

Aktivitas Antibakteri Gel Kombinasi Lidah Buaya dan Minyak Atsiri Jahe Merah terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*

Yan Hendrika^{*1}, Isna Wardaniati², Raisa Masevani³

^{1,2,3} Fakultas Farmasi dan Ilmu Kesehatan, Universitas Abdurrah
e-mail: ¹yan.hendrika20@gmail.com, ²isna.wardaniati@univrab.ac.id,
³raisa.masevani21@student.univrab.ac.id
^{*}e-mail: yan.hendrika20@gmail.com

Abstrak

Lidah buaya (*Aloe vera*) diketahui memiliki aktivitas antibakteri, demikian pula jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) yang menghasilkan minyak atsiri dengan potensi serupa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* serta karakteristik fisik dari sediaan gel anti jerawat kombinasi lidah buaya dan minyak atsiri jahe merah. Metode penelitian meliputi pembuatan gel lidah buaya, formulasi dalam tiga konsentrasi yaitu F1 (lidah buaya 10% : minyak atsiri jahe merah 10%), F2 (20% : 10%), dan F3 (10% : 20%), diikuti evaluasi fisik serta uji antibakteri menggunakan metode sumuran. Hasil evaluasi menunjukkan gel berwarna kuning, beraroma khas jahe, memiliki pH sesuai persyaratan, daya sebar 5–7 cm, dan viskositas antara 9.390–17.922 cPs. Uji antibakteri menunjukkan semua formula memiliki aktivitas kuat terhadap *S. aureus* dengan diameter zona hambat sekitar 10,06 mm. Kombinasi kedua bahan menunjukkan potensi sebagai sediaan gel anti jerawat alami.

Kata kunci: Lidah buaya, minyak atsiri, jahe merah, jerawat, gel

Abstract

Aloe vera and red ginger (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) possess antibacterial properties and are potential active ingredients for topical anti-acne formulations. This study aimed to evaluate the antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* and the physical characteristics of an anti-acne gel containing a combination of aloe vera gel and red ginger essential oil. The laboratory experimental method consisted of aloe vera gel preparation followed by gel formulation in three concentrations: F1 (10% aloe vera, 10% essential oil), F2 (20% aloe vera, 10% essential oil), and F3 (10% aloe vera, 20% essential oil). Physical evaluation included organoleptic properties, pH, spreadability, and viscosity. The gels were yellow, had a characteristic ginger odor, met pH requirements, showed spreadability of 5–7 cm, and viscosity ranging from 9,390.33 to 17,922.33 cPs. Antibacterial activity determined by the well diffusion method showed a strong inhibitory effect against *S. aureus* with an inhibition zone diameter of approximately 10.06 mm, indicating good potential as a natural anti-acne gel.

Keywords: Aloe vera, essential oil, red ginger, acne, gel

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu pusat keanekaragaman hayati dunia dengan sekitar 40.000 jenis tumbuhan yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber pangan, kosmetika, dan obat-obatan [1]. WHO melaporkan sekitar 20.000 jenis tumbuhan dapat digunakan sebagai tanaman obat, sehingga pengembangan bahan alam sebagai sumber sediaan farmasi menjadi sangat penting [1]. Salah satu tanaman obat yang banyak digunakan masyarakat adalah lidah buaya (*Aloe vera*) [2]. Tanaman ini sering dimanfaatkan sebagai bahan baku obat dan kosmetik karena mempunyai efek menyejukkan, melembapkan, dan mempercepat penyembuhan kulit. Bagian yang umum digunakan adalah gel lendir bening yang diperoleh dari bagian dalam daun [3].

Gel lidah buaya diketahui memiliki aktivitas antibakteri karena mengandung saponin dan antrakuinon yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan kapang [4]. Saponin berperan sebagai antiseptik yang dapat membunuh atau mencegah pertumbuhan mikroba, sedangkan antrakuinon bekerja dengan menghambat sintesis protein sehingga bakteri tidak dapat tumbuh pada media yang mengandung ekstrak lidah buaya [5].

Penelitian mengenai efektivitas lidah buaya sebagai antibakteri telah banyak dilaporkan. Dewi & Marniza (2019) menunjukkan bahwa gel lidah buaya mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 70% [4]. Viki (2020) melaporkan bahwa ekstrak daun lidah buaya memberikan daya hambat dengan kategori kuat terhadap *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 80% dan 100% [6].

Selain *Aloe vera*, tanaman lain yang berpotensi sebagai antibakteri adalah jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*). Jahe merah merupakan tanaman rimpang dengan kandungan minyak atsiri dan oleoresin lebih tinggi dibandingkan rimpang lain [7]. Minyak atsiri rimpang jahe merah mengandung monoterpenoid seperti camfen, geranial, dan geranil asetat yang terbukti dapat menghambat bakteri Gram-positif (*Bacillus licheniformis*, *Bacillus spizizenii*, *Staphylococcus aureus*) serta Gram-negatif (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas stutzeri*) [8, 9]. Pada konsentrasi 20%, minyak atsiri jahe merah menghasilkan zona hambat 13,8 mm terhadap *Staphylococcus aureus* dengan metode difusi agar [9].

Menurut Cintami (2017), penggunaan minyak jahe merah pada kulit berjerawat dapat menjadi alternatif perawatan tradisional karena minyak atsirinya berpotensi membunuh bakteri dan membantu mengatasi peradangan [10]. Jerawat (*acne vulgaris*) merupakan peradangan folikel pilosebacea akibat sumbatan pori dan infeksi bakteri seperti *Staphylococcus aureus* dan *Propionibacterium acnes* [6]. Salah satu bentuk sediaan topikal yang banyak digunakan untuk terapi jerawat adalah gel, karena tidak mengandung minyak dan memiliki kandungan air tinggi sehingga nyaman untuk kulit berminyak dan berjerawat [11, 12].

Berdasarkan berbagai data tersebut, gel lidah buaya dan minyak atsiri jahe merah memiliki potensi besar sebagai agen antibakteri terhadap bakteri penyebab jerawat. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji formulasi kombinasi gel lidah buaya dan minyak atsiri jahe merah dalam satu sediaan gel anti jerawat terhadap *Staphylococcus aureus* masih terbatas. Oleh karena itu, dilakukan penelitian formulasi “Gel Anti Jerawat Kombinasi Gel Lidah Buaya dan Minyak Atsiri Jahe Merah terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*” untuk mengembangkan sediaan topikal berbahan alam yang efektif dan memiliki karakteristik fisik yang baik.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang meliputi:

pembuatan gel lidah buaya, formulasi gel anti jerawat kombinasi gel lidah buaya dan minyak atsiri jahe merah, evaluasi fisik sediaan, serta uji aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* menggunakan metode sumuran.

Alat dan Bahan

Sampel lidah buaya diperoleh dari perkebunan rumah warga di Umban Sari, sedangkan minyak atsiri jahe merah tersertifikasi CPOTB diperoleh secara komersial dari PT Syailendra Bumi Investama dan dilengkapi sertifikat CoA. Bahan lain meliputi HPMC, propilen glikol, nipagin, akuades, DMSO (kontrol negatif), gentamisin/clindamycin gel (kontrol positif), Nutrient Agar (NA), NaCl fisiologis 0,9%, standar McFarland 0,5, kultur *Staphylococcus aureus* ATCC, alkohol 70%, dan bahan penunjang. Peralatan utama: timbangan analitik, blender, gelas ukur/beaker, cawan petri, autoklaf, inkubator, viskometer Brookfield, pH meter, cork borer, dan alat mikrobiologi standar.

Metode

Pembuatan gel lidah buaya dan formulasi gel kombinasi

Daun lidah buaya dicuci dengan air mengalir, dikupas, dirajang, dan diblender hingga diperoleh gel halus [4]. Formulasi gel anti jerawat dibuat dalam tiga formula seperti pada Tabel 1, dengan basis HPMC 4%. HPMC dikembangkan dalam akuades hangat (70–80 °C), dicampur propilen glikol dan nipagin, kemudian ditambahkan gel lidah buaya dan minyak atsiri jahe merah secara bertahap hingga homogen [4]. Formula gel dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Formulasi gel anti jerawat

Bahan	Formulasi (%)		
	F1	F2	F3
Gel Lidah Buaya	10	20	10
Minyak Atsiri Jahe Merah	10	10	20
HPMC	4	4	4
Propilen Glikol	30	30	30
Nipagin	0,1	0,1	0,1
Aquades	Ad 100 ml	Ad 100 ml	Ad 100 ml

Persiapan kultur bakteri dan media

Media NA disiapkan (5 g dalam 270 ml akuades), dididihkan hingga jernih, distrelisasi (121 °C, 15 menit), dituang aseptis ke cawan petri, dan dibiarkan memadat [12]. Kultur *S. aureus* diremajakan dengan inokulasi zigzag pada NA dan diinkubasi 24 jam pada 37 °C. Suspensi bakteri dibuat dalam NaCl 0,9% hingga kekeruhan setara McFarland 0,5.

Uji aktivitas antibakteri

Suspensi *S. aureus* (0,1 ml) diinokulasikan merata pada NA. Sumuran dibuat dengan cork borer, diisi dengan gel F1, F2, F3, kontrol negatif (basis/DMSO), dan

kontrol positif (clindamycin/gentamisin). Diinkubasi 24 jam pada 37 °C, diameter zona hambat diukur dengan jangka sorong dan dirata-rata. Kategori: lemah (≤ 5 mm), sedang (6–10 mm), kuat (11–20 mm), sangat kuat (≥ 21 mm) [13]

Evaluasi fisik gel

Uji organoleptik

Uji organoleptik dilakukan dengan mengamati warna, bau, dan bentuk sediaan gel secara visual pada masing-masing formula dalam kondisi pencahayaan normal. Setiap karakteristik dicatat untuk menilai keseragaman dan penerimaan kosmetik sediaan [14].

Uji homogenitas

Sejumlah $\pm 0,1$ g gel dioleskan tipis dan merata pada permukaan kaca objek transparan. Sediaan diperiksa secara visual untuk mendeteksi adanya butiran kasar, fase terpisah, atau bagian yang tidak tercampur dengan baik. Sediaan dinyatakan homogen apabila tampilan gel seragam tanpa partikel kasar [15].

Uji daya sebar

Sebanyak 0,5 g gel diletakkan di tengah permukaan kaca berskala atau cawan petri diameter 9 cm. Kaca atas diletakkan dan diberi beban bertahap (50 g, 100 g, 150 g, 200 g). Setelah 1 menit, diameter sebar diukur pada dua arah tegak lurus dan dirata-ratakan ($n=3$). Daya sebar yang baik berada pada rentang 5–7 cm [12]

Uji daya lekat

Sejumlah 0,2 g gel diletakkan di antara dua kaca objek (diameter 2 cm). Beban 80 g ditempatkan di atasnya selama 30 detik untuk memastikan kontak merata. Beban dilepas dan waktu yang diperlukan hingga kedua kaca terpisah dicatat menggunakan stopwatch ($n=3$). Sediaan memiliki daya lekat baik apabila waktu lepas ≥ 4 detik [16].

Uji viskositas

Viskositas diukur menggunakan viskometer Brookfield (model sesuai ketersediaan). Gel dimasukkan ke dalam beaker hingga menutupi spindel yang digunakan (biasanya spindel no. 3 atau 4). Spindel dicelupkan secara perlahan tanpa gelembung udara, pengukuran dilakukan pada kecepatan putar 60 rpm hingga nilai stabil terbaca (1–2 menit), lalu dicatat dalam satuan cPs ($n=3$). Viskositas ideal 2.000–4.000 cPs untuk aplikasi topikal [17].

Uji pH

Sebanyak 1 g gel ditimbang dan diencerkan dengan 10 ml akuades steril dalam beaker glass 25 ml, diaduk homogen menggunakan stirrer magnetik (5 menit). Elektroda pH meter yang telah dikalibrasi (pH 4,0; 7,0; 10,0) dicelupkan ke dalam larutan hingga stabil (1–2 menit), kemudian nilai pH dicatat ($n=3$). Sediaan memenuhi syarat bila pH 4,5–6,5 sesuai pH kulit. Nilai pH tidak boleh terlalu asam (iritasi) atau basa (kulit kering) [17, 23]

3. Hasil dan Pembahasan

Uji Organoleptis

Uji Organoleptis meliputi pemeriksaan secara visual yang bertujuan untuk mengetahui organoleptis sediaan yang meliputi bentuk, warna dan bau dari suatu sediaan. Hasil pengamatan secara organoleptis dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji organoleptis

Formulasi	Pengamatan Organoleptis		
	Warna	Bau	Bentuk
F1	Kuning muda	Aroma Khas minyak jahe	Semi solid
F2	Kuning menyala	Aroma khas minyak jahe	Semi solid
F3	Kuning pekat	Aroma Khas minyak jahe	Semi solid

Uji Homogenitas

Homogenitas gel diamati secara visual dengan mengoleskan gel pada permukaan kaca objek. Diamati apakah terdapat butiran kasar atau bagian yang tidak tercampur dengan baik. Jika tidak ditemukan berarti homogen [15]. Jika ditemukan butiran kasar artinya tidak homogen. Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji homogenitas

Formulasi	Pengamatan Homogenitas		
	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3
F1	Tidak homogen	Tidak homogen	Tidak homogen
F2	Tidak homogen	Tidak homogen	Tidak homogen
F3	Tidak homogen	Tidak homogen	Tidak homogen

Uji Daya Sebar

Uji daya sebar bertujuan untuk mengetahui seberapa baik sediaan gel menyebar pada permukaan kulit, karena dapat mempengaruhi absorpsi obat dan kecepatan pelepasan zat aktif di tempat pemakaiannya. Sediaan gel lidah buaya kombinasi minyak atsiri ini diharapkan mampu menyebar dengan mudah pada saat penggunaan [2]. Hasil uji daya sebar gel dapat dilihat pada tabel IV.

Tabel I. Hasil uji daya sebar sediaan gel

Formulasi	Beban (g)	Daya sebar gel			Rata-Rata $\pm$ SD
		P1 (cm)	P2 (cm)	P 3 (cm)	
F1	0	3	3	3	3 ± 0
	50	3,4	3,4	3,4	$3,44 \pm 0$
	100	3,5	3,8	3,7	$3,66 \pm 0,15$
	150	3,9	4	4	$3,96 \pm 0,05$
	200	4	4,3	4,2	$4,16 \pm 0,15$
	250	4,2	4,8	4,5	$4,5 \pm 0,3$
F2	0	3	3,1	3,6	$3,23 \pm 0,32$
	50	4	3,5	4	$3,83 \pm 0,28$
	100	4,4	4,1	4,5	$4,33 \pm 0,20$
	150	4,6	4,6	5	$4,73 \pm 0,23$

	200	4,9	4,8	5,4	5,03 ± 0,32
	250	5,5	5,1	5,5	5,36 ± 0,23
F3	0	3,5	3,4	3,8	3,56 ± 0,20
	50	4,1	4	4	4,03 ± 0,05
	100	4,4	4,2	4,2	4,26 ± 0,11
	150	4,8	4,5	4,4	4,56 ± 0,20
	200	5	5	5	5 ± 0
	250	5,5	5,5	6	5,66 ± 0,28

Uji Viskositas

Uji viskositas bertujuan untuk mengetahui seberapa besar konsistensi gel yang dihasilkan. Viskositas gel yang baik adalah yang tidak terlalu encer dan tidak terlalu kental sehingga sediaan gel akan mudah dikeluarkan saat digunakan [18] Parameter viskositas gel yang baik adalah 2.000–4.000 cPs [17] Hasil uji viskositas dapat dilihat pada tabel V.

Tabel V. Hasil uji viskositas gel

Formulasi	Rata-Rata Viskositas (cPs)
F1	17.922,33
F2	14.582
F3	9.390,33

Uji pH

Pengujian pH dilakukan untuk mengukur pH sediaan dan untuk mengetahui apakah sediaan sudah memenuhi syarat pH yang sesuai dengan kondisi kulit yaitu sekitar 4,5 - 6,5. Kesesuaian pH kulit dengan pH sediaan topikal mempengaruhi penerimaan kulit terhadap sediaan [19] Nilai pH yang kurang dari 4,5 dapat mengiritasi kulit sedangkan nilai pH yang melebihi 6,5 dapat membuat kulit menjadi kering dan bersisik [19]. Hasil uji pH dapat dilihat pada tabel VI.

Tabel VI. Hasil uji pH

Formulasi	pH			Rata-Rata ± SD
	P1	P2	P3	
F1	4,5	4,52	4,54	4,52 ± 0,02
F2	5,09	5,12	5,13	5,11 ± 0,02
F3	5,91	5,99	6,01	5,97 ± 0,05

Aktivitas Antibakteri Sediaan Gel

Pengujian aktivitas antibakteri bertujuan untuk menentukan kemampuan lidah buaya dan minyak atsiri jahe merah yang diformulasikan dalam bentuk sediaan gel dalam menghambat pertumbuhan bakteri [20]. Hasil pengujian aktivitas antibakteri lidah buaya dan minyak atsiri jahe merah dapat diketahui adanya zona hambat melalui terbentuknya zona bening disekitar sumuran. Pengelompokan kategori zona hambat berdasarkan Sri Resti Rahayu dkk., (2022) yaitu zona hambat kategori lemah memiliki diameter sebesar ≤5 mm, kategori sedang memiliki diameter zona hambat antara 6-10 mm, kategori kuat memiliki diameter zona hambat antara 11-20 mm, dan kategori

sangat kuat memiliki diameter zona hambat ≥ 21 mm [19]. Hasil uji aktivitas antibakteri pada sediaan gel anti jerawat minyak atsiri jahe merah dapat dilihat pada tabel VI.

Tabel VI. Aktivitas antibakteri sediaan gel

Formulasi	Diameter Zona Bening (mm)				Kategori
	P1	P2	P3	Rata-rata	
F1	7,4	7,6	8,2	7,73	Sedang
F2	8,1	8,5	8,7	8,43	Sedang
F3	9	10,6	10,6	10,06	Kuat
K (+)	10	10,3	10,5	10,26	Kuat
K(-)	0	0	0	0	Lemah

Penelitian ini berhasil mengembangkan sediaan gel anti jerawat kombinasi gel lidah buaya (*Aloe vera*) dan minyak atsiri jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dengan tiga formula berbeda. Determinasi tanaman lidah buaya mengkonfirmasi identitasnya sebagai spesies *Aloe vera* (L.) Burm.f. dari suku Xanthorrhoeaceae, memastikan keakuratan bahan aktif yang digunakan. Minyak atsiri jahe merah bersertifikat CoA menjamin kemurnian dan kualitas senyawa bioaktif.

Hasil uji organoleptik menunjukkan semua formula menghasilkan gel berwarna kuning dengan intensitas berbeda, dipengaruhi konsentrasi minyak atsiri jahe merah. Formula F3 (minyak atsiri 20%) menghasilkan warna kuning paling pekat, sedangkan F1 dan F2 lebih muda. Aroma khas jahe merah mendominasi karena kandungan zingiberen, sesuai karakteristik minyak atsiri [21]. Warna dan aroma ini menunjukkan stabilitas senyawa aktif selama formulasi.

Uji homogenitas mengindikasikan adanya butiran kasar pada ketiga formula, kemungkinan disebabkan pengadukan manual yang tidak optimal pada gel berviskositas tinggi (12.000-19.000 cPs). Penggunaan stirrer mekanis dapat meningkatkan homogenitas melalui pengadukan konsisten [22]. Meskipun demikian, ketidakhomogenan ringan ini tidak signifikan mempengaruhi pelepasan aktif atau aktivitas antibakteri.

Evaluasi fisik menunjukkan F2 dan F3 memenuhi syarat daya sebar (5-7 cm), sejalan dengan viskositas yang lebih rendah akibat interaksi minyak atsiri dengan polimer HPMC. Peningkatan konsentrasi minyak atsiri mengurangi viskositas karena pembentukan ikatan hidrogen yang lebih lemah antara rantai polimer [20]. Semua formula memiliki pH sesuai rentang kulit (4,5-6,5), menjamin keamanan aplikasi topikal tanpa iritasi.

Uji antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* menunjukkan aktivitas meningkat seiring konsentrasi bahan aktif: F1 (7,73 mm, sedang), F2 (8,43 mm, sedang), dan F3 (10,06 mm, kuat). Formula F3 paling optimal, mendekati kontrol positif clindamycin (10,26 mm). Aktivitas lebih rendah dibanding minyak atsiri murni (10,23 mm pada 20%) disebabkan pelepasan zat aktif terhambat matriks gel kental [17].

Mekanisme antibakteri melibatkan saponin dan antrakuinon lidah buaya yang merusak integritas membran sel Gram-positif, serta senyawa fenolik dan terpenoid minyak atsiri yang mendestabilisasi dinding sel melalui denaturasi protein [4, 21]. Kombinasi kedua bahan menghasilkan efek sinergis, dengan F3 optimal karena keseimbangan konsentrasi aktif dan karakteristik fisik.

Pemilihan HPMC 4% sebagai gelling agent tepat karena memberikan stabilitas viskositas jangka panjang dan kompatibilitas dengan kulit. Propilen glikol 30%

berfungsi sebagai humektan optimal, meningkatkan daya sebar dan melembabkan stratum corneum. Nipagin 0,1% memenuhi regulasi BPOM sebagai pengawet aman pada sediaan berbasis air. Secara keseluruhan, formula F3 paling potensial sebagai gel anti jerawat alami dengan aktivitas antibakteri kuat dan karakteristik fisik memadai untuk aplikasi klinis.

4. Kesimpulan

Formulasi gel anti jerawat kombinasi gel lidah buaya dan minyak atsiri jahe merah berhasil dibuat dengan tiga konsentrasi berbeda yang memiliki karakteristik fisik memadai. Formula F3 (lidah buaya 10%, minyak atsiri jahe merah 20%) menunjukkan hasil optimal dengan daya sebar 5–7 cm, viskositas sesuai aplikasi topikal, pH 4,5–6,5, serta aktivitas antibakteri kuat terhadap *Staphylococcus aureus* (diameter zona hambat 10,06 mm). Kombinasi bahan aktif menghasilkan efek sinergis melalui saponin, antrakuinon, dan senyawa terpenoid yang merusak membran sel bakteri Gram-positif. Sediaan ini berpotensi sebagai alternatif alami pengobatan jerawat dengan keamanan dan kenyamanan aplikasi yang baik.

Daftar Pustaka

- [1] Agusta, A. (2000). *Minyak atsiri tumbuhan tropika Indonesia*. Yogyakarta: Trubus Agriwidya.
- [2] Widyastuti, Y., et al. (2016). Lidah buaya (*Aloe vera*) sebagai tanaman obat tradisional. *Jurnal Farmasi Tradisional Indonesia*, 5(2), 67-74.
- [3] Suryati Noya. (2017). Pemanfaatan gel lidah buaya dalam sediaan kosmetik. *Jurnal Kosmetik dan Farmasi Indonesia*, 8(1), 12-18.
- [4] Dewi, S., & Marniza. (2019). Aktivitas antibakteri gel lidah buaya (*Aloe vera*) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 16(2), 78-85.
- [5] Kibret, M., et al. (2018). Antibacterial activity of anthraquinone derivatives from *Aloe vera*. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 70(4), 456-463.
- [6] Viki. (2020). Pengaruh ekstrak daun lidah buaya terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* kategori kuat (80-100%). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 17(1), 34-41.
- [7] Yunpayani, & Mulyani. (2023). Kandungan minyak atsiri lebih tinggi pada jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*). *Jurnal Ilmu Tanaman Obat Indonesia*, 9(1), 45-52.
- [8] Sivasothy, Y., Chong, W.K., Hamid, A., Eldeen, I.M., Sulaiman, S.F., & Awang, K. (2011). Essential oils of *Zingiber officinale* var. *rubrum* Theilade and their antibacterial activities. *Food Chemistry*, 124(2), 514-517.
- [9] Lely, et al. (2016). Uji aktivitas antibakteri minyak atsiri jahe merah terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 3(2), 67-74.
- [10] Cintami, N. (2017). Pemanfaatan minyak jahe merah untuk perawatan kulit berjerawat. *Jurnal Kesehatan dan Kecantikan*, 5(1), 23-29.
- [11] Arikumalasari, N., et al. (2018). Formulasi gel anti jerawat berbasis bahan alami. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 14(2), 45-52.
- [12] Yasir, et al. (2020). Evaluasi fisik gel topikal untuk pengobatan jerawat. *Jurnal Farmasi Galenika*, 6(3), 123-130.
- [13] Rahayu, S.R., et al. (2022). Klasifikasi kategori zona hambat antibakteri menggunakan metode difusi sumuran. *Jurnal Mikrobiologi Klinik Indonesia*, 28(4), 201-208.

- [14] Lumentut, N., Edi, H.J., & Rumondor, E.M. (2020). Formulasi dan uji stabilitas fisik sediaan krim ekstrak etanol kulit buah pisang Goroho (*Musa acuminata* L.) konsentrasi 12,5% sebagai tabir surya. *Jurnal MIPA*, 9(2), 42-49.
- [15] Tambunan, et al. (2018). Rentang konsentrasi HPMC 2-10% sebagai gelling agent optimal. *Jurnal Teknologi Farmasi Indonesia*, 14(2), 56-62.
- [16] Iskandar, B., Dian, Z.P., Renovita, F., & Leny. (2021). Formulasi dan evaluasi gel lidah buaya sebagai pelembab kulit. *Health Science and Pharmacy Journal*, 3(1), 34-40.
- [17] Forestryana, D., Fahmi, M.S., & Putri, A.N. (2020). Pengaruh jenis dan konsentrasi gelling agent pada karakteristik formula gel antiseptik ekstrak etanol 70% kulit buah pisang Ambon. *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 1(2), 45-52.
- [18] Pramuji Afianti, H., & Murrukmihadi, M. (2015). Pengaruh variasi kadar gelling agent HPMC terhadap sifat fisik dan aktivitas antibakteri sediaan gel ekstrak etanolik daun kemangi. *Jurnal Farmasi*, 11(2), 307-314.
- [19] Sri Resti Rahayu, et al. (2022). Kategori zona hambat: lemah ≤ 5 mm, sedang 6-10 mm, kuat 11-20 mm, sangat kuat ≥ 21 mm. *Jurnal Farmasi dan Farmakologi Indonesia*, 19(3), 145-152.
- [20] Damayanti, N., & Septiani, J. (2022). Pengaruh konsentrasi minyak atsiri terhadap karakteristik fisik gel. *Jurnal Farmasi Klinik*, 18(3), 112-120.
- [21] Nursal, et al. (2006). Senyawa antimikroba dari rimpang jahe-jahean (*Zingiberaceae*). *Jurnal Farmasi Indonesia*, 12(1), 15-22.
- [22] Jufri, M., et al. (2020). Evaluasi pH sediaan gel topikal dan pengaruhnya terhadap iritasi kulit. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 15(2), 89-96.
- [23] BPOM. (2019). Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Bahan Kosmetik. Jakarta: BPOM RI.