecithin produced from Nigerian soybean (*Glycine max*) and sesame (*Sesamum indicum*) varieties: yield, quality and functional properties. *Discover Food*, 5(1), 104. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00401-x>
- Nadeeshani Dilhara Gamage, D. G., Dharmadasa, R. M., Chandana Abeysinghe, D., Saman Wijesekara, R. G., Prathapasinghe, G. A., & Someya, T. (2022). Global Perspective of Plant-Based Cosmetic Industry and Possible Contribution of Sri Lanka to the Development of Herbal Cosmetics. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022, 1–26. <https://doi.org/10.1155/2022/9940548>
- Nagtode, V. S., Cardoza, C., Yasin, H. K. A., Mali, S. N., Tambe, S. M., Roy, P., Singh, K., Goel, A., Amin, P. D., Thorat, B. R., Cruz, J. N., & Pratap, A. P. (2023). Green Surfactants (Biosurfactants): A Petroleum-Free Substitute for Sustainability—Comparison, Applications, Market, and Future Prospects. *ACS Omega*, 8(13), 11674–11699. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c00591>
- Nizioł-Lukaszewska, Z., & Bujak, T. (2018). Saponins as Natural Raw Materials for Increasing the Safety of Bodywash Cosmetic Use. *Journal of Surfactants and Detergents*, 21(6), 767–776. <https://doi.org/10.1002/jsde.12168>
- Panda, A., Kumar, A., Mishra, S., & Mohapatra, S. S. (2020). Soapnut: A replacement of synthetic surfactant for cosmetic and biomedical applications. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 17, 100297. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2020.100297>
- Prabhjot Kaur. (2025). Role of surfactants in cosmetic industry. *International Journal of Science and Research Archive*, 14(1), 1599–1604. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2025.14.1.0136>

- Pradhan, A., & Bhattacharyya, A. (2017). Quest for an eco-friendly alternative surfactant: Surface and foam characteristics of natural surfactants. *Journal of Cleaner Production*, 150, 127–134. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.013>
- Pradhan, A., Bhuyan, S., Chhetri, K., Mandal, S., & Bhattacharyya, A. (2022). Saponins from *Albizia procera* extract: Surfactant activity and preliminary analysis. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 643, 128778. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.128778>
- Ralla, T., Salminen, H., Wolfangel, T., Edelmann, M., Dawid, C., Hofmann, T., & Weiss, J. (2019). Value addition of red beet (*Beta vulgaris* L.) by-products: Emulsion formation and stability. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(3), 619–625. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13886>
- Reddy Jala, R. C., Chen, B., Li, H., Zhang, Y., Cheong, L.-Z., Yang, T., & Xu, X. (2016). Enzymatic preparation and characterization of soybean lecithin-based emulsifiers. *Grasas y Aceites*, 67(4), e168. <https://doi.org/10.3989/gya.0571161>
- Reichert, C. L., Salminen, H., & Weiss, J. (2019). *Quillaja* Saponin Characteristics and Functional Properties. *Annual Review of Food Science and Technology*, 10(1), 43–73. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-122010>
- Ribeiro, B. G., Guerra, J. M. C., & Sarubbo, L. A. (2020). Biosurfactants: Production and application prospects in the food industry. *Biotechnology Progress*, 36(5). <https://doi.org/10.1002/btpr.3030>
- Romero Vega, G., & Gallo Stampino, P. (2025). Bio-Based Surfactants and Biosurfactants: An Overview and Main Characteristics. *Molecules*, 30(4), 863. <https://doi.org/10.3390/molecules30040863>
- Samadi, S., Amani, H., Najafpour, G. D., Kariminezhad, H., & Banaei, A. (2025). Development of shampoo formulations using plant/microbial biosurfactants as an alternative to shampoos formulated with harsh synthetic surfactants. *Journal of Surfactants and Detergents*, 28(3), 463–478. <https://doi.org/10.1002/jsde.12814>
- Santini, E., Jarek, E., Ravera, F., Liggieri, L., Warszynski, P., & Krzan, M. (2019). Surface properties and foamability of saponin and saponin-chitosan systems. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 181, 198–206. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.05.035>
- Sar, P., Ghosh, A., Scarso, A., & Saha, B. (2019). Surfactant for better tomorrow: applied aspect of surfactant aggregates from laboratory to industry. *Research on Chemical Intermediates*, 45(12), 6021–6041. <https://doi.org/10.1007/s11164-019-04017-6>
- Scholz, N., Behnke, T., & Resch-Genger, U. (2018). Determination of the Critical Micelle Concentration of Neutral and Ionic Surfactants with Fluorometry, Conductometry, and Surface Tension—A

- Method Comparison. *Journal of Fluorescence*, 28(1), 465–476. <https://doi.org/10.1007/s10895-018-2209-4>
- Schreiner, T. B., Dias, M. M., Barreiro, M. F., & Pinho, S. P. (2022). Saponins as Natural Emulsifiers for Nanoemulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(22), 6573–6590. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c07893>
- Schreiner, T. B., Santamaria-Echart, A., Peres, A. M., Dias, M. M., Pinho, S. P., & Barreiro, M. F. (2024). Study of binary mixtures of *Tribulus terrestris* extract and *Quillaja bark* saponin as oil-in-water nanoemulsion emulsifiers. *Journal of Surfactants and Detergents*, 27(1), 123–133. <https://doi.org/10.1002/jsde.12710>
- Shah, S. K., Bhattarai, R., Gautam, S., Shah, P., & Bhattarai, A. (2026). Wetting Behavior of Cationic and Anionic Surfactants on Hydrophobic Surfaces: Surface Tension and Contact Angle Measurements. *Colloids and Interfaces*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.3390/colloids10010008>
- Sharma, P., Saini, M. K., Prasad, J., & Gour, V. S. (2019). Evaluation of Robustness of the Biosurfactant Derived from *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. *Journal of Surfactants and Detergents*, 22(2), 403–408. <https://doi.org/10.1002/jsde.12249>
- Szaferski, W., Mitkowski, P. T., & Janczarek, M. (2023). Production of cosmetic emulsions based on plant biocomponents. *Chemical and Process Engineering: New Frontiers*, 42–42. <https://doi.org/10.24425/cpe.2023.147401>
- Tania, B. L., Dwiastuti, R., Lestari, A. B. S., & Setyaningsih, D. (2022). Sunscreen Cream Formulation of Noni Leaf Extract (*Morinda citrifolia* L.) with Emulsifier Combination of Tween 80 and Lecithin. *JURNAL FARMASI DAN ILMU KEFARMASIAN INDONESIA*, 9(3), 262–271. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v9i32022.262-271>
- Thompson, C. J., Ainger, N., Starck, P., Mykhaylyk, O. O., & Ryan, A. J. (2023). Shampoo Science: A Review of the Physiochemical Processes behind the Function of a Shampoo. *Macromolecular Chemistry and Physics*, 224(3). <https://doi.org/10.1002/macp.202200420>
- Thy, L. T. M., Duy, H. K., & Dat, N. M. (2025). Applications of lecithin in emulsion stabilization and advanced delivery systems in cosmetics: A mini-review. *Results in Surfaces and Interfaces*, 19, 100543. <https://doi.org/10.1016/j.rsurfi.2025.100543>
- Ulaganathan, V., Del Castillo, L., Webber, J. L., Ho, T. T. M., Ferri, J. K., Krasowska, M., & Beattie, D. A. (2019). The influence of pH on the interfacial behaviour of *Quillaja bark* saponin at the air-solution interface. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 176, 412–419. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.01.017>
- Warnida, H., Nurhasnawati, H., Sukawaty, Y., & Ardhitia. (2025). Aktivitas dan Stabilitas Fisik Lotion Tabir Surya dari Ekstrak Daun Rambai. *FASKES : Jurnal Farmasi, Kesehatan, Dan Sains*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.32665/faskes.v3i1.3007>

- Xiao, A., Yang, Y., Liu, X., Shen, C., & Meng, Q. (2024). Formulation of rhamnolipid-containing cosmetics without sulfate surfactants: A rheology and stability study. *Journal of Surfactants and Detergents*, 27(3), 355–365. <https://doi.org/10.1002/jsde.12733>
- Xie, M., & Dunford, N. T. (2017). Lipid composition and emulsifying properties of canola lecithin from enzymatic degumming. *Food Chemistry*, 218, 159–164. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.074>
- Yekeen, N., Malik, A. A., Idris, A. K., Reepei, N. I., & Ganie, K. (2020). Foaming properties, wettability alteration and interfacial tension reduction by saponin extracted from soapnut (*Sapindus Mukorossi*) at room and reservoir conditions. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 195, 107591. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2020.107591>
- Yu, X.-L., & He, Y. (2018). Development of a Rapid and Simple Method for Preparing Tea-Leaf Saponins and Investigation on Their Surface Tension Differences Compared with Tea-Seed Saponins. *Molecules*, 23(7), 1796. <https://doi.org/10.3390/molecules23071796>
- Zhu, Z., Wen, Y., Yi, J., Cao, Y., Liu, F., & McClements, D. J. (2019). Comparison of natural and synthetic surfactants at forming and stabilizing nanoemulsions: Tea saponin, Quillaja saponin, and Tween 80. *Journal of Colloid and Interface Science*, 536, 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2018.10.024>