

Formulation Optimization of Tomato Seed Oil (*Solanum lycopersicum*) Cleansing Balm by Simplex Lattice Design: Physical Characteristics and Anti-Aging Effects

Optimasi Formulasi *Cleansing Balm* Minyak Biji Tomat (*Solanum lycopersicum*) dengan *Simplex Lattice Design*: Karakteristik Fisik dan Efek Anti-Aging

Arman Suryani ^{a,b*}, Tri Cahyaningsih ^a

^a Pharmacist Professional Study Program, Faculty of Pharmacy, Sultan Agung Islamic University, Semarang, 50112, Indonesia.

^b Bachelor of Pharmacy Study Program, Faculty of Pharmacy, Sultan Agung Islamic University, Semarang, 50112, Indonesia.

*Corresponding Authors: arman.s@unissula.ac.id

Abstract

This study aims to optimize the formulation of tomato (*Solanum lycopersicum*) seed oil-based cleansing balm with a Simplex Lattice Design (SLD) approach and evaluate its physical characteristics for facial cleansing and potential anti-aging effects. The research method used was formulation with the main component variables of shea butter, beeswax, caprylic/capric triglycerides, and tween 20, which were analyzed using SLD to obtain the optimal combination. The optimization results showed that the formulation with concentrations of shea butter (4.97996 %), beeswax (1.88189 %), caprylic/capric triglycerides (42.1382 %), and tween 20 (1 %) provided a good quality preparation with a semi-solid texture, typical beeswax aroma, and bone white color. The physical characteristics of the product, such as melting temperature stabilized at $38.67\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.58$, spreadability of $5.43\text{ cm} \pm 0.12$, and pH of 5.03 ± 0.06 , showed that the product was safe and ideal for the skin. The product stability test for seven days of storage showed no significant changes in melting temperature and spreadability, although there was a slight increase in pH. In addition, the product showed good antioxidant activity with 46.51% free radical inhibition and an IC_{50} value of 21.46 ppm, indicating potential protection against oxidative stress-induced skin damage. In conclusion, the tomato seed oil cleansing balm optimized through SLD has stable, safe, and effective performance as a skincare product with anti-aging benefits.

Keywords: *Cleansing balm, Simplex Lattice Design (SLD), Karakteristik fisik, Anti-aging*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan formulasi *cleansing balm* berbasis minyak biji tomat (*Solanum lycopersicum*) dengan pendekatan *Simplex Lattice Design* (SLD) dan mengevaluasi karakteristik fisiknya untuk pembersihan wajah serta potensi efek anti-aging yang potensial. Metode penelitian yang digunakan adalah formulasi dengan variabel komponen utama yaitu *shea butter*, *beeswax*, *caprylic/capric triglycerides*, dan tween 20, yang dianalisis menggunakan SLD untuk mendapatkan kombinasi yang optimal. Hasil optimasi menunjukkan bahwa formulasi dengan konsentrasi *shea butter* (4,97996 %), *beeswax* (1,88189 %), *caprylic/capric triglycerides* (42,1382 %), dan tween 20 (1 %) memberikan kualitas sediaan yang baik dengan tekstur semi-padat, beraroma khas *beeswax*, dan berwarna putih tulang. Karakteristik fisik produk seperti suhu lebur stabil di $38,67\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,58$, daya sebar $5,43\text{ cm} \pm 0,12$, serta pH $5,03 \pm 0,06$ menunjukkan bahwa produk aman dan ideal untuk kulit. Uji stabilitas produk selama tujuh hari penyimpanan menunjukkan tidak ada perubahan signifikan pada suhu lebur dan daya sebar, meskipun terdapat sedikit peningkatan pH. Selain itu, produk ini menunjukkan aktivitas antioksidan yang cukup baik dengan penghambatan radikal bebas hingga 46,51% dan nilai IC_{50} 21,46 ppm, yang menunjukkan potensi perlindungan terhadap kerusakan kulit akibat stres oksidatif. Kesimpulannya, *cleansing balm* minyak biji tomat yang dioptimalkan melalui SLD memiliki performa yang stabil, aman, dan efektif sebagai produk perawatan kulit dengan manfaat anti-aging.

Kata kunci: *Cleansing balm, Simplex Lattice Design (SLD), Karakteristik fisik, Anti-aging.*



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** – You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** – You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** – If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Article History:

Received: 14/06/2024,
Revised: 24/08/2024
Accepted: 27/02/2025,
Available Online: 02/03/2025

QR access this Article


<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v8i1.561>

Pendahuluan

Cleansing balm merupakan salah satu jenis produk pembersih wajah yang memiliki tekstur padat dan dapat berubah menjadi minyak saat diaplikasikan pada kulit. Produk ini berfungsi untuk membersihkan wajah secara menyeluruh dengan cara mengangkat kotoran, minyak, serta sisa make-up tanpa merusak lapisan pelindung alami kulit. *Cleansing balm* telah menjadi pilihan favorit bagi banyak orang karena kelembutannya dalam membersihkan dan melembapkan kulit, sekaligus efektif dalam menghapus make-up yang sulit dihilangkan oleh pembersih biasa [1]. Selama ini, berbagai produk pembersih wajah menggunakan bahan sintetis yang sering kali mengandung surfaktan, pewarna, pengawet, atau bahan kimia lainnya. Meskipun efektif dalam membersihkan kulit, penggunaan bahan sintetis dalam produk perawatan kulit dapat menimbulkan efek samping, seperti iritasi atau sensitivitas pada beberapa jenis kulit. Penggunaan bahan kimia dalam jangka panjang juga dikhawatirkan dapat merusak keseimbangan pH kulit dan memicu timbulnya reaksi alergi atau masalah kulit lainnya [2]. Hal inilah yang mengarah pada tren kembali ke bahan-bahan alami yang lebih aman dan lebih ramah terhadap kulit, seperti minyak biji tomat (*Solanum lycopersicum*).

Minyak biji tomat memiliki sejumlah kelebihan sebagai bahan alami untuk perawatan kulit. Mengandung lycopene, vitamin C, dan vitamin E, minyak biji tomat terkenal dengan sifat antioksidannya yang kuat, yang membantu melawan radikal bebas penyebab penuaan dini, serta memperbaiki kerusakan kulit [3]. Selain itu, asam lemak esensial dalam minyak biji tomat memberikan kelembapan yang dibutuhkan oleh kulit, menjadikannya bahan yang potensial untuk merawat kulit sekaligus membersihkannya. Oleh karena itu, bahan alami ini memiliki potensi besar untuk digunakan dalam pembuatan produk *cleansing balm* yang tidak hanya efektif dalam pembersihan tetapi juga mendukung kesehatan kulit dan memberikan efek anti-aging [4]. Namun, meskipun minyak biji tomat memiliki manfaat besar, formulasi yang tepat untuk menghasilkan *cleansing balm* yang efektif masih perlu dikembangkan. Oleh karena itu, perlu adanya optimasi formulasi untuk memastikan bahwa kombinasi bahan yang digunakan dalam *cleansing balm* dapat memberikan hasil pembersihan yang optimal sekaligus manfaat anti-aging yang maksimal. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mencapainya adalah *Simplex Lattice Design* (SLD), sebuah metode statistik yang digunakan untuk mengoptimalkan kombinasi bahan dan menentukan proporsi yang tepat untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Metode ini dapat membantu menciptakan formulasi produk yang lebih efektif, efisien, dan terjamin kualitasnya [5].

Kebutuhan untuk produk perawatan kulit yang aman dan efektif, terutama di tengah meningkatnya kesadaran akan pentingnya menggunakan bahan alami yang tidak berbahaya bagi kesehatan kulit menjadi fokus dalam penelitian ini. Minyak biji tomat sebagai bahan utama dalam formulasi *cleansing balm* dan penerapan *Simplex Lattice Design* untuk mengoptimalkan formulasi tersebut. Selain itu, penelitian ini akan mengevaluasi dua aspek penting: efektivitas pembersihan wajah dan efek anti-aging. Kombinasi kedua aspek tersebut, ditambah dengan pengoptimalkan formulasi menggunakan pendekatan ilmiah yang lebih terstruktur, akan menjadi kontribusi baru dalam pengembangan produk kosmetik berbahan alami yang tidak hanya membersihkan tetapi juga merawat kulit secara lebih mendalam.

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat-alat gelas laboratorium (PYREX® IWAKI Asahi Glass, Jerman), neraca analitik (Ohaus Analytical Balance PX224E Pioneer), Hotplate Magnetic Stirrers (IKA C-MAG HS 7), Spectrophotometer UV-VIS (Shimadzu UV-1900), Thermometer Stik Batang (Gea S-006). Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Minyak Biji Tomat (*Solanum lycopersicum*) dari Happy Green produsen minyak atsiri yang berasal dari Indonesia. *Beeswax* Pellets putih KahlWax 1540, *Shea butter* (Cosmetic Grade). *Caprylic/Capric triglycerides* (Ester kosmetik). Tween 20 (Merck).

Penentuan Formula Optimum *Cleansing Balm* Minyak Biji Tomat

Optimasi dilakukan dalam proses pembuatan formula untuk menentukan kombinasi bahan terbaik berdasarkan data yang dihasilkan. Penentuan formula optimal dilakukan menggunakan software Design Expert dengan metode Simplex Lattice Design. Komponen utama yang akan dioptimasi dalam formula ini meliputi *beeswax*, *shea butter*, *caprylic/capric triglycerides*, dan tween 20, dengan total berat 50 gram **Tabel 1**. Respon yang akan dievaluasi meliputi suhu lebur, daya sebar, dan nilai pH dari formula yang dihasilkan.

Tabel 1. Formula berdasarkan konsentrasi minimal dan maksimal

Nama Bahan	Fungsi	Konsentrasi (% b/b)
<i>Beeswax</i>	Basis	1-10
<i>Shea butter</i>	Basis	2-10
<i>Caprylic/capric triglycerides</i>	Emolien	10-50
Tween 20	Emulsifier	1-10

Pembuatan Sediaan *Cleansing Balm* Minyak Biji Tomat

Basis *cleansing balm* digunakan dengan melelehkan *beeswax* dan *shea butter* dalam gelas beaker dengan menggunakan hot plate serta magnetic stirrer pada suhu terkontrol yaitu 70°C. Selanjutnya, ditambahkan tween 20 ke dalam gelas beaker, diikuti dengan penambahan *caprylic/capric triglyceride* dengan tetap diaduk menggunakan stirrer. Kemudian, minyak biji tomat ditambahkan sesuai konsentrasi yang telah ditetapkan. Setelah dipastikan seluruh bahan homogen, campuran basis *cleansing balm* dimasukkan ke dalam wadah dan ditunggu hingga memadat dan membentuk konsistensi *cleansing balm* yang diinginkan [1].

Evaluasi Karakteristik Fisik Sediaan *Cleansing Balm* Minyak Biji Tomat

Uji organoleptik dilakukan untuk mengamati sampel secara visual dari indera penglihatan dan penciuman berdasarkan warna, tekstur, dan bau. Uji pH dilakukan dengan menguji pH sediaan menggunakan pH meter dengan nilai pH yang disarankan berkisar 4,5-6,5. Uji daya sebar dilakukan untuk melihat daya sebar sediaan *cleansing balm* yang disarankan yaitu 5-7 cm. Uji suhu lebur dilakukan untuk menilai suhu lebur sediaan *cleansing balm* yang disarankan yaitu 38-39°C [1,6]. Uji stabilitas dilakukan untuk melihat ada tidaknya perubahan warna, bau maupun bentuk/tekstur sediaan *cleansing balm* selama dilakukan penyimpanan pada suhu kamar 7 x 24 jam dengan modifikasi pemeriksaan pada hari ke-3, 5 dan 7 yang dibandingkan dengan hari ke-0.

Uji Antioksidan Sediaan *Cleansing Balm* Minyak Biji Tomat

Prosedur uji antioksidan dimulai dengan menimbang 4 mg DPPH dan melarutkannya dalam 100 mL etanol 96%, lalu dikocok hingga homogen untuk mendapatkan konsentrasi 40 ppm. Larutan blanko dibuat dengan mencampurkan 3 mL DPPH dan 3 mL etanol 96% dalam tabung reaksi. Larutan induk vitamin C disiapkan dengan melarutkan 1 mg vitamin C dalam 10 mL etanol 96% untuk mendapatkan konsentrasi 100 ppm, kemudian dibuat larutan seri dengan konsentrasi bertingkat (2, 4, 6, 8 ppm). Setiap konsentrasi diambil 3 mL dan dicampur dengan 3 mL larutan DPPH. Sebanyak 2 gram *cleansing balm* minyak biji tomat dilarutkan dalam 100 mL etanol 96% untuk menghasilkan konsentrasi 1000 ppm, kemudian diencerkan menjadi seri dengan konsentrasi bertingkat (1, 10, 1.000 ppm). Setiap konsentrasi diambil 3 ml dan dicampur dengan 3 mL larutan DPPH. Semua larutan, termasuk blanko, kontrol positif (vitamin C), dan sampel *cleansing balm*

minyak biji tomat, diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit dalam gelap. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm untuk menghitung persen inhibisi (% inhibisi) dan menentukan nilai IC₅₀ [7].

Hasil dan Pembahasan

Komponen dan Respon *Simplex Lattice Design* Sediaan *Cleansing Balm* Minyak Biji Tomat

Hasil optimasi formulasi menggunakan metode *Simplex Lattice Design* (SLD) untuk merumuskan campuran beberapa komponen, yaitu *Shea Butter* (A), *Beeswax* (B), Caprylic (C), dan Tween 20 (D). Setiap kombinasi komponen diuji dengan mengukur tiga respon utama, yaitu suhu lebur, daya sebar, dan pH **Tabel 2**. Berdasarkan data yang diperoleh, variasi persentase komponen memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik produk akhir. Suhu lebur formulasi bervariasi antara 38°C hingga 52°C, dengan komposisi yang mengandung lebih banyak *Shea Butter* dan *Beeswax* cenderung menghasilkan suhu lebur yang lebih tinggi. Suhu lebur yang lebih tinggi menunjukkan kestabilan produk yang lebih baik, meskipun terlalu tinggi juga dapat memengaruhi kenyamanan penggunaannya [8]. Daya sebar, yang diukur dalam satuan cm, menunjukkan bahwa formulasi dengan komposisi tertentu dari *Beeswax* dan Tween 20 lebih mudah menyebar, seperti pada run 12 dan run 13, yang mencatatkan daya sebar 5,2 cm dan 5 cm. Hal ini penting dalam aplikasi kosmetik, di mana kenyamanan dan kemudahan aplikasi sangat diutamakan. Selain itu, nilai pH formulasi berkisar antara 6 hingga 6,8, yang berada dalam kisaran yang aman dan ideal untuk penggunaan topikal, mengingat pH kulit manusia yang sekitar 5,5 hingga 6. Formulasi dengan pH yang lebih stabil, seperti pada run 10 dan run 12 yang mencatatkan pH 6, menunjukkan keseimbangan yang baik antara efektivitas dan kenyamanan penggunaan. Secara keseluruhan, hasil optimasi menunjukkan bahwa kombinasi *Beeswax* dan Tween 20 dengan persentase tertentu memberikan suhu lebur yang stabil, daya sebar yang optimal, dan pH yang aman, menjadikannya pilihan formulasi yang menarik untuk produk kosmetik atau perawatan kulit.

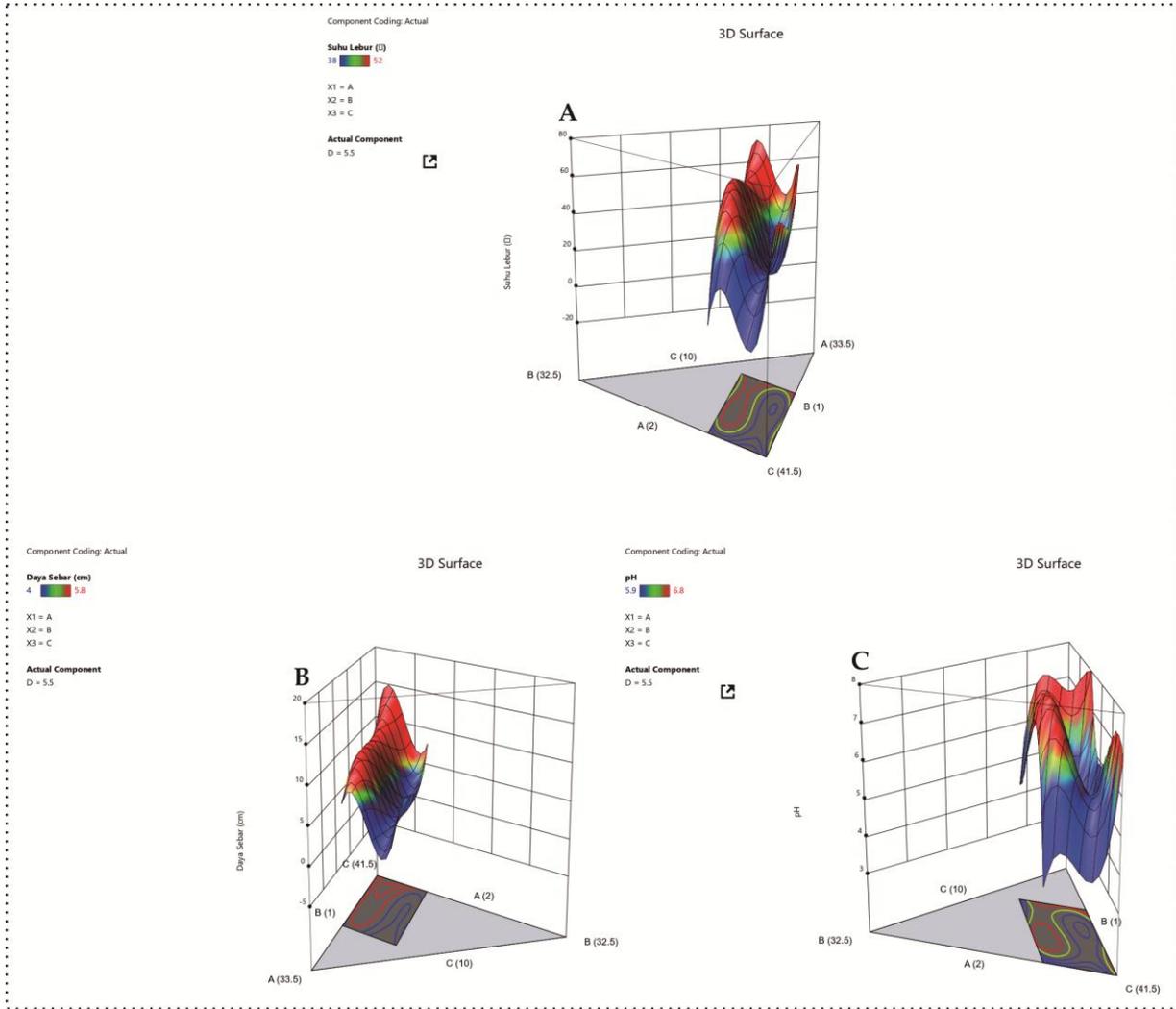
Berdasarkan hasil grafik 3D yang ditampilkan, dapat dilihat pengaruh kombinasi komponen terhadap respon suhu lebur, daya sebar, dan pH formulasi yang diuji. Pada **Gambar 1A**, grafik pertama (A), yang menunjukkan hubungan antara komponen *Shea Butter* (A), *Beeswax* (B), dan Caprylic (C) terhadap suhu lebur. Suhu lebur sediaan berkisar antara 38°C hingga 52°C, sebagaimana ditunjukkan oleh gradien warna dari biru ke merah pada grafik. Puncak grafik 3D menunjukkan interaksi yang signifikan antara komponen A, B, dan C, memengaruhi suhu lebur. Komponen A tampaknya lebih dominan meningkatkan suhu lebur pada nilai tinggi (33,5), dibandingkan dengan kontribusi komponen C yang meningkat pada nilai 41,5. Komponen B berperan pada variasi suhu lebur pada rentang nilai lebih rendah (1-32,5), dengan efek stabilisasi saat B berada di rentang tengah. Puncak grafik (zona merah) menunjukkan kombinasi formulasi yang menghasilkan suhu lebur tertinggi, yang cocok untuk menjaga stabilitas fisik *cleansing balm*. Area biru menggambarkan suhu lebur rendah, yang berpotensi menyebabkan ketidakstabilan produk pada suhu penyimpanan. Kombinasi optimal bahan dapat ditentukan dengan menyesuaikan proporsi A, B, dan C untuk mendapatkan suhu lebur di zona stabil (merah). Hal ini penting untuk memastikan *cleansing balm* tetap solid pada suhu kamar, tetapi mudah meleleh saat diaplikasikan pada kulit. Pada dasarnya nilai suhu lebur yang baik dalam kisaran 38°C hingga 39°C. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi komponen yang tepat dalam formulasi dapat menghasilkan suhu lebur yang stabil dan sesuai dengan standar yang diinginkan. Suhu lebur yang berada dalam kisaran ini dianggap optimal karena memungkinkan produk tetap stabil pada suhu lingkungan tanpa mudah meleleh atau terlalu keras untuk digunakan. **Gambar 1B**, grafik kedua (B), yang menunjukkan hubungan antara komponen *Shea Butter* (A), *Beeswax* (B), dan Caprylic (C) dengan daya sebar. Sediaan berkisar antara 4 cm hingga 5,8 cm, sebagaimana ditunjukkan oleh gradien warna pada grafik (biru hingga merah). Peningkatan daya sebar terjadi di wilayah grafik dengan warna merah, menunjukkan kombinasi formulasi optimal untuk penyebaran produk. Komponen A menunjukkan pengaruh signifikan terhadap peningkatan daya sebar, terutama pada nilai tinggi (33,5). Komponen C juga berkontribusi pada peningkatan daya sebar di wilayah nilai tinggi (41,5), sedangkan komponen B cenderung memberikan efek moderat pada daya sebar dalam rentang nilai rendah hingga sedang. Zona merah (puncak grafik) menunjukkan kombinasi bahan yang menghasilkan daya sebar optimal. Hal ini penting untuk memastikan sediaan mudah diaplikasikan pada kulit tanpa meninggalkan residu. Zona biru (area rendah) menunjukkan formulasi yang memiliki daya sebar terbatas, yang dapat memengaruhi kenyamanan penggunaan. Nilai daya sebar yang baik antara 5 hingga 7

cm [1]. Grafik ini menunjukkan bahwa formulasi dengan kombinasi komponen tertentu dapat menghasilkan daya sebar yang optimal, memberikan kenyamanan pada saat aplikasi produk pada kulit. Daya sebar yang baik memastikan bahwa produk dapat dengan mudah diaplikasikan dan menyebar merata, yang penting dalam formulasi kosmetik dan produk perawatan kulit.

Tabel 2. Komponen dan respon dalam optimasi sediaan *cleansing balm* minyak biji tomat

Run	Component 1 A: Shea but.. %	Component 2 B: Beeswax %	Component 3 C: Caprylic %	Component 4 D: Tween %	Response 1 Suhu leb °C	Response 2 Daya seb cm	Response 3 pH
1	2	7.51209	33.9753	6.51257	46	4.8	6
2	20	4.85082	20.2131	4.93612	45	4.2	6.4
3	20	1	19	10	42	4	6.2
4	10.03	6.05239	32.9176	1	51	5	6.8
5	2	1	37.8147	9.18531	44	5	6
6	14.645	6.79585	27.5592	1	38	5.6	6
7	2	10	37	1	52	5.3	5.9
8	19.2743	1	28.7257	1	47	4.9	6.7
9	2.90144	1.76262	43.4359	1.9	46	5.8	6.6
10	13.5859	8.44776	17.9663	10	48	5.2	6
11	7.83814	1	37.454	3.70789	48	5	6.5
12	19.0717	9.07058	12.6178	9.23989	50	4.6	6.2
13	8.36079	4.56429	27.0749	10	51	4.4	6.2
14	20	4.85082	20.2131	4.93612	51	4.2	6.4
15	8.36079	4.56429	27.0749	10	51	4.4	6.2
16	14.3961	3.3888	23.1151	9.1	39	5.8	6.1
17	13.1725	1	29.7464	6.0811	51	4.6	6.2
18	20	10	19	1	48	4.4	6.3
19	5.18083	10	24.8192	10	49	4.6	6.2
20	13.1725	1	29.7464	6.0811	51	4.6	6.2
21	2	7.51209	33.9753	6.51257	42	4.7	6.2
22	6.49885	10	29.137	4.36411	38	5.2	6.1
23	11.9786	10	23.114	4.90733	42	4.5	6.3

Gambar 1C, grafik ketiga (C) yang menunjukkan hubungan antara komponen *Shea Butter* (A), *Beeswax* (B), dan *Caprylic* (C) dengan pH. Grafik 3D menunjukkan pengaruh komposisi bahan (A, B, dan C) terhadap nilai pH sediaan *cleansing balm* dengan mempertahankan komponen D tetap pada 5,5. Bahan A memiliki rentang konsentrasi 2 hingga 33,5. Bahan B memiliki rentang konsentrasi 1 hingga 32,5. Bahan C memiliki rentang konsentrasi 10 hingga 41,5. Nilai pH yang dihasilkan berada pada rentang 5,9 hingga 6,8, seperti terlihat pada skala warna di grafik. Kombinasi konsentrasi bahan menunjukkan bahwa perubahan proporsi antara A, B, dan C dapat menggeser nilai pH ke arah asam (biru) atau mendekati netral (merah). Proporsi tertentu dari bahan B tampaknya memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kestabilan nilai pH. Daerah dengan pH mendekati netral (6,8) cenderung berada di zona konsentrasi A tinggi, B rendah, dan C moderat. Sebaliknya, daerah dengan pH lebih asam (5,9) tampak terjadi pada konsentrasi A dan C rendah, dengan B yang lebih tinggi. Nilai pH yang baik berada dalam kisaran 4,5 hingga 6,5, yang sesuai dengan pH alami kulit manusia. Hasil grafik pH menunjukkan bahwa kombinasi komponen dalam formulasi dapat menghasilkan pH yang aman dan stabil untuk penggunaan topikal, yang penting untuk menghindari iritasi atau ketidaknyamanan pada kulit [6].



Gambar 1. Grafik respon yang dihasilkan berdasarkan component coding SLD sediaan *cleansing balm* minyak biji tomat. (A) Hasil suhu lebur. (B) hasil daya sebar. (C) Hasil pH.

Nilai desirability sebesar "1" menandakan bahwa formulasi ini telah mencapai kondisi terbaik berdasarkan parameter yang ditetapkan [5]. Desirability merupakan ukuran yang digunakan untuk menilai sejauh mana suatu formulasi mendekati atau memenuhi target yang diinginkan untuk setiap respons yang diukur. Proses perhitungan desirability dilakukan dengan pendekatan Response Surface Methodology (RSM), yaitu sebuah teknik statistik yang memungkinkan peneliti untuk mengkaji hubungan antara variabel-variabel independen (seperti komponen dalam formulasi) dan respons yang diinginkan (misalnya suhu lebur, daya sebar, dan pH) [9]. RSM mempertimbangkan interaksi yang kompleks antara variabel-variabel ini, yang memungkinkan terciptanya formulasi yang dapat mengoptimalkan seluruh respons secara bersamaan. Dalam hal ini, nilai desirability yang mencapai 1,000 pada **Tabel 3** menunjukkan bahwa formulasi ini telah mencapai kondisi ideal, dengan seluruh respons berada dalam rentang yang optimal. Nilai desirability yang sempurna ini menunjukkan bahwa formulasi tidak hanya memenuhi kriteria stabilitas fisik yang baik, seperti suhu lebur yang sesuai, tetapi juga memberikan kenyamanan pada saat aplikasi [5]. Suhu lebur yang optimal, misalnya, memastikan bahwa produk tetap stabil pada suhu lingkungan tanpa mudah meleleh atau menjadi terlalu keras saat digunakan. Daya sebar yang baik mengindikasikan bahwa produk mudah diaplikasikan dan menyebar dengan merata di permukaan kulit, yang penting untuk menciptakan pengalaman pengguna yang nyaman. Selain itu, pH yang aman dan cocok dengan pH alami kulit membuat produk ini ideal untuk penggunaan topikal tanpa menimbulkan iritasi atau ketidaknyamanan. Metode RSM, yang digunakan dalam perhitungan desirability, menawarkan pendekatan yang lebih terstruktur dalam merancang dan mengoptimalkan formulasi produk. Dengan RSM, proses optimasi memungkinkan peneliti untuk

mengeksplorasi berbagai kombinasi komponen dan memilih yang terbaik untuk mencapai keseimbangan antara berbagai respons. Hal ini juga menggambarkan keberhasilan metode *Simplex Lattice Design* (SLD), yang merupakan bagian dari RSM, dalam merumuskan produk dengan karakteristik yang ideal [10]. Dalam studi ini, SLD memungkinkan peneliti untuk menentukan secara tepat komposisi komponen yang menghasilkan formulasi yang tidak hanya efektif secara fungsional, tetapi juga aman dan nyaman digunakan. Dengan hasil desirability yang mencapai nilai 1, formulasi ini dapat dianggap sebagai solusi yang sempurna untuk kebutuhan produk dengan stabilitas fisik yang baik, daya sebar optimal, dan pH yang sesuai untuk kulit.

Tabel 3. Desirability sediaan *cleansing balm* minyak biji tomat

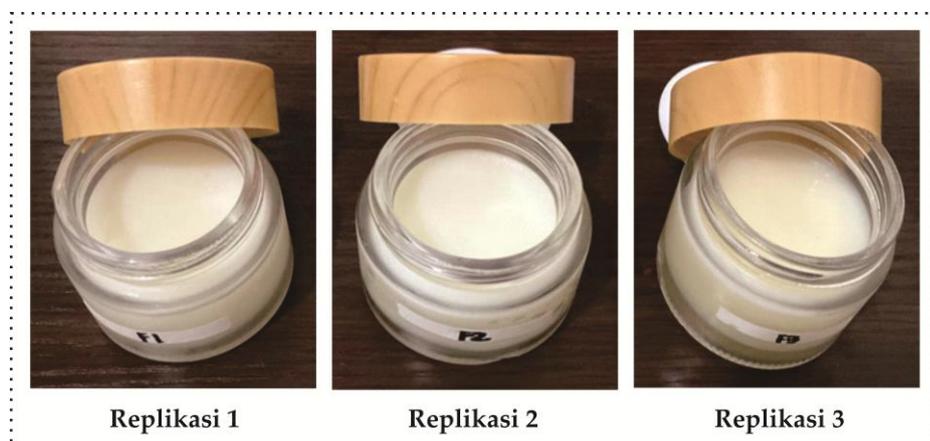
Number	Shea butter	Beeswax	Caprylic/capric triglycerides	Tween 20	Sehu lebur	Daya sebar	pH	Desirability	
1	7.966	9.795	22.674	9.565	61.634	3.596	7.230	1.000	Selected

Foemulasi yang di Konfirmasi Sediaan *Cleansing Balm* Minyak Biji Tomat

Setelah dilakukan optimasi basis sediaan *cleansing balm*, dilakukan formulasi sediaan dengan variasi minyak biji tomat. Data response dimasukkan ke desain expert, didapatkan formulasi terpilih sebagai berikut **Tabel 4**. Berdasarkan formula optimum, dilanjutkan dengan formulasi sediaan *cleansing balm* dengan penambahan variasi minyak biji tomat 5%.

Tabel 4. Formulasi terpilih sediaan *cleansing balm* minyak biji tomat

Shea butter (% b/b)	Beeswax (% b/b)	Caprylic/capric triglycerides (% b/b)	Tween 20 (% b/b)
4.97996	1.88189	42.1382	1



Gambar 2. Hasil uji organoleptis sediaan *cleansing balm* minyak biji tomat formulasi terpilih

Hasil Uji Organoleptis Sediaan *Cleansing Balm* Minyak Biji Tomat Formulasi Terpilih

Hasil menunjukkan semua formula menunjukkan warna putih tulang. Warna ini kemungkinan dipengaruhi oleh kombinasi bahan dasar seperti *beeswax*, yang secara alami berwarna kekuningan, dan minyak biji tomat, yang memiliki warna alami ringan. Warna ini sesuai dengan ekspektasi *cleansing balm* yang tidak memerlukan pewarna tambahan, sehingga memberikan kesan natural. Aroma khas *beeswax* teridentifikasi pada semua formula. *Beeswax* memiliki bau alami yang khas, yang cenderung lembut dan tidak menyengat. Hal ini menunjukkan bahwa aroma bahan lainnya, seperti minyak biji tomat atau *shea butter*, tidak terlalu mendominasi dalam formula, tetapi tetap berkontribusi pada aroma keseluruhan yang menenangkan dan nyaman. Tekstur semi padat yang konsisten pada semua formula mencerminkan proporsi bahan yang seimbang. *Beeswax* memberikan struktur semi padat, sementara *shea butter* dan *caprylic/capric triglyceride* berfungsi untuk melembutkan dan mempermudah distribusi sediaan saat diaplikasikan pada kulit. Tween 20

berperan sebagai emulsifier, sehingga sediaan dapat dengan mudah berubah menjadi emulsi saat bersentuhan dengan air, meningkatkan performa pembersihan. Hasil dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Hasil Uji Suhu Lebur, Daya Sebar dan pH Sediaan *Cleansing Balm* Minyak Biji Tomat Formulasi Terpilih

Keberhasilan hasil uji suhu lebur, daya sebar, dan pH pada formulasi *cleansing balm* minyak biji tomat 5% dapat dijelaskan dengan merujuk pada penggunaan metode *Simplex Lattice Design* (SLD) dalam pemilihan komponen formulasi. Melalui SLD, kombinasi bahan yang digunakan dalam produk ini dipilih secara optimal untuk menghasilkan karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hasil uji menunjukkan bahwa suhu lebur produk berada di kisaran $38,67 \pm 0,58^{\circ}\text{C}$, yang berada dalam rentang optimal $38-39^{\circ}\text{C}$, menjadikannya stabil pada suhu lingkungan tanpa mudah meleleh atau terlalu keras saat diaplikasikan [1]. Ini merupakan hasil dari pemilihan proporsi bahan yang tepat melalui SLD yang mempertimbangkan suhu lebur masing-masing bahan.

Tabel 5. Hasil uji suhu lebur, daya sebar dan pH sediaan *cleansing balm* minyak biji tomat formulasi terpilih

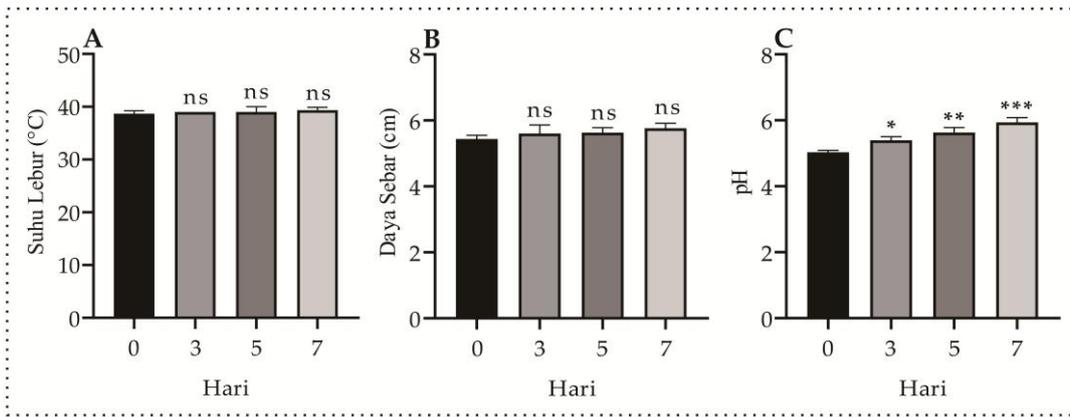
Formula	Suhu Lebur ($^{\circ}\text{C}$)	Daya Sebar (cm)	pH
Minyak Biji Tomat 5%	$38,67 \pm 0,58$	$5,43 \pm 0,12$	$5,03 \pm 0,06$

Keterangan: *Hasil rata-rata 3 kali replikasi \pm Setandar deviasi

Daya sebar sediaan yang didapat **Tabel 5**, yang menunjukkan bahwa formulasi ini mudah merata ketika diaplikasikan pada kulit. SLD memungkinkan penentuan komposisi yang memberikan keseimbangan antara konsistensi produk yang mudah tersebar dan stabilitasnya. Begitu juga dengan pH produk yang tercatat sebesar $5,03 \pm 0,06$, berada pada kisaran yang aman untuk kulit ($4,5-6,5$), yang memastikan bahwa produk ini dapat digunakan tanpa menyebabkan iritasi atau ketidaknyamanan [6]. Proses optimasi menggunakan SLD memperhitungkan berbagai faktor yang mempengaruhi pH, daya sebar, dan suhu lebur sehingga formulasi yang dihasilkan dapat memenuhi kriteria kualitas yang diinginkan. Faktor utama yang mempengaruhi keberhasilan ini adalah kemampuan SLD dalam mengidentifikasi kombinasi bahan yang menghasilkan hasil terbaik pada setiap parameter yang diuji [11]. Selain itu, SLD juga berhasil menciptakan keseimbangan antara stabilitas fisik produk dan kenyamanan aplikasi, seperti daya sebar yang memadai dan pH yang sesuai dengan pH kulit **Tabel 5**. Dengan demikian, keberhasilan uji ini membuktikan efektivitas metode *Simplex Lattice Design* dalam merumuskan sediaan kosmetik dengan karakteristik yang optimal dan menghasilkan sediaan dengan kualitas yang aman dan nyaman untuk digunakan.

Hasil Uji Stabilitas Sediaan *Cleansing Balm* Minyak Biji Tomat Formulasi Terpilih

Berdasarkan hasil pengamatan stabilitas selama 7x24 jam, tidak ditemukan adanya perubahan warna, bau, maupun tekstur pada sediaan *cleansing balm* minyak biji tomat formulasi terpilih. Hal ini menunjukkan bahwa sediaan *cleansing balm* yang dibuat memiliki stabilitas secara organoleptis yang baik dalam kondisi penyimpanan selama periode tersebut. Warna putih tulang yang konsisten pada semua formula mengindikasikan bahwa bahan-bahan yang digunakan, seperti *beeswax*, *shea butter*, dan minyak biji tomat, stabil terhadap oksidasi maupun degradasi selama periode pengamatan. Aroma khas *beeswax* yang tidak berubah selama pengamatan mengindikasikan bahwa komponen aromatik alami dari bahan-bahan penyusun, terutama minyak biji tomat dan *shea butter*, tidak mengalami perubahan kimia seperti oksidasi atau penguraian. Konsistensi tekstur semi-padat yang tetap stabil menunjukkan bahwa proporsi bahan penyusun telah dirancang dengan baik. *Beeswax* berperan sebagai agen pembentuk struktur yang memberikan stabilitas fisik pada balm, sementara *shea butter* dan *caprylic/capric triglyceride* mendukung kelembutan tekstur tanpa granulasi atau pemisahan fase [12]. Stabilitas tekstur juga didukung oleh penggunaan tween 20 sebagai emulsifier, yang mencegah terjadinya segregasi atau pemisahan bahan cair dan padat dalam sediaan [13]. Adapun faktor lain yang mendukung stabilitas sediaan yaitu penggunaan bahan-bahan dengan sifat kimia yang stabil, seperti *beeswax* dan minyak biji tomat, menjaga struktur dan sifat organoleptik sediaan. Pengolahan dengan teknik pelelehan, pencampuran, dan pendinginan yang baik memastikan homogenitas dan kestabilan selama penyimpanan. Kandungan antioksidan dalam minyak biji tomat membantu menghambat reaksi oksidasi yang dapat menyebabkan perubahan bau, warna, atau tekstur [4].



Gambar 3. Grafik uji stabilitas. (A) Suhu lebur. (B) Daya sebar dan (C) pH. Sampel dianalisis menggunakan One-Way ANOVA dengan kepercayaan 95%, dilanjutkan dengan uji Post-Hoc untuk mengetahui perbedaan yang bermakna pada masing-masing kelompok. n: 5; ns: not significant, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Hasil uji suhu lebur **Gambar 3A**, menunjukkan bahwa suhu lebur produk tidak mengalami perubahan yang signifikan selama 7 hari penyimpanan, dengan nilai rata-rata tetap berada pada kisaran 38-39°C. Data ini dianalisis menggunakan One-Way ANOVA, yang menunjukkan tidak ada perbedaan bermakna (ns) antara waktu pengukuran pada hari ke-0, 3, 5, dan 7. Hal ini mengindikasikan bahwa stabilitas fisik produk, khususnya suhu lebur, tetap terjaga dengan baik meskipun disimpan selama 7 hari. Suhu lebur yang stabil penting untuk memastikan produk tidak meleleh atau mengeras pada suhu lingkungan, sehingga tetap mudah digunakan oleh konsumen. Sedangkan untuk daya sebar **Gambar 3B**, hasilnya juga menunjukkan stabilitas yang baik tanpa adanya perbedaan signifikan (ns) antara hari ke-0, 3, 5, dan 7. Daya sebar yang terjaga stabil ini mengindikasikan bahwa produk tetap memiliki konsistensi yang mudah diterapkan pada kulit, memberikan kenyamanan bagi pengguna. Daya sebar yang baik menunjukkan bahwa formulasi ini tidak berubah menjadi lebih kental atau terlalu cair, menjaga kenyamanan dan efektivitas produk dalam pemakaian sehari-hari. Berbeda dengan suhu lebur dan daya sebar, pH produk menunjukkan perubahan signifikan selama uji stabilitas **Gambar 3C**. Nilai pH pada hari ke-0 tercatat sekitar 5,03, dan setelah 3, 5, dan 7 hari terjadi peningkatan signifikan yang dilihat dari hasil uji Post-Hoc (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$). Walaupun terjadi perubahan pada pH, perubahan tersebut tetap berada dalam kisaran pH yang aman untuk kulit manusia, yakni antara 4,5 dan 6,5. Peningkatan pH ini dapat disebabkan oleh reaksi kimia antara komponen formulasi yang terjadi seiring berjalannya waktu, tetapi tetap tidak berisiko menyebabkan iritasi atau ketidaknyamanan pada pengguna. Hasil uji stabilitas ini menunjukkan bahwa formulasi *cleansing balm* minyak biji tomat terpilih cukup stabil selama periode 7 hari penyimpanan, dengan suhu lebur dan daya sebar yang tetap terjaga baik. Stabilitas suhu lebur dan daya sebar ini merupakan indikator bahwa kombinasi bahan dan proses pembuatan yang digunakan dalam formulasi ini efektif untuk menghasilkan produk yang memiliki konsistensi dan fungsionalitas yang baik. Meskipun ada perubahan pada pH, perubahan tersebut tidak berisiko menyebabkan efek negatif pada penggunaan topikal karena tetap berada dalam batas pH yang sesuai untuk kulit. Faktor yang mempengaruhi perubahan pH ini kemungkinan adalah interaksi antar bahan atau reaksi oksidasi selama penyimpanan. Oleh karena itu, meskipun ada perubahan pH, produk ini masih dapat dipertimbangkan aman digunakan, asalkan disimpan dalam kondisi yang tepat.

Hasil Uji Antioksidan Sediaan *Cleansing Balm* Minyak Biji Tomat Formulasi Terpilih

Hasil pengujian aktivitas antioksidan pada sediaan *cleansing balm* minyak biji tomat yang dilakukan dengan metode DPPH **Tabel 6**. Aktivitas antioksidan diukur berdasarkan persentase penghambatan radikal bebas DPPH dan nilai IC_{50} (konentrasi yang diperlukan untuk menghambat 50% aktivitas radikal bebas) [14]. Asam askorbat, sebagai kontrol positif, menunjukkan penghambatan yang semakin tinggi seiring dengan peningkatan konsentrasi, dengan nilai IC_{50} sebesar 5,78 ppm. Untuk sediaan *cleansing balm* minyak biji tomat, hasil menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi minyak biji tomat dalam formulasi menyebabkan peningkatan penghambatan terhadap radikal bebas. Penghambatan yang tercatat pada konsentrasi 5% minyak biji tomat mencapai $46,51 \pm 3,92\%$, dengan nilai IC_{50} sebesar 21,46 ppm, yang lebih rendah

dibandingkan dengan penghambatan yang ditunjukkan oleh asam askorbat pada konsentrasi yang lebih tinggi.

Tabel 6. Hasil pengujian antioksidan *cleansing balm* minyak biji tomat menggunakan metode DPPH

Sampel	Penghambatan (%)	IC ₅₀ (ppm)
Asam askorbat	44,77 ± 4,01	5,78
	47,86 ± 2,03	
	50,80 ± 3,73	
	53,00 ± 4,84	
<i>Cleansing Balm</i> Minyak Biji Tomat	27,88 ± 3,15	21,46
	31,84 ± 3,70	
	36,18 ± 3,44	
	39,36 ± 3,67	
	46,51 ± 3,92	

Hasil uji menunjukkan bahwa *cleansing balm* minyak biji tomat memiliki kemampuan antioksidan yang signifikan. Meskipun tidak sekuat asam askorbat, yang terkenal sebagai antioksidan kuat, sediaan minyak biji tomat masih menunjukkan efektivitas yang cukup baik dalam menghambat radikal bebas DPPH. Nilai IC₅₀ yang lebih tinggi menunjukkan bahwa minyak biji tomat memerlukan konsentrasi yang lebih besar untuk mencapai penghambatan 50%, namun tetap menunjukkan potensi sebagai bahan dengan aktivitas antioksidan yang dapat memberikan perlindungan terhadap kerusakan kulit akibat radikal bebas [15]. Peningkatan aktivitas antioksidan ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan senyawa fenolik dan asam lemak yang terdapat dalam minyak biji tomat, yang dikenal memiliki sifat antioksidan. Aktivitas antioksidan ini penting untuk mencegah kerusakan kulit akibat stres oksidatif dan polusi, yang dapat mempercepat proses penuaan kulit dan meningkatkan risiko peradangan. Oleh karena itu, penambahan minyak biji tomat dalam formulasi *cleansing balm* tidak hanya berfungsi untuk membersihkan kulit tetapi juga memberikan manfaat perlindungan dari kerusakan oksidatif. Secara keseluruhan, hasil uji ini mengonfirmasi bahwa *cleansing balm* minyak biji tomat tidak hanya memiliki kemampuan pembersih yang baik tetapi juga memberikan nilai tambahan sebagai agen antioksidan yang bermanfaat untuk kesehatan kulit [4].

Kesimpulan

Optimasi terpilih berdasarkan rujukan SLD sediaan *cleansing balm* minyak biji tomat dengan konsentrasi *shea butter* (4,97996 %), *beeswax* (1,88189 %), *caprylic/capric triglycerides* (42,1382 %) dan *tween 20* (1%) menunjukkan kualitas sediaan yang baik dan aman untuk digunakan dengan tekstur semi padat beraroma khas *beeswax* dengan warna putih tulang. Suhu lebur produk stabil di sekitar 38,67 °C ± 0,58, daya sebar mencapai 5,43 cm ± 0,12, dan pH terjaga di angka 5,03 ± 0,06, yang semuanya berada dalam rentang yang ideal untuk kulit. Uji stabilitas juga menunjukkan tidak ada perubahan signifikan pada suhu lebur dan daya sebar selama 7 hari penyimpanan, meskipun ada sedikit peningkatan pH. Selain itu, produk ini memiliki aktivitas antioksidan yang cukup baik dengan penghambatan radikal bebas hingga 46,51%, memberikan perlindungan terhadap kerusakan kulit akibat stres oksidatif dengan nilai IC₅₀ 21,46 ppm. Secara keseluruhan, *cleansing balm* minyak biji tomat menawarkan performa yang stabil, aman, dan efektif sebagai produk perawatan kulit.

Ucapan Terimakasih

Kami berterima kasih kepada Program Studi Profesi Apoteker, Fakultas Farmasi, Universitas Islam Sultan Agung atas pendanaan penelitian ini. Apresiasi juga kami sampaikan kepada Laboratorium Farmasetika dan Teknologi Farmasi serta semua pihak yang mendukung publikasi makalah ini. Penelitian ini tidak memiliki konflik kepentingan.

Referensi

- [1] Rachmadani AD, Nurlaila SR, Harismah K. Formulasi dan Uji Stabilitas Sediaan Pembersih Wajah (Cleansing oil) Berbahan Dasar Minyak Jarak (*Ricinus Communis*). *jfks*. 2022;2(1):104. doi:10.26753/jfks.v2i1.784
- [2] Liang W. Toxicity and Effect of Chemicals in Skin Care Products on Human Health. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2020;512(1):012081. doi:10.1088/1755-1315/512/1/012081
- [3] Kontaxi NI, Panoutsopoulou E, Ofrydopolou A, Tsoupras A. Anti-Inflammatory Benefits of Grape Pomace and Tomato Bioactives as Ingredients in Sun Oils against UV Radiation for Skin Protection. *Appl Sci*. 2024;14(14):6236. doi:10.3390/app14146236
- [4] Szabo K, Varvara RA, Ciont C, Macri AM, Vodnar DC. An updated overview on the revalorization of bioactive compounds derived from tomato production and processing by-products. *J Clean Prod*. Published online February 2025:145151. doi:10.1016/j.jclepro.2025.145151
- [5] Nahdhia N, Rijal MAS, Hendradi E, Widodo RT. Application of the Simplex Lattice Design Method to Determine the Optimal Formula of Diclofenac Sodium Nanoemulsion. *JFIKI*. 2024;11(2):137-146. doi:10.20473/jfiki.v11i22024.137-146
- [6] Chabib L, Suryani A, Dewi LS, Noviani H, Maharani WHP, Indraswari AA. Pineapple fruit extract (*Ananas comosus* L. Merr) as an antioxidant and anti-acne agent made with the nano-emulsion gel delivery system. *Pharm Educ*. 2023;23(2):126-132. doi:10.46542/pe.2023.232.126132
- [7] Hartanto H. Emulsifier Concentration Stearic Acid and Triethanolamine on Cream Formulation. *Indones Nat Res Pharm J*. 2018;3(1):119-130.
- [8] Simanullang G, Nurul NFI, Sukrasno. Formulasi dan Evaluasi Stabilitas Fisik Sediaan Lip Balm Minyak Bekatul (Rice Bran Oil). *MFI*. 2023;18(2). doi:10.53359/mfi.v18i2.230
- [9] Chakraborty P, Dey S, Parcha V, Bhattacharya SS, Ghosh A. Design Expert Supported Mathematical Optimization and Predictability Study of Buccoadhesive Pharmaceutical Wafers of Loratadine. *Biomed Res Int*. 2013;2013:1-12. doi:10.1155/2013/197398
- [10] Pratiwi PD, Arnas DL. Aplikasi Simplex Lattice Design untuk Optimasi Emulgator dalam Krim Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis. *Sinteza*. 2024;4(2):85-93. doi:10.29408/sinteza.v4i2.26539
- [11] Nouioura G, Tourabi M, El Ghouizi A, et al. Optimization of a New Antioxidant Formulation Using a Simplex Lattice Mixture Design of *Apium graveolens* L., *Coriandrum sativum* L., and *Petroselinum crispum* M. Grown in Northern Morocco. *Plants*. 2023;12(5):1175. doi:10.3390/plants12051175
- [12] Mungali M, Sharma N, Gauri. Caprylic/capric triglyceride. In: *Naturally Occurring Chemicals Against Alzheimer's Disease*. Elsevier; 2021:139-146. doi:10.1016/B978-0-12-819212-2.00011-6
- [13] Jakubczyk E, Kamińska-Dwórznička A, Kot A. The Impact of Tween 20 on the Physical Properties and Structure of Agar Gel. *Gels*. 2025;11(3):159. doi:10.3390/gels11030159
- [14] Muadifah A, Tilarso DP, Putri AE, Sowe MS. Antioxidant Effectiveness Test of Kapok Leaf Extract Moisturizer (*Ceiba Pentandra* (L.) Gaertn.) with DPPH Method. *Chempublish*. 2024;8(1):1-10. doi:10.22437/chp.v8i1.33234
- [15] Nuraeni F, Heliawati L, Nurastuti M. Antioxidant Activity Test from Vegetable Tomato (*Solanum lycopersicum*) and Cherry Tomato (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*) in Hand and Body Cream. *He JSAC*. 2022;2(1):7-12. doi:10.33751/helium.v2i1.5302