



OPTIMASI FORMULA *MICELLAR WATER* EKSTRAK BILBERRY (*Vaccinium Myrtillus* L.) DENGAN VARIASI HUMEKTANT MENGUNAKAN METODE *SIMPLEX LATTICE DESIGN* (SLD)

Sharon Susanto^{1*}

¹ Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Katolik
Indonesia Atma Jaya, Jakarta Utara, Jakarta

*Email Korespondensi : sharon.susanto@atmajaya.ac.id

ABSTRAK

Micellar water merupakan salah satu bentuk sediaan kosmetik berbasis air yang mampu membersihkan wajah secara efektif tanpa perlu dibilas. Dalam penelitian ini, dikembangkan formulasi *micellar water* menggunakan ekstrak bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) yang dikenal memiliki aktivitas antioksidan serta kombinasi humektan gliserin dan propilen glikol. Tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan konsentrasi humektan dalam sediaan menggunakan metode *Simplex Lattice Design* (SLD). Ekstrak bilberry terlebih dahulu dilakukan skrining fitokimia untuk mengidentifikasi metabolit sekunder aktif. Hasil menunjukkan adanya kandungan flavonoid, polifenol, tanin, triterpenoid, dan saponin. Seluruh formula diuji kualitas fisik meliputi organoleptis, pH, viskositas, tinggi busa, dan stabilitas busa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua formula memenuhi kriteria standar mutu kosmetik. Analisis SLD menunjukkan bahwa variasi konsentrasi gliserin dan propilen glikol hanya memberikan pengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap tinggi busa. Formula optimal diperoleh dari kombinasi 9,75% propilen glikol dan 5,25% gliserin dengan nilai desirabilitas 1,000. Dengan demikian, formulasi ini berpotensi sebagai produk pembersih wajah alami yang efektif, ringan, dan aman untuk kulit.

Kata kunci : *Micellar water*, *Vaccinium myrtillus* L., humektan, *Simplex Lattice Design* (SLD)

OPTIMIZATION OF BILBERRY EXTRACT (*Vaccinium myrtillus* L.) MICELLAR WATER FORMULATION WITH HUMECTANT VARIATION USING THE *SIMPLEX LATTICE DESIGN* (SLD) METHOD

ABSTRACT

*Micellar water is a water-based cosmetic formulation designed to cleanse the face effectively without the need for rinsing. This study aimed to develop and optimize a micellar water formulation containing bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) extract—known for its antioxidant properties—combined with humectants glycerin and propylene glycol. The optimization process was carried out using the Simplex Lattice Design (SLD) method. Phytochemical screening of the bilberry extract confirmed the presence of active secondary metabolites including flavonoids, polyphenols, tannins, triterpenoids, and saponins. Five formulations were evaluated based on organoleptic properties, pH, viscosity, foam height, and foam stability. All formulations met standard cosmetic specifications. SLD analysis indicated that variations in humectant concentration only statistically significant effect ($p < 0.05$) on the foam height parameter. The optimal formula was identified with a combination of 9.75% propylene glycol and 5.25% glycerin, achieving a desirability value of 1.000. In conclusion, this formulation shows great potential as a natural, effective, and skin-friendly micellar water product.*

Keywords : *Micellar water, *Vaccinium myrtillus* L., humectants, Simplex Lattice Design (SLD)*

PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi di perkotaan, termasuk Jakarta. Parameter kualitas udara ditentukan oleh berbagai jenis cemaran misalnya partikel mikro (PM2.5), karbon monoksida, atau pun nitrogen dioksida. Kualitas udara di Jakarta tercatat melebihi batas aman oleh *World Organization Health* (Anandari et al., 2024). Bahkan diketahui bahwa Jakarta merupakan wilayah dengan kualitas udara terburuk yang digambarkan dengan nilai PM2.5 tertinggi di Indonesia (Syuhada et al., 2023). Hal ini mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan, mulai dari kesehatan pernafasan seperti COPD (*Chronic Obstructive Pulmonary Disease*), batuk mengi, asma dan berbagai penyakit lainnya (Manisalidis et al., 2020). Selain itu, polusi udara juga mampu menyebabkan berbagai permasalahan pada kesehatan kulit misalnya jerawat, hiperpigmentasi, atopik dermatitis, dan psoriasis (Roberts, 2021). Maka dari itu, salah

satu pencegahan yang dapat dilakukan adalah melakukan pembersihan wajah secara optimal.

Berbagai produk pembersih wajah tersedia di pasaran, mulai dari *milk cleanser*, toner, maupun *micellar water* (Norazman & Anuar, 2020). *Micellar water* merupakan salah satu penerapan teknologi dalam sediaan kosmetik sehingga mampu bekerja sebagai pembersih wajah berbasis air (Mohd-Setapar et al., 2022). Misel adalah agregat surfaktan yang terbentuk ketika jumlah surfaktan pada permukaan telah terisi. Adanya agregat surfaktan yang membentuk misel mampu meningkatkan kemampuan dalam membersihkan. Selain itu, salah satu kelebihan utama sediaan ini adalah tidak perlu dibilas kembali dengan air (Taieb et al., 2021). Penambahan bahan aktif berbasis alam mampu memberikan nilai tambah terhadap produk. Salah satu bahan yang tepat digunakan dalam produk *micellar water* adalah antioksidan untuk meningkatkan kesehatan kulit. Ekstrak billberry merupakan salah satu ekstrak yang diketahui memiliki antocyanidin yang memiliki efek antioksidan yang tinggi (Bayazid et al., 2021; Nobile et al., 2024; Vtorushina & Nikonova, 2016).

Tekstur dalam kosmetik memberikan peran yang sangat penting untuk konsumen. Hal ini dipengaruhi oleh adanya komponen humektan yang juga digunakan dalam formulasi *micellar water*. Humektan bekerja dengan mempertahankan kelembaban dan juga memberikan viskositas yang sesuai pada kulit pengguna (Crowther, 2021). Beberapa jenis humektan yang sering digunakan adalah berbagai golongan gula alkohol seperti propilen glikol, gliserin, sorbitol (Raymond C R, Paul J S, 2009). Selain itu, penggunaan humketan alami juga bisa digunakan seperti *rose water* (Sisodia et al., 2025). Maka dari itu, untuk menghasilkan sediaan yang optimal, maka perlu dilakukan optimasi konsentrasi humektan dalam sediaan.

Simplex Lattice Design merupakan salah satu pendekatan *design of experiment* yang mampu menghasilkan rentang formula tertentu yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan (European Medicines Agency, 2017). *Simplex Lattice Design* digunakan untuk komponen yang berjumlah 100%. Maka dari itu penggunaan *Simplex Lattice Design* merupakan metode yang tepat untuk mengoptimalkan konsentrasi eksipien dalam suatu sediaan. Beberapa penelitian telah membuktikan keberhasilan ini seperti optimasi konsentrasi humektan dari essence Kombucha maupun lotion ekstrak daun Jambu Biji (Azmi et al., 2021; Ningrum et al., 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan sediaan *micellar water* yang mengandung bahan alam menjadi kritikal. Pemanfaatan ekstrak bilberry (*Vaccinium myrtillus*) sebagai sumber antioksidan alami menjadi langkah yang relevan dalam meningkatkan fungsi sediaan. Humektan turut berperan penting dalam menentukan karakteristik fisik dan kenyamanan penggunaan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan sediaan *micellar water* berbasis ekstrak bilberry dengan optimasi konsentrasi humektan menggunakan metode *Simplex Lattice Design*.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat : Viscometer HAAKE Viscotester D, pH meter (Mettler Toledo), alat gelas laboratorium

Bahan : Ekstrak Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) ex Xi'an Lanshan Biotechnology Co., Ltd, cocoamidopropyl betaine, gliserin, propilen glikol, DMDM Hydantoin, aquadest, reagen Mayer-Wagner, reagen Dragendorf, HCl, etanol, HCl, H₂SO₄, serbuk magnesium, reagen FeCl₃ 5%, gelatin 1%, kloroform, asam asetat anhidrat

Rancangan Penelitian

1. Penentuan *Critical Micelle Concentration* Cocoamidopropyl Betaine

Penentuan critical micelle concentration dilakukan menggunakan metode pengukuran tegangan permukaan menggunakan metode tetesan. Cocoamidopropyl betaine dibuat dalam serial konsentrasi. Pengujian tegangan permukaan dilakukan menggunakan metode tetesan (Ali et al., 2023). Sample dimasukkan ke dalam buret 50 mL dan kemudian diteteskan sebanyak 5 mL sambil dihitung jumlah tetesan yang terjadi. Hasil jumlah tetesan kemudian dihitung menggunakan rumus

$$\gamma_2 = \frac{n_1 \rho_2}{n_2 \rho_1} \gamma_1$$

Dimana γ_2 adalah tegangan antarmuka sample, γ_1 adalah tegangan antarmuka air, n_1 adalah jumlah tetesan air, n_2 adalah jumlah tetesan sample, ρ_1 adalah massa jenis air, ρ_2 adalah massa jenis sample.

Hasil tegangan permukaan terhadap konsentrasi kemudian diplot pada grafik untuk menetapkan nilai *critical micelle concentration* dari cocoylamidopropyl betaine.

2. Skrinning Fitokimia Ekstrak Billberry

Ekstrak billberry didapatkan dari Xi'an Lanshan Biotechnology Co., Ltd dan dilakukan pengujian fitokimia untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder.

2.1. Uji Flavonoid

Pengujian flavonoid dilakukan dengan menimbang sample sebanyak 0,1 gram kemudian ditambahkan 2 mL ethanol 70% dan dikocok hingga homogen. Campuran kemudian dipanaskan dan disaring. Kemudian ditambahkan 0,1 g serbuk magnesium dan 2 tetes HCl pekat ke dalam filtrat. Hasil positif ditunjukan dengan terbentuk larutan berwarna merah (Hadi et al., 2023).

2.2. Uji Alkaloid

Sebanyak 0,1 g sample ditambahkan 2 mL kloroform dan 2 mL amonia, dipanaskan di atas penangas air, dikocok, dan disaring. Filtrat yang diperoleh dibagi menjadi 3, masing-masing ditambahkan 3 tetes H_2SO_4 dan dihomogenisasi lalu didiamkan hingga terpisah. Filtrat diambil dan diuji dengan reagen Dragendorff dan reagen Mayer-wagner. Hasil positif pada pengujian menggunakan reagen Dragendorff ditunjukkan dengan terbentuknya endapan merah. Sementara endapan putih kekuningan dan coklat akan terbentuk apabila sample yang mengandung alkaloid diuji dengan reagen Mayer-Wagner (Wowor et al., 2022).

2.3. Uji Saponin

Pengujian senyawa saponin dilakukan dengan menimbang 0,1 gram ekstrak kemudian ditambahkan 10 mL air dan dididihkan. Hasil didiamkan hingga suhu ruang kemudian dikocok dan didiamkan 15 menit. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya busa (Hadi et al., 2023).

2.4. Uji Steroid/Triterpenoid

Sebanyak 0,1 g ekstrak ditambahkan asam asetat glasial dan 2 tetes H_2SO_4 . Campuran dikocok dan didiamkan selama beberapa saat. Hasil diamati, terbentuknya warna merah atau ungu menunjukkan adanya triterpenoid, sementara terbentuknya warna biru atau hijau menunjukkan adanya kandungan steroid (Wowor et al., 2022).

2.5. Uji Tanin

Sebanyak 1 g sample dilarutkan ke dalam etanol dan ditambahkan 3 tetes gelatin 1%. Hasil diamati, terbentuknya endapan menunjukkan adanya senyawa tanin pada ekstrak (Pangisian et al., 2022).

2.6. Uji Fenolik

Sebanyak 1 g sample dilarutkan ke dalam etanol dan ditambahkan 3 tetes FeCl_3 1%. Hasil diamati, terbentuknya warna coklat kehijauan atau biru kehitaman menunjukkan adanya senyawa fenolik pada ekstrak (Pangisian et al., 2022).

3. Formulasi *Micellar water* Ekstrak Billberri

Sediaan *micellar water* dibuat dengan cara melarutkan cocoamidopropyl betaine dengan akuades menggunakan *magnetic stirrer*. Kemudian ke dalam campuran yang sama ditambahkan propilenglikol dan gliserin sesuai konsentrasi pada formula. Campuran kemudian dimasukkan dalam 2/3 aqudest total, diaduk hingga jernih dan homogen dengan pada suhu ruang. Selanjutnya ditambahkan DMDM *Hydantoin* sambil diaduk. Pada wadah terpisah, ekstrak dilarutkan di dalam akuades, kemudian dimasukkan ke dalam campuran sebelumnya. Sediaan ditambah *aqudest* hingga tanda batas yang sesuai. Campuran diaduk sampai rata dan menghasilkan sediaan yang jernih berwarna merah muda. Formula dapat dilihat pada tabel I.

Tabel I Formula *Micellar Water* Ekstrak Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.)

No	Bahan	F1	F2	F3	F4	F5
1	Ekstrak Billberry	0,35%	0,35%	0,35%	0,35%	0,35%
2	Cocoamidopropyl betaine	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
3	Propilen Glikol	3%	5,25%	7,5%	9,75%	12%
4	Gliserin	12%	9,75%	7,5%	5,25%	3%
5	DMDM Hydantoin	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
6	Akuades	Ad to 100%	Ad to 100%	Ad to 100%	Ad to 100%	Ad to 100%

4. Pengujian Mutu produk

4.1. Organoleptis

Evaluasi organoleptis dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap penampilan, warna, dan bau dari sediaan miselar water.

4.2. pH

Pengujian pH dilakukan menggunakan pHmeter terkalibrasi dengan mencelupkan elektroda ke dalam 25 mL sample. Berdasarkan standard nasional indonesia, rentang pH uang dapat diterima adalah 4.5 hingga 7.8 (Badan Standarisasi Nasional, 2017).

4.3. Uji Tinggi Busa

Untuk menentukan tinggi busa, sebanyak 1 gram sample ditambahkan 9 mL akuades dalam tabung reaksi. Tabung reaksi kemudian ditutup dan dikocok menggunakan vortex selama 5 menit pada kondisi yang tetap. Tinggi busa kemudian diukur. Berdasarkan standard SNI, tinggi busa antara 13 mm dan 220 mm dianggap memuaskan (Badan Standarisasi Nasional, 2017).

4.4. Uji Stabilitas Busa

Setelah busa terbentuk, tabung reaksi dibiarkan selama 5 menit. Kemudian, dihitung kembali tinggi busa yang dihasilkan dan dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\text{Foam Stability Test} = \frac{\text{Tinggi busa akhir}}{\text{Tinggi busa awal}} \times 100\%$$

Formulasi dianggap mampu menghasilkan syabilitas busa yang baik bila memberikan hasil 60% - 100% (Badan Standarisasi Nasional, 2017).

4.5. Uji Viskositas

Viskositas diukur menggunakan viskometer Brookfield untuk menentukan sifat alir dari formulasi. Masing-masing sample diukur sebanyak 3 kali pada suhu ruang ($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Analisis data

Pengaruh variasi komponen yang dioptimasi terhadap parameter fisik sediaan dilakukan secara deskriptif terhadap uji organoleptis sedangkan analisis data dilakukan dengan dengan software Design Expert 13. Hasil analisis software akan mendapatkan nilai signifikasi berdasarkan statistik *one way ANOVA*, persamaan polinomial serta *contour plot*. Persamaan polynomial yang didapatkan adalah sebagai berikut:

$$Y = (A) + (B) + (A)(B)$$

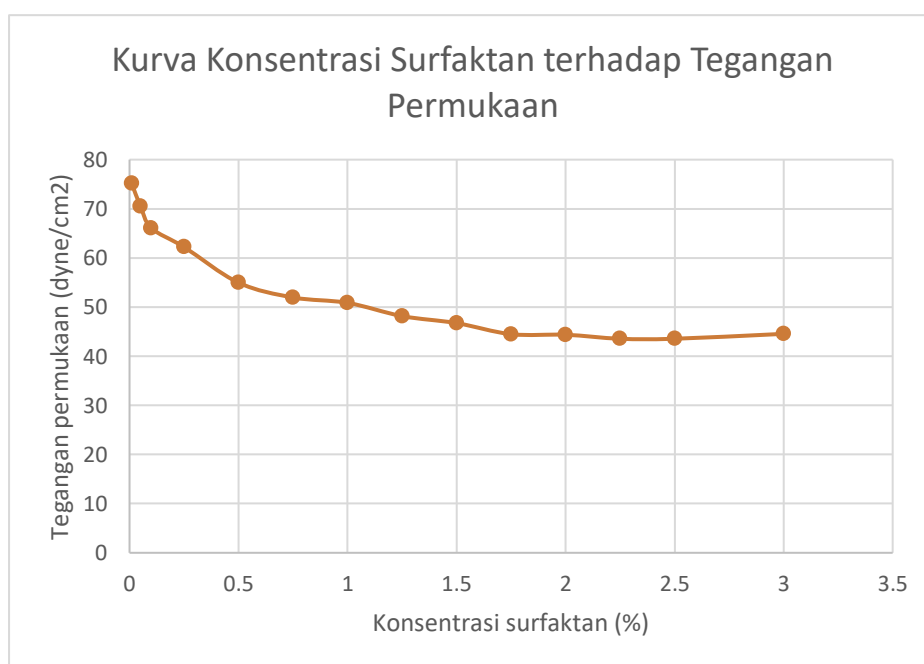
Keterangan: Y = hasil uji, A = Propilen Glikol yang dioptimasi, B = Gliserin yang dioptimasi, (AB) = campuran komponen yang dioptimasi.

Pengaruh variasi komponen dapat dianalisis berdasarkan persamaan polinomial dan nilai signifikasi yang didapatkan. Adanya perbedaan yang bermakna apabila memiliki signifikasi kurang dari 0,05 ($P < 0,05$). Pengaruh masing masing komponen humektan dan interaksinya terhadap parameter uji dianalisis pada persamaan polinomial dan *contour plot*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Miselar water merupakan salah satu jenis kosmetik yang mampu membersihkan muka dengan basis air. Hal ini memberikan keuntungan berupa kenyamanan penggunaan dibandingkan dengan facial cleanser yang berbasis minyak. Selain itu, sediaan ini juga memiliki resiko minimal dalam mengakibatkan iritasi dibandingkan pembersih wajah lainnya (Norazman & Anuar, 2020). Miselar water memanfaatkan terbentuknya misel, agregat surfaktan yang mampu dengan mudah menyerap partikel-partikel bersifat lipofilik seperti kotoran maupun make up di wajah (Skadiņa et al., 2024; Taieb et al., 2021).

Misel dibentuk menggunakan surfaktan cocoamidopropyl betaine. Surfaktan ini merupakan turunan cocoyl diketahui salah satu kelebihan utama surfaktan ini adalah mudah larut air dan juga bersifat lembut di kulit (Petrovska et al., 2019). Sebelum melakukan proses formulasi miselar water, dilakukan pengujian nilai CMC. Nilai CMC merupakan titik terbentuknya misel, yang terjadi ketika surfaktan sudah menutupi permukaan antarmuka cairan dan udara. Hal ini ditandai dengan nilai tegangan antarmuka yang stabil. Pengujian CMC dilakukan menggunakan metode tetesan. Metode ini merupakan metode yang lebih efisien serta telah terbukti mampu memberikan hasil yang memuaskan (Ali et al., 2023).



Gambar I Kurva Tegangan Permukaan terhadap Konsentrasi Cocoamidopropyl Betaine

Pengujian tegangan permukaan dengan metode ini merupakan simplifikasi dari metode bobot tetesan. Nilai CMC ditentukan berdasarkan nilai dimana nilai tegangan permukaan sudah tetap. Hasil yang didapatkan berupa nilai CMC sebesar 1,75% sebagaimana terlihat pada gambar I. Konsentrasi yang digunakan pada sediaan ini adalah sebesar 2,0% untuk memastikan sediaan sudah membentuk misel yang sempurna.

Ekstrak bilberry (*Vaccinium myrtillus*) diketahui memiliki berbagai aktivitas farmakologi seperti antioksidan dan juga anti inflamasi. Hal ini menjadikan ekstrak bilberry merupakan salah satu kandidat yang baik apabila dikombinasikan *micellar water* dalam menjaga kesehatan kulit. Nilai IC₅₀ ekstrak bilberry berdasarkan pengujian DPPH sebesar 151,98 ppm yang dikategorikan sebagai medium (Bayazid et al., 2021). Maka dari itu, dosis yang digunakan pada sediaan ini sebesar 0,35%. Dosis optimal sediaan biasanya berkisar 20 kali lipat dari nilai IC₅₀ (El-Otmani et al., 2024).

Berdasarkan hasil pengujian pada *certificate of analysis*, kandungan utama yang diklaim pada bahan baku adalah antosianidin. Akan tetapi, pada CoA tidak dilakukan pengujian lengkap kandungan fitokimia dalam produk. Maka dari itu, dalam penelitian ini dilakukan skrining lengkap metabolit sekunder. Sebagaimana diketahui bahwa suatu ekstrak bisa mengandung lebih dari satu golongan metabolit sekunder (Tang et al., 2024; Tsamo et al., 2021; Valle Ortiz et al., 2025).

Flavonoid merupakan salah satu metabolit sekunder yang diketahui memiliki banyak aktivitas meliputi antioksidan, antimikroba, anti inflamasi, anti diabetes, hingga anti kanker (Hasnat et al., 2024; Huang et al., 2022; Liga et al., 2023). Anthocyanidin diketahui merupakan salah satu golongan flavonoid. Pengujian dilakukan dengan melarutkan ekstrak ke dalam ethanol dan dipanaskan. Hasilnya kemudian disaring dan ditambahkan HCl pekat dan serbuk magnesium. Dalam penelitian ini, terbentuk larutan berwarna merah yang menunjukkan adanya senyawa flavonoid. Pengujian polifenol dilakukan dengan melarutkan ekstrak ke dalam ethanol kemudian menambahkan larutan FeCl₃ 5%. Kompleks FeCl₃ dengan senyawa fenol akan menghasilkan warna biru kehitaman. Sample memberikan warna biru kehitaman. Kedua hasil pengujian ini mengonfirmasi adanya senyawa flavonoid yang termasuk dalam golongan polifenol sebagaimana klaim pada CoA.

Selain itu, ekstrak juga diketahui mengandung tanin dengan hasil pengujian adanya endapan putih yang terbentuk setelah penambahan larutan gelatin 1%. Tanin

diketahui merupakan salah satu metabolit sekunder yang menunjukkan aktivitas antioksidan yang baik, sehingga cocok untuk mendukung efek pembersihan dari miselar water (Cosme et al., 2025; Tong et al., 2022). Hasil serupa juga ditemui pada pengujian triterpenoid, ekstrak diketahui mengandung triterpenoid dengan hasil pengujian positif berupa larutan berwarna merah yang terjadi akibat adanya reaksi antara sistem ikatan rangkat, ikatan nonpolar, ataupun gugus fungsi khas dari senyawa triterpenoid dengan reagen Lieberman-Burchard (WUTSQA et al., 2021).

Saponin merupakan salah satu metabolit sekunder glikosida steroid atau triterpenoid yang terdapat pada berbagai tanaman. Senyawa ini memiliki ciri khas mampu menghasilkan busa (Chen et al., 2024; Sharma et al., 2023). Pengujian dilakukan dengan melakukan pengocokan larutan sample, kemudian diamati terbentuknya busa dan kestabilannya. Dalam penelitian ini busa yang dihasilkan ekstrak billberry cukup tinggi (mencapai 5 cm) dan stabil selama 15 menit. Hal ini menunjukkan adanya kandungan saponin dalam ekstrak. Akan tetapi, pengujian alkaloid menggunakan reagen Mayer dan Wagner menunjukkan hasil negatif. Hasil negatif ditunjukkan dengan tidak terbentuknya larutan berwarna kuning kecoklatan, Hal ini juga dikonfirmasi dengan pengujian alkaloid menggunakan reagen Dragendorff yang juga tidak menghasilkan larutan berwarna merah jingga.

Tabel II Hasil Pengujian Metabolit Sekunder Ekstrak Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.)

Metabolit sekunder	Hasil
Flavonoid	Positif
Alkaloid (Mayer-Wagner)	Negatif
Alkaloid (Dragendorff)	Negatif
Saponin	Positif
Triterpenoid	Positif
Steroid	Negatif
Polifenol	Positif
Tanin	Positif

Berdasarkan hasil skrining fitokimia pada ekstrak Billberry, diketahui ekstrak ini mengandung berbagai metabolit sekunder seperti polifenol dan flavonoid sesuai dengan klaim pada CoA. Terlebih lagi, ekstrak juga diketahui positif mengandung saponin dan

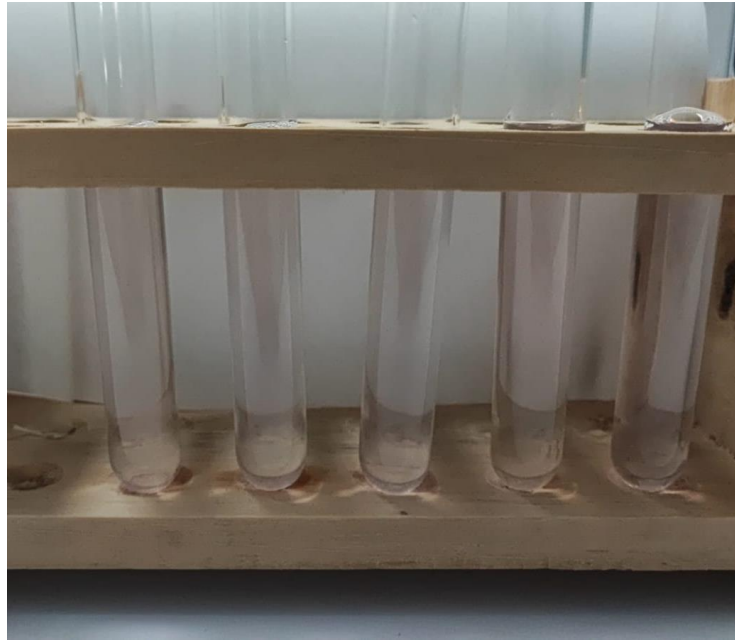
juga triterpenoid sebagaimana tercantum pada tabel II. Hal ini menunjukkan potensi yang baik ekstrak bilberry digunakan sebagai bahan aktif dalam sediaan *micellar water*.

Miselar water dibuat dengan membentuk misel dari surfaktan terlebih dahulu dengan melarutkan cocoamidopropyl betaine dalam air. Setelah itu, kombinasi humektan antara gliserin dan propilen glikol dalam berbagai variasi konsentrasi sesuai dengan formula ditambahkan. Selanjutnya, pengawet DMDM Hydantoin ditambahkan. Secara terpisah ekstrak dilarutkan ke dalam akuades dalam wadah berbeda, kemudian ditransfer ke wadah utama dan diaduk hingga homogen. Terakhir, sediaan diaduk hingga tanda batas dengan akuades. Sediaan kemudian dievaluasi organoleptis, pH, viskositas, tinggi busa, dan stabilitas busa. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel III.

Tabel III Hasil Pengujian Produk *Micellar water* Ekstrak Billberry (*Vaccinium myrtillus* L.)

Formula	Organoleptis	pH	Viskositas (cpt)	Tinggi busa (cm)	Stabilitas busa (%)
Spesifikasi	Cairan jernih berwarna merah muda, tidak berbau	4,5 – 7,8	< 100 cps	1.3 cm – 22 cm	60 – 100%
F1	Conform	6,32 ± 0,01	18,08 ± 0,05	1,43 ± 0,06	97,62 ± 4,12
F2	Conform	5,22 ± 0,00	17,49 ± 0,08	2,03 ± 0,06	93,41 ± 2,96
F3	Conform	5,51 ± 0,00	18,21 ± 0,06	1,70 ± 0,01	74,56 ± 2,16
F4	Conform	5,03 ± 0,03	18,43 ± 0,03	2,07 ± 0,06	88,73 ± 2,62
F5	Conform	5,26 ± 0,01	19,78 ± 0,03	1,77 ± 0,06	84,97 ± 2,83

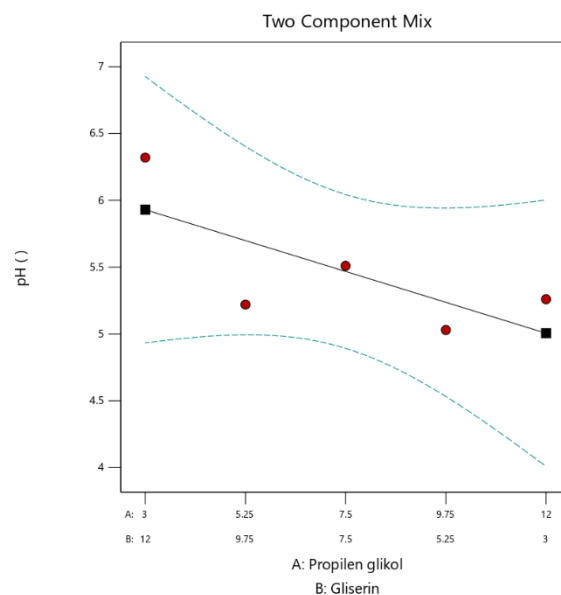
Secara keseluruhan, semua formula memberikan hasil yang memenuhi persyaratan dengan organoleptis berupa cairan jernih berwarna merah muda, tidak berbau sebagaimana pada Gambar II. Rentang pH sediaan berkisar antara 5,03 hingga 6,32 dan viskositas yang kurang dari 100 cpt. Sediaan mampu menghasilkan tinggi busa dan stabilitas busa yang memenuhi persyaratan pada semua variasi formula. Parameter pH, viskositas, tinggi busa, dan stabilitas busa kemudian dianalisis menggunakan metode SLD dengan aplikasi Design Expert 13.



Gambar II Penampilan *Micellar water* Ekstrak Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.)

pH merupakan salah satu parameter kritis yang harus disesuaikan untuk menghasilkan sediaan yang nyaman bagi kulit. Hasil SLD antara respon pH dengan variasi humektan menunjukkan bahwa masing-masing humektan memberikan efek positif terhadap nilai pH sediaan sementara interaksi keduanya tidak memberikan efek terhadap nilai pH. Hasil contour plot dapat dilihat pada gambar III dengan persamaan polynomial sebagai berikut

$$Y = 4,698A + 6.238B$$



Gambar III Contour Plot Variasi Humektan terhadap Respon pH

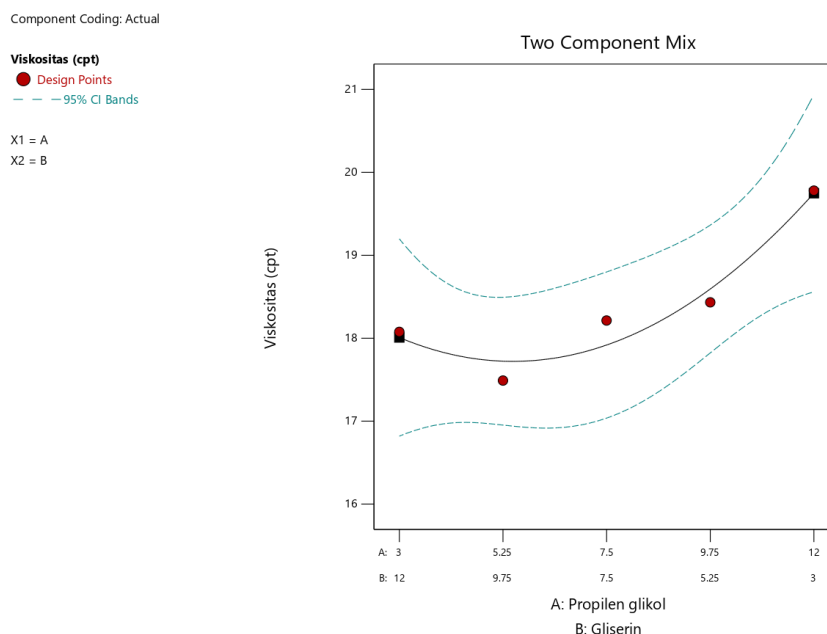
Akan tetapi nilai ini tidak memberikan efek yang signifikan terhadap pH sediaan sebagaimana ditunjukkan dengan nilai signifikansi $> 0,05$. Hal ini sama seperti temuan pada penelitian variasi humektan pada sediaan *essence* kombucha dimana kombinasi antara propilen glikol dan gliserin sebagai humektan tidak memberikan perbedaan signifikan terhadap pH sediaan (Ningrum et al., 2024).

Nilai pKa gliserin cenderung basa (14,15), sehingga memiliki kecenderungan untuk meningkatkan pH sediaan. Begitu pula dengan nilai pKa dari propilen glikol yang cenderung basa sebesar 14.8. Maka dari itu, perbedaan konsentrasi antara kedua humektan tidak memberikan perubahan pH yang signifikan (Raymond C R, Paul J S, 2009). Akan tetapi, pada penelitian ini pH sediaan masih berada dalam rentang yang sesuai untuk sediaan topikal kulit yaitu 4,5 - 7,8 (Badan Standarisasi Nasional, 2017b). pH yang terlalu asam dapat mengakibatkan kulit mengalami iritasi, sementara pH yang terlalu basa akan menghasilkan sediaan yang menimbulkan kulit kering (Lukić et al., 2021).

Miselar water yang baik memiliki nilai viskositas yang rendah untuk menghasilkan cairan yang ringan pada wajah pengguna. Hasil SLD antara respon viskositas dengan variasi humektan menunjukkan bahwa masing-masing humektan, propilen glikol dan gliserin memberikan efek positif terhadap viskositas sediaan, Hal ini ditunjukkan dengan nilai konstanta yang bersifat positif baik pada propilen glikol maupun gliserin tinggal. Akan tetapi, interaksi antara propilen glikol dan gliserin justru memberikan efek negatif terhadap viskositas. Hasil contour plot dapat dilihat pada gambar IV dengan persamaan polynomial sebagai berikut

$$Y = 22,0375A + 19.1375B - 10.67725AB$$

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pengaruh tersebut tidak signifikan secara statistik sebagaimana ditunjukkan dengan nilai p sebesar 0,06. Tidak adanya perbedaan yang signifikan kemungkinan karena propilen glikol dan gliserin memiliki viskositas yang cenderung mirip. Total kedua komponen dalam sediaan juga tetap sebesar 15%. Akan tetapi, kedua kombinasi ini mampu memberikan nilai viskositas yang mirip dengan beberapa penelitian serupa terkait dengan pembuatan miselar water. Berdasarkan penelitian, nilai viskositas *micellar water* cenderung rendah di bawah 100 cps (Dzakwan, 2020; Fitri et al., 2023). Akan tetapi, sejauh pengetahuan penulis, belum terdapat standard viskositas untuk produk *micellar water*.



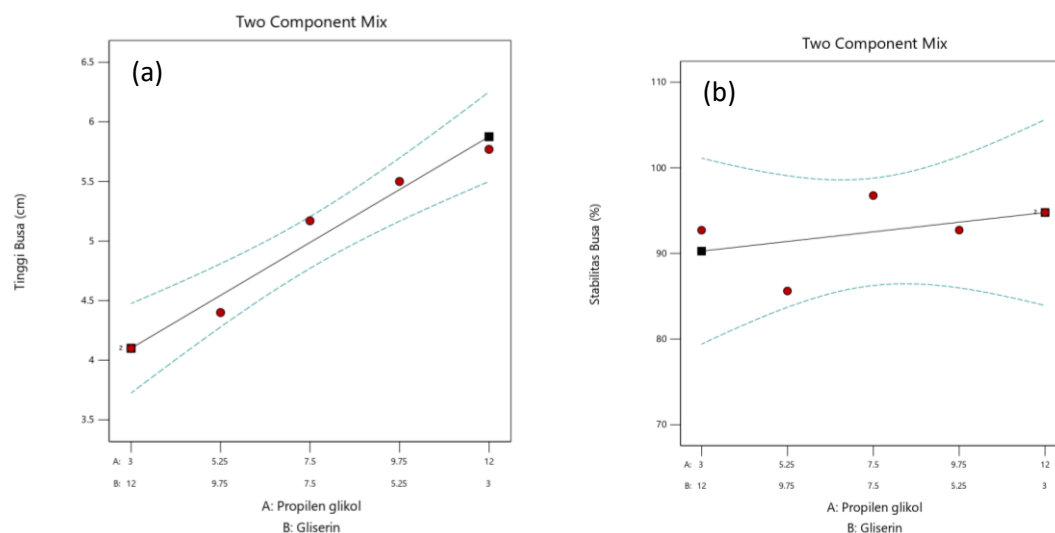
Gambar IV Contour Plot Variasi Humektan terhadap Respon Viskositas

Busa merupakan fase antarmuka yang terjadi ketika udara terdispersi dalam cairan. Tinggi busa dapat dikaitkan dengan kemampuan suatu cairan pembersih dalam mengangkat kotoran yang cenderung bersifat lipofil. Maka dari itu, pengujian tinggi busa dapat menjadi salah satu indikator untuk kategori pembersih tubuh (M.V. et al., 2023). Belum ada nilai tertentu untuk *micellar water*, akan tetapi untuk sabun SNI memberikan standard sebesar 1,3 cm hingga 22 cm (Badan Standarisasi Nasional, 2017b). Gliserin mampu meningkatkan tinggi busa. Hal serupa juga ditemukan pada efek penambahan konsentrasi propilen glikol. Dalam penelitian ini, interaksi keduanya justru tidak memberikan efek sebagaimana terlihat pada contour plot (Gambar V) dan persamaan polinomial berikut

$$Y = 6,468A + 3.508B$$

Berdasarkan hasil analisis ANOVA, nilai p yang dihasilkan sebesar 0,00027 yang lebih kecil dibandingkan 0,05 sehingga efek ini bersifat signifikan, Tinggi busa utamanya tentu akan ditentukan oleh kandungan surfaktan yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan busa. Cocoamidopropyl diketahui mengandung gugus hidrofilik (menarik air) dan hidrofobik (menolak air) dalam molekulnya. Ketika dimasukkan ke dalam suatu formulasi, gugus-gugus ini akan mengatur posisinya di antarmuka udara–air, mengurangi tegangan permukaan, dan membentuk lapisan stabil di sekitar gelembung udara. Lapisan ini mencegah gelembung-gelembung bergabung dan runtuh, sehingga menjaga integritas

dan ketahanan busa selama penggunaan. Kehadiran muatan positif dan negatif dalam strukturnya juga memungkinkan interaksi sinergis dengan surfaktan lain, yang semakin meningkatkan stabilitas dan ketahanan busa. Hidrofilisitas dari cairan juga mampu memengaruhi terbentuknya busa. Larutan yang bersifat hidrofobik cenderung lebih baik dalam menghasilkan busa dan juga stabilitasnya (Kim et al., 2024).

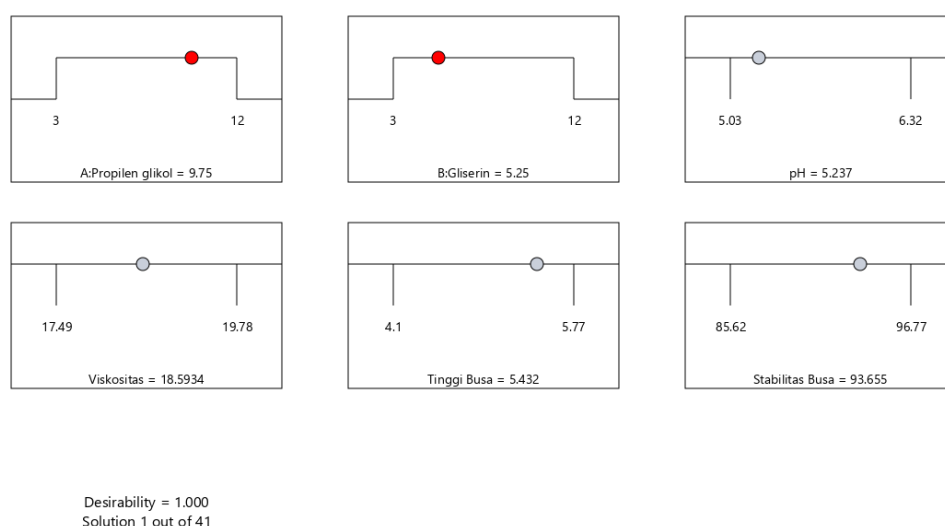


Gambar V Contour Plot Variasi Humektan terhadap Respon Tinggi Busa (a) dan Stabilitas Busa (b)

Selain tinggi busa, stabilitas busa juga merupakan salah satu parameter kritis dalam kategori pembersih. Sediaan yang baik harus mampu memberikan kestabilan Hasil SLD antara respon stabilitas busa dengan variasi humektan menunjukkan bahwa gliserin dan propilen glikol sebagai komponen tunggal memberikan efek positif terhadap stabilitas busa, sementara interaksi antara propilen glikol dan gliserin tidak memberikan efek terhadap stabilitas busa. Hasil contour plot dapat dilihat pada gambar V dengan persamaan polynomial sebagai berikut

$$Y = +96.28467A + 88.77133B$$

Berdasarkan analisis polinomial dan contour plot, hasil formula optimal juga digenerate dalam metode SLD. Formula optimal didapatkan berupa kombinasi antara propilen glikol dan gliserin sebesar 9,75% dan 5,25% dengan nilai desirabilitas sebesar 1,000 (Gambar VI). Hal ini menunjukkan bahwa formula memberikan nilai kesesuaian dengan karakteristik yang memenuhi persyaratan.



Gambar VI Desirabilitas Formula Optimum *Micellar water* Ekstrak Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.)

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil merumuskan sediaan *micellar water* berbasis surfaktan cocoamidopropyl betaine dan ekstrak bilberry yang mengandung berbagai metabolit sekunder aktif seperti flavonoid, polifenol, tanin, saponin, dan triterpenoid. Penentuan nilai CMC menjadi dasar penting dalam menentukan konsentrasi surfaktan yang optimal untuk pembentukan misel yang efektif. Hasil pengujian terhadap parameter fisikokimia sediaan menunjukkan bahwa seluruh formula memenuhi spesifikasi organoleptik, pH, viskositas, tinggi busa, dan stabilitas busa. Analisis statistik melalui metode SLD menunjukkan bahwa meskipun variasi konsentrasi humektan seperti gliserin dan propilen glikol memberikan efek positif terhadap beberapa parameter, namun pengaruhnya hanya signifikan secara statistik pada tinggi busa ($p < 0,05$). Kombinasi keduanya tetap mampu menghasilkan sediaan dengan performa yang baik, sebagaimana tercermin pada formula optimal dengan nilai desirabilitas 1,000. Dengan demikian, formulasi ini menunjukkan potensi besar sebagai pembersih wajah berbasis air yang lembut, efektif, dan sesuai dengan karakteristik kulit, serta didukung oleh kandungan aktif alami dari ekstrak bilberry yang memberikan manfaat tambahan bagi kesehatan kulit.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan formulasi *micellar water* berbasis ekstrak bilberry dan surfaktan cocoamidopropyl betaine dengan menggunakan metode *Simplex*

Lattice Design (SLD) untuk mengoptimalkan variasi humektan gliserin dan propilen glikol. Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak bilberry mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, polifenol, tanin, saponin, dan triterpenoid yang mendukung aktivitas antioksidan serta efek pembersih dalam sediaan. Semua formula yang dikembangkan memenuhi spesifikasi parameter fisikokimia, termasuk organoleptis, pH, viskositas, tinggi busa, dan stabilitas busa sesuai standar. Meskipun variasi konsentrasi humektan menunjukkan pengaruh positif terhadap karakteristik sediaan, analisis statistik menunjukkan bahwa pengaruh tersebut tidak signifikan secara statistik ($p > 0,05$). Formula optimal diperoleh dari kombinasi propilen glikol dan gliserin masing-masing sebesar 9,75% dan 5,25% dengan nilai desirabilitas 1,000. Dengan demikian, formulasi ini memiliki potensi tinggi sebagai produk pembersih wajah berbasis air yang efektif, ringan, serta mengandung bahan alami yang bermanfaat bagi kesehatan kulit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu terwujudnya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Ikbal, M. S., & Jusman. (2023). Determining the Surface Tension of a Liquid And the Drop Comparison Method. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 11(1), 143–150. <https://doi.org/10.24252/jpf.v11i1.34113>
- Anandari, A. A., Farid Wajdi, A., & Harsono, G. (2024). Dampak Polusi Udara terhadap Kesehatan dan Kesiapan Pertahanan Negara di Provinsi DKI Jakarta. *Journal on Education*, 06(02).
- Azmi, H. D., Subaidah, W. A., & Juliantoni, Y. (2021). Optimasi Formula Sediaan Lotion Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Dengan Variasi Konsentrasi Setil Alkohol dan Gliserin. *Acta Pharmaciae Indonesia : Acta Pharm Indo*, 9(1), 11. <https://doi.org/10.20884/1.api.2021.9.1.3408>
- Badan Standarisasi Nasional. (2017a). Sabun Cair. In *Standar Nasional Indonesia* (Vol. 2, pp. 1–9). Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017b). Sabun Cair. In *Standar Nasional Indonesia* (Vol. 2, pp. 1–9). Badan Standarisasi Nasional.
- Bayazid, A. B., Chun, E. M., Al Mijan, M., Park, S. H., Moon, S.-K., & Lim, B. O. (2021). Anthocyanins profiling of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) extract that elucidates

- antioxidant and anti-inflammatory effects. *Food and Agricultural Immunology*, 32(1), 713–726. <https://doi.org/10.1080/09540105.2021.1986471>
- Chen, S., Zhou, Y., Li, H., You, L., Pedisić, S., & Shao, P. (2024). Saponins Based on Medicinal and Edible Homologous Plants: Biological Activity, Delivery Systems and Its Application in Healthy Foods. *Food Bioengineering*, 3(4), 464–481. <https://doi.org/10.1002/fbe2.12111>
- Cosme, F., Aires, A., Pinto, T., Oliveira, I., Vilela, A., & Gonçalves, B. (2025). A Comprehensive Review of Bioactive Tannins in Foods and Beverages: Functional Properties, Health Benefits, and Sensory Qualities. *Molecules*, 30(4), 800. <https://doi.org/10.3390/molecules30040800>
- Crowther, J. M. (2021). Understanding humectant behaviour through their water-holding properties. *International Journal of Cosmetic Science*, 43(5), 601–609. <https://doi.org/10.1111/ics.12723>
- Dzakwan, M. (2020). Formulasi Micellar Based Water Ekstrak Bunga Telang. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(2), 61–67. <https://doi.org/10.30591/pjif.v%vi%oi.2043>
- El-Otmani, N., Zeouk, I., & Zahidi, A. (2024). Formulation of Biological Sunscreen from *Calendula arvensis* Capitula Extracts: Antioxidant, Anti-Aging, Surface Tension, and UVB Protection Properties Assessed. *Cosmetics*, 11(6), 216. <https://doi.org/10.3390/cosmetics11060216>
- European Medicines Agency. (2017). ICH guideline Q8 (R2) on pharmaceutical development. In *European Medicines Agency*. European Medicines Agency.
- Fitri, H. A., Maulani, F., Astuti, I. Y., Kunci, K., & Antipolutan, : (2023). Formula Optimization of Antipollutant Micellar Water Containing Red Roselle Flower (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *roselindo*) Extract. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia*, 21(2). <https://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/PHARMACY>
- Hadi, H. P., Hilaliyatim, N., & Rahmi, A. (2023). Formulasi an Uji Fisik Sediaan Sabun Mandi Cair dari Ekstrak Daun Pegagan (*centella asiatica* L Urb) Kombinasi Minyak Lavender (*Lavandula angustifolia*). *Jurnal Farmasi Sains Dan Obat Tradisional*, 2(2), 107–116.
- Hasnat, H., Shompa, S. A., Islam, Md. M., Alam, S., Richi, F. T., Emon, N. U., Ashrafi, S., Ahmed, N. U., Chowdhury, Md. N. R., Fatema, N., Hossain, Md. S., Ghosh, A., & Ahmed, F. (2024). Flavonoids: A treasure house of prospective pharmacological potentials. *Heliyon*, 10(6), e27533. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27533>
- Huang, W., Wang, Y., Tian, W., Cui, X., Tu, P., Li, J., Shi, S., & Liu, X. (2022). Biosynthesis Investigations of Terpenoid, Alkaloid, and Flavonoid Antimicrobial Agents Derived from Medicinal Plants. *Antibiotics*, 11(10), 1380. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11101380>
- Kim, D., Seok, J. K., Kim, M., Choi, S., Hong, J., Yoon, Y. A., Chung, H., Bae, O.-N., Kwack, S. J., Kim, K.-B., & Lee, J. Y. (2024). Safety assessment of cocamidopropyl

- betaine, a cosmetic ingredient. *Toxicological Research*, 40(3), 361–375. <https://doi.org/10.1007/s43188-024-00243-2>
- Liga, S., Paul, C., & Péter, F. (2023). Flavonoids: Overview of Biosynthesis, Biological Activity, and Current Extraction Techniques. *Plants*, 12(14), 2732. <https://doi.org/10.3390/plants12142732>
- Lukić, M., Pantelić, I., & Savić, S. D. (2021). Towards Optimal pH of the Skin and Topical Formulations: From the Current State of the Art to Tailored Products. *Cosmetics*, 8(3), 69. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8030069>
- Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- Mohd-Setapar, S., John, C., Mohd-Nasir, H., Azim, M., Ahmad, A., & Alshammari, M. (2022). Application of Nanotechnology Incorporated with Natural Ingredients in Natural Cosmetics. *Cosmetics*, 9(6), 110. <https://doi.org/10.3390/cosmetics9060110>
- M.V., S. R., Vardu, S., P., J., M., V., C., D., K., B. N., & A.C., K. (2023). Formulation and Evaluation of Antimicrobial herbal soap of *Tridax procumbens* for skin care. *Journal of Pharmacy*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.31436/jop.v3i1.134>
- Ningrum, Y. D. A., Sholeh, A. B., & Ramadhini, A. (2024). Optimasi Formula dan Uji Evaluasi Fisik Sediaan Essence Kombucha dengan Variasi Konsentrasi Propylenglikol dan Gliserin. *JIFI (Jurnal Ilmiah Farmasi Imelda)*, 7(2), 88–95.
- Nobile, V., Dudonné, S., Kern, C., Roveda, G., & Garcia, C. (2024). Antiaging, Brightening, and Antioxidant Efficacy of Fermented Bilberry Extract (*Vaccinium myrtillus*): A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Nutrients*, 16(14), 2203. <https://doi.org/10.3390/nu16142203>
- Norazman, F. N. N., & Anuar, N. A. (2020). Usage of Cosmetic Remover and Dry Eye Symptoms. *AIVCE-BS-2*, 5(15), 213–218.
- Pangisian, J., Sangi, M. S., & Kumainang, M. (2022). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Aktivitas Antioksidan serta Antibakteri Biji Buah Pangi (*Pangium edule* Reinw). *Jurnal LPPM Bidang Sains Dan Teknologi*, 7(1), 11–19.
- Petrovska, L. S., Baranova, I. I., & Bezpala, Y. O. (2019). The Explanation of the Selection of Basic Detergents and Secondary Detergents for the Development of Foam Means with Minimum Irritant Action: A Review. *Annals of Mechnikov Institute*, 2, 17–20.
- Raymond C R, Paul J S, M. E. Q. (2009). *Handbook of Pharmaceuticals Excipients*. Pharmaceutical Press. [https://doi.org/10.1016/S0168-3659\(01\)00243-7](https://doi.org/10.1016/S0168-3659(01)00243-7)
- Roberts, W. (2021). Air pollution and skin disorders. *International Journal of Women's Dermatology*, 7(1), 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2020.11.001>

- Sharma, K., Kaur, R., Kumar, S., Saini, R. K., Sharma, S., Pawde, S. V., & Kumar, V. (2023). Saponins: A concise review on food related aspects, applications and health implications. *Food Chemistry Advances*, 2, 100191. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100191>
- Sisodia, A., Chettupalli, A. K., Bukke, S. P. N., Rahaman, S. A., Chaudhary, S., & Nicholas, B. (2025). Toning with Nature: A Review of Natural Ingredients in Cosmetic Formulations. *Natural Product Communications*, 20(7). <https://doi.org/10.1177/1934578X251353560>
- Skadiņa, D., Nokalna, I., & Balcere, A. (2024). Assessment of Micellar Water pH and Product Claims. *Dermato*, 4(3), 79–85. <https://doi.org/10.3390/dermato4030009>
- Syuhada, G., Akbar, A., Hardiawan, D., Pun, V., Darmawan, A., Heryati, S. H. A., Siregar, A. Y. M., Kusuma, R. R., Driejana, R., Ingoe, V., Kass, D., & Mehta, S. (2023). Impacts of Air Pollution on Health and Cost of Illness in Jakarta, Indonesia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 2916. <https://doi.org/10.3390/ijerph20042916>
- Taieb, C., Gayraud, F., Dinot, D., & Sayag, M. (2021). Interest in Micellar Solution to Reduce Unpleasant Skin Sensations. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology, Volume 14*, 1017–1022. <https://doi.org/10.2147/CCID.S318802>
- Tang, J., Li, R., Wu, B., Tang, J., Kan, H., Zhao, P., Zhang, Y., Wang, W., & Liu, Y. (2024). Secondary Metabolites with Antioxidant and Antimicrobial Activities from *Camellia fascicularis*. *Current Issues in Molecular Biology*, 46(7), 6769–6782. <https://doi.org/10.3390/cimb46070404>
- Tong, Z., He, W., Fan, X., & Guo, A. (2022). Biological Function of Plant Tannin and Its Application in Animal Health. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.803657>
- Tsamo, D. L. F., Tamokou, J.-D.-D., Kengne, I. C., Ngnokam, C. D. J., Djamalladine, M. D., Voutquenne-Nazabadioko, L., & Ngnokam, D. (2021). Antimicrobial and Antioxidant Secondary Metabolites from *Trifolium baccarinii* Chiov. (Fabaceae) and Their Mechanisms of Antibacterial Action. *BioMed Research International*, 2021(1). <https://doi.org/10.1155/2021/3099428>
- Valle Ortiz, D. J., Aguila Muñoz, D. G., Cruz López, M. del C., Cortés Espinosa, D. V., Rosales Castro, M., & Jiménez Montejo, F. E. (2025). Comparison of Secondary Metabolite Extraction Methods in *Hamelia patens* Jacq. and Their Inhibitory Effect on *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Metabolites*, 15(1), 23. <https://doi.org/10.3390/metabo15010023>
- Vtorushina, A. N., & Nikonova, E. D. (2016). Investigation of antioxidant capacity of the extracts of bilberry (*VACCINUM MYRTILLIS* L.) by voltammetry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 110, 012077. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/110/1/012077>

- Wowor, M. G. G., Tampara, J., Suryanto, E., & Momuat, L. I. (2022). Skrining Fitokimia dan Uji Antibakteri Masker Peel-Off Ekstrak Etanol Daun Kalu Burung (*Barleria prionitis* L.). *JURNAL ILMIAH SAINS*, 22(1), 75. <https://doi.org/10.35799/jis.v22i1.38954>
- WUTSQA, Y. U., SURATMAN, S., & SARI, S. L. A. (2021). Detection of terpenoids and steroids in *Lindsaea obtusa* with thin layer chromatography. *Asian Journal of Natural Product Biochemistry*, 19(2). <https://doi.org/10.13057/biofar/f190204>