

Uji Stabilitas Formula Masker Gel *Peel-off* Kombinasi Kitosan dan *Niacinamide* Terhadap *Cutibacterium acnes*

Fadhillathul Nurliawati ^{a,1}, Taufik Hidayat ^{a,2}, Lusi Nurdianti ^{a,3*}

^a Program Studi Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada, Jl. Letjen Mashudi No. 20, Kota Tasikmalaya, 46196

¹ lianasyon2103@gmail.com; ² taufikhidayat@universitas-bth.ac.id; ³ lusunurdianti@universitas-bth.ac.id*

*korespondensi penulis

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
Sejarah artikel: Diterima : 11-05-2026 Revisi : 4-06-2026 Disetujui : 10-06-2026 Kata kunci: Kitosan <i>Niacinamide</i> Masker gel <i>peel-off</i> <i>Cutibacterium acnes</i>	<i>Acne vulgaris</i> merupakan masalah kulit yang sering dikaitkan dengan pertumbuhan <i>Cutibacterium acnes</i>, sehingga diperlukan sediaan antijerawat yang efektif dan stabil. Penelitian ini bertujuan memformulasikan masker gel <i>peel-off</i> kombinasi kitosan dan <i>niacinamide</i> serta mengevaluasi karakteristik fisikokimia dan aktivitas antibakterinya secara in vitro. Penelitian eksperimental laboratorium ini menggunakan metode difusi cakram pada media Mueller Hinton Agar. Formula dibuat dengan kitosan 3% dan variasi konsentrasi <i>niacinamide</i> 2, 3, dan 4%, kemudian dievaluasi melalui uji organoleptik, homogenitas, pH, daya sebar, viskositas, reologi, waktu kering, stabilitas, efektivitas antibakteri, hedonik, dan iritasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh formula (F0, F1, F2 dan F3) memenuhi persyaratan fisikokimia dan tetap stabil selama pengujian stabilitas. Uji hedonik menunjukkan tingkat penerimaan yang baik oleh panelis, sedangkan uji iritasi menunjukkan sediaan relatif aman untuk penggunaan topikal. Aktivitas antibakteri dengan zona hambat berturut-turut pada formula F1 (3,73 ± 1,00 mm), F2 (4,80 ± 1,22 mm), dan F3 (5,37 mm ± 1,48 mm) dengan aktivitas tertinggi ditunjukkan oleh formula F3. Kombinasi kitosan dan <i>niacinamide</i> berpotensi dikembangkan sebagai sediaan antijerawat meskipun aktivitas antibakterinya masih kategori lemah.
Key word: Chitosan Niacinamide Peel-off gel mask <i>Cutibacterium acnes</i>	ABSTRACT <i>Acne vulgaris</i> is a common skin problem often associated with the growth of <i>Acne vulgaris</i> is a common skin disorder often associated with the growth of <i>Cutibacterium acnes</i>, highlighting the need for effective and stable anti-acne formulations. This study aimed to formulate a <i>peel-off</i> gel mask containing a combination of chitosan and <i>niacinamide</i> and to evaluate its physicochemical characteristics and in vitro antibacterial activity. This laboratory experimental study employed the disc diffusion method on Mueller Hinton Agar medium. The formulations were prepared using 3% chitosan and varying concentrations of <i>niacinamide</i> 2, 3, and 4%. Evaluations included organoleptic properties, homogeneity, pH, spreadability, viscosity, rheology, drying time, stability, antibacterial effectiveness, hedonic testing, and irritation testing. The results showed that all formulations (F0, F1, F2, and F3) met physicochemical requirements and remained stable throughout the stability study. Hedonic testing indicated good acceptance among panelists, while irritation testing demonstrated that the formulations were relatively safe for topical application. The antibacterial activity with inhibition zones in succession in formulas F1 (3.73 ± 1.00 mm), F2 (4.80 ± 1.22 mm), and F3 (5.37 mm ± 1.48 mm) with the highest activity showed by formula F3. The combination of chitosan and <i>niacinamide</i> shows potential for development as an anti-acne formulation, although its antibacterial activity remains within the weak category. This is an open access article under the CC-BY-SA license. 

Pendahuluan

Acne vulgaris yaitu suatu masalah kulit yang paling sering ditemui di sekitar masyarakat dan dapat menimbulkan keluhan fisik hingga mempengaruhi kondisi psikologis penderitanya. Berdasarkan data *World Health Organization*, sekitar 20% perempuan mengalami *acne vulgaris* dengan tingkat keparahan yang cukup signifikan, sedangkan di Asia Tenggara prevalensinya mencapai 40–80% dan di Indonesia diperkirakan berada pada kisaran 85–100% (Esmiralda, Purwati, & Rahmawati, 2025). Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu perubahan hormon, usia, pola makan, stres, dan lingkungan (Sifatullah & Zulkarnain, 2021). Tingginya angka kejadian serta dampaknya terhadap kualitas hidup menunjukkan bahwa dibutuhkan sediaan antijerawat yang efektif, aman, dan mudah digunakan.

Secara patofisiologi, *acne vulgaris* merupakan masalah kulit disertai peradangan kronis pada unit pilosebacea yang melibatkan peningkatan produksi sebum, gangguan keratinisasi, dan kolonisasi *Cutibacterium acnes* (Juhl *et al.*, 2018). Bakteri ini berperan dalam memperparah peradangan melalui aktivitas enzim lipase yang menghasilkan asam lemak bebas, sehingga kondisi jerawat menjadi semakin berat (Marliana, Sartini, & Karim, 2018). Karena itu, pengendalian pertumbuhan *C. acnes* menjadi salah satu target penting dalam terapi jerawat.

Maka hal itu, diperlukan agen yang mampu membantu menghambat pertumbuhan *C. acnes*. Salah satu senyawa yang berpotensi digunakan adalah kitosan. Kitosan merupakan polisakarida alami hasil deasetilasi kitin yang umumnya diperoleh dari limbah cangkang udang dan kepiting. Senyawa ini diketahui memiliki aktivitas antibakteri terhadap berbagai mikroorganisme, baik bakteri Gram positif maupun Gram negatif (Wu *et al.*, 2024). Penelitian sebelumnya juga melaporkan bahwa formulasi gel kitosan dari kulit udang vannamei untuk aplikasi antijerawat menunjukkan bahwa kitosan efektif terhadap *Cutibacterium acnes* dengan metode difusi cakram. Formula optimum yang mengandung kitosan 7% dengan carbopol dan HPMC menghasilkan zona hambat sebesar $20,73 \pm 1,33$ mm dan termasuk kategori daya hambat kuat. Hasil ini menunjukkan bahwa kitosan berpotensi sebagai agen antibakteri antijerawat (Widyaningrum, Septiana, Wijayanti, & Arief, 2024). Namun penelitian tersebut masih berfokus pada penggunaan kitosan tunggal, sehingga belum menggambarkan potensi penggabungan kitosan dengan *niacinamide* dalam satu sediaan untuk

melihat kemungkinan efek sinergis dan kebaruan formulasi. Efek antibakteri kitosan terjadi karena adanya interaksi antara gugus bermuatan positif pada kitosan dengan membran sel bakteri yang bermuatan negatif, sehingga permeabilitas membran terganggu dan sel bakteri akhirnya mengalami kematian (Ardean *et al.*, 2021).

Selain kitosan, *niacinamide* juga berpotensi digunakan dalam terapi jerawat karena memiliki sifat antiinflamasi, mampu membantu mengontrol produksi sebum, dan dapat menghambat pembentukan biofilm bakteri melalui aktivasi enzim DNase I. *Niacinamide* juga dilaporkan memiliki aktivitas antimikroba terhadap beberapa bakteri, termasuk *C. acnes*, meskipun efek antibakterinya tidak sekuat agen antibakteri langsung (Marques *et al.*, 2024). Berdasarkan hal tersebut, kombinasi kitosan dengan *niacinamide* diperkirakan dapat memberikan efek sinergis, di mana kitosan berfungsi sebagai agen antibakteri langsung, sedangkan *niacinamide* berperan dalam mengurangi inflamasi serta menekan produksi sebum pada kulit berjerawat. Kebaruan penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya adalah penggabungan kitosan dan *niacinamide* dalam satu sediaan masker gel *peel-off* antijerawat, karena kombinasi ini belum banyak dilaporkan, penelitian ini juga menilai aktivitas antibakteri terhadap *Cutibacterium acnes* sekaligus stabilitas fisik sediaan.

Dalam pengembangan sediaan topikal, bentuk sediaan turut mempengaruhi efektivitas bahan aktif. Masker gel *peel-off* menjadi salah satu pilihan karena dapat memberikan efek oklusif yang membantu meningkatkan penetrasi bahan aktif sekaligus mengangkat sel kulit mati dan kotoran dari permukaan kulit (Aulia, 2024). Selain itu, penggunaan polimer seperti PVA dan HPMC dapat menghasilkan lapisan film yang homogen, elastis, dan mudah dilepaskan, sehingga mendukung kenyamanan pemakaian serta efektivitas sediaan (Silvia & Dewi, 2022). Walaupun kitosan dan *niacinamide* telah banyak diteliti secara terpisah, penelitian yang mengombinasikan kedua zat aktif tersebut dalam sediaan masker gel *peel-off* sebagai antijerawat masih terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang serta mengevaluasi stabilitas formulasi masker gel *peel-off* yang mengandung kombinasi kitosan dan *niacinamide*, sekaligus menilai aktivitas antibakterinya terhadap *Cutibacterium acnes* secara *in vitro*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah sebagai dasar pengembangan sediaan topikal antijerawat yang efektif, stabil, dan aman digunakan.

Metode

Penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium yang dilakukan secara *in vitro* untuk mengetahui aktivitas antibakteri kombinasi kitosan dan *niacinamide* dalam sediaan masker gel *peel-off* terhadap *Cutibacterium acnes*. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik fisikokimia, serta tingkat penerimaan panelis terhadap formula yang dihasilkan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2025 hingga April 2026 di Laboratorium Formulasi dan Laboratorium Mikrobiologi Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada Tasikmalaya, serta Laboratorium Instrumentasi.

I. Alat dan Bahan

Alat khusus yang digunakan meliputi autoklaf (*Gea Medical*), inkubator (Mettler), *biological safety cabinet* (1300 Series A2), *overhead stirrer* (Ika RW 20), *magnetic stirrer* dengan *hot plate* (*Thermo Scientific*), pH meter (Ohaus), viscometer Brookfield, oven (Mettler), dan *blank disk* (Macherey-Nagel).

Bahan yang digunakan meliputi kitosan (CV. Phy Edumedia, Indonesia), *niacinamide* (*Fengchen Biotech*, China), asam asetat glasial (*Fulltime*, China), Nutrient Agar dan Mueller Hinton Agar (HiMedia Lab, India), NaCl fisiologis steril (Satoria Pharma, Indonesia), BaCl₂ (PT. Dipa Prasada Husada, Indonesia), H₂SO₄ (PT. Dipa Prasada Husada, Indonesia), bakteri *Cutibacterium acnes* ATCC-6919 (Agavi Lab, Indonesia), cakram antibiotik klindamisin (OXOID, Inggris), *polyvinyl alcohol* (PT. Dipa Prasada Husada, Indonesia), HPMC (PT. Dipa Prasada Husada, Indonesia), propilen glikol (PT. Dipa Prasada Husada, Indonesia), DMDM hydantoin (PT. Dipa Prasada Husada, Indonesia), asam sitrat (PT. Dipa Prasada Husada, Indonesia), triethanolamine (PT. Dipa Prasada Husada, Indonesia), aquadest (Laboratorium Farmasi Universitas Bakti Tunas Husada), serta masker gel *peel-off* komersial (SYB Natur90 Strawberry).

2. Prosedur Kerja

a. Optimasi Kombinasi Kitosan dan *Niacinamide*

Tahap pertama dilakukan uji aktivitas antibakteri terhadap kombinasi kitosan dan *niacinamide* sebagai optimasi zat aktif, yang bertujuan untuk menentukan kombinasi konsentrasi yang memberikan aktivitas penghambatan terhadap *Cutibacterium acnes*. Selanjutnya kombinasi ini diformulasikan ke dalam

sediaan masker gel *peel-off* dan dilakukan evaluasi karakteristik fisik serta uji efektivitas sediaan.

Tabel I. Pembuatan Optimasi Kombinasi Kitosan dan *Niacinamide*

Bahan	KN I (%)	KN 2 (%)	KN 3 (%)
Kitosan	3	3	3
<i>Niacinamide</i>	2	3	4
Asam asetat	1	1	1
Aquadest steril ad	100 mL	100 mL	100 mL

Larutan asam asetat 1% digunakan sebagai pelarut kitosan dan dibuat melalui asam asetat glasial dengan aquadest hingga volume 100 mL. Kitosan kemudian didispersikan dalam larutan tersebut menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan 200 rpm selama ± 30 menit hingga diperoleh larutan homogen dengan pH kitosan berada pada kisaran 4–6,5 (Supotngarmkul, Panichuttra, Ratisoontorn, Nawachinda, & Matangkasombut, 2020). *Niacinamide* terlebih dahulu dilarutkan dalam aquadest steril, kemudian dicampurkan secara bertahap ke dalam larutan kitosan hingga homogen. Volume larutan disesuaikan menjadi 100 mL menggunakan aquadest steril dan pH diatur pada kisaran 6,0–6,5. Penggunaan aquadest steril bertujuan untuk meminimalkan risiko kontaminasi mikroba selama proses optimasi zat aktif karena formulasi yang digunakan tidak mengandung bahan pengawet.

b. Uji Antibakteri

1) Sterilisasi

Untuk menjamin kondisi tetap aseptik selama pengujian, seluruh peralatan gelas dan media pertumbuhan wajib disterilisasi menggunakan autoklaf dengan pengaturan suhu 121°C selama 20 menit. Sementara itu, alat-alat yang terbuat dari logam, contohnya kawat ose disterilkan dengan cara dibakar langsung di atas api sampai memerah. (Widyaningrum *et al.*, 2024).

2) Pembuatan Media

Proses penyiapan media *Nutrient Agar* (NA) dan *Mueller Hinton Agar* (MHA) dilakukan dengan melarutkan bubuk media ke dalam akuades sesuai takaran. Untuk NA, sebanyak 14 gram serbuk dilarutkan dalam 500 mL akuades, sedangkan untuk MHA digunakan 19 gram serbuk untuk volume akhir yang sama. Kedua campuran tersebut dipanaskan dan diaduk hingga mencapai titik didih serta homogen. Tahap akhir dari persiapan ini adalah sterilisasi menggunakan

autoklaf pada suhu 121°C dengan durasi 20 menit. (Purnamaningsih & Romana Sri Supadmi, 2020).

3) Peremajaan Bakteri

Proses peremajaan stok bakteri *Cutibacterium acnes* dilakukan dengan teknik gores zig-zag di atas permukaan media *Nutrient Agar* (NA) miring. Prosedur ini dijalankan secara aseptik untuk mencegah kontaminasi. Setelah proses inokulasi selesai, biakan tersebut dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 37°C dan didiamkan selama 24 jam. (Adhany Yustian, Vidasari Darsono, Rakhman Hakim, & Mahdiyah, 2025).

4) Suspensi Bakteri

Koloni bakteri *C. acnes* yang telah melewati masa inkubasi 24 jam diambil memakai ose steril untuk disuspensikan ke dalam NaCl 0,9% steril. Tingkat kekeruhan dari suspensi ini kemudian diselaraskan dengan standar McFarland 0,5. Adapun standar tersebut disiapkan melalui pengenceran 0,05 mL BaCl₂ 1% dalam 9,95 mL H₂SO₄ 1%. Sebagai langkah akhir, dilakukan perbandingan visual antara kekeruhan suspensi bakteri dengan standar McFarland tersebut sebelum masuk ke tahap pengujian (Adhany Yustian *et al.*, 2025).

5) Kontrol Positif dan Negatif

Penelitian ini menggunakan klindamisin (2 µg) dalam bentuk cakram sebagai pembanding positif, sedangkan akuades steril atau *water for injection* berperan sebagai pembanding negatif karena sifatnya yang tidak memiliki aktivitas antibakteri (Rakhmatullah, Wahyunita, & Rahmah, 2024).

6) Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian sensitivitas bakteri dilakukan dengan mengamati zona hambat menggunakan teknik cakram kertas pada medium padat *Mueller-Hinton Agar* (MHA). Langkah awal meliputi sterilisasi cawan petri dan pemberian label sesuai variasi konsentrasi formulasi. Setelah media MHA memadat di dalam cawan, suspensi bakteri disebarkan secara merata di permukaannya memakai *swab* steril. Selanjutnya, kertas cakram yang sudah dijenuhkan dengan sampel KNI, KN2, KN3, serta kontrol pembanding disusun di atas media dengan jarak tertentu guna mencegah tumpang tindihnya zona hambat. Setelah masa inkubasi pada 37°C selama 24–72 jam, efektivitas antibakteri ditentukan dengan mengukur diameter zona bening yang muncul di sekeliling cakram menggunakan jangka sorong. Untuk presisi data, setiap pengukuran dilakukan dalam tiga kali replikasi (Widyaningrum *et al.*, 2024). Zona hambat dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Zona Hambat: } \frac{(Dv - Dc) + (Dh - Dc)}{2}$$

Keterangan:

Dv: Diameter vertikal

Dh: Diameter horizontal

Dc: Diameter cakram

Data hasil pengukuran jangka sorong diproses lebih lanjut menggunakan rumus di atas untuk mendapatkan nilai rata-rata dan standar deviasinya. Dari hasil perhitungan tersebut, dilakukan penentuan kategori kekuatan zona hambat untuk mengevaluasi tingkat efektivitas sediaan terhadap bakteri uji (Rahmah, Arma, Lestari, Edrizal, & Zia, 2024).

Tabel 2. Kategori Zona Hambat

Kategori Zona Hambat (Mm)	Kekuatan Daya Hambat
0	Tidak ada
≤ 5	Lemah
6-10	Sedang
11-20	Kuat
≥ 21	Sangat kuat

c. Pembuatan Masker Gel *Peel-off*

Formulasi masker gel *peel-off* ini dibuat dengan menetapkan kitosan pada konsentrasi 3% dan *niacinamide* pada konsentrasi 2, 3, dan 4% untuk melihat potensi sinergis keduanya bersama bahan pembuat masker. Formula yang digunakan mengacu pada penelitian (Sinala, Afriani, & Arisanty, 2019), dengan modifikasi pada penggunaan DMDM Hydantoin sebagai pengawet, karena bahan ini memiliki keunggulan stabilitas dan efektivitas antimikroba pada rentang pH yang lebih luas (Sutjahjokartiko, 2017).

Tabel 3. Formula Masker Gel *Peel-off*

Bahan	Komposisi (%) b/v			
	F0	F1	F2	F3
Kitosan	-	3%	3%	3%
<i>Niacinamide</i>	-	2%	3%	4%
PVA	12,5	12,5	12,5	12,5
HPMC	3	3	3	3
Propilenglikol	10	10	10	10
DMDM Hydantoin	0,25	0,25	0,25	0,25
Asam Sitrat	0,1	0,1	0,1	0,1
Aquades ad	100 mL	100 mL	100 mL	100 mL

Masker gel *peel-off* dibuat dengan mengembangkan PVA dalam 30 mL aquadest, kemudian dipanaskan pada suhu >80°C hingga

larut sempurna. HPMC yang telah didispersikan dalam aquadest dan propilen glikol ditambahkan ke dalam larutan PVA, lalu diaduk hingga homogen. Setelah suhu campuran turun hingga $<40^{\circ}\text{C}$, dilakukan homogenisasi menggunakan overhead stirrer hingga terbentuk basis gel. Larutan kitosan dalam asam asetat 1% dan larutan *niacinamide* ditambahkan secara bertahap sambil diaduk hingga homogen, kemudian ditambahkan DMDM Hydantoin dan asam sitrat. Volume sediaan dicukupkan hingga 100 mL dengan aquadest, lalu pH disesuaikan pada rentang 6,0–6,5 menggunakan asam sitrat dan jika diperlukan penambahan TEA jika kondisi larutan terlalu asam. Sediaan yang telah homogen kemudian dikemas dalam wadah tertutup dan diberi kode formula F0, F1, F2, dan F3 (Noor Hikmah *et al.*, 2023; Lukić *et al.*, 2021).

d. Evaluasi Masker Gel *Peel-off*

1) Uji Organoleptik

Evaluasi sifat fisik sediaan masker gel *peel-off* dilakukan melalui uji organoleptik. Proses ini mencakup observasi secara menyeluruh terhadap perubahan warna, aroma, serta konsistensi bentuk pada masing-masing formula yang telah dibuat untuk memastikan karakteristik fisiknya memenuhi standar (Sinala *et al.*, 2019).

2) Uji Homogenitas

Penilaian homogenitas sediaan dilakukan dengan menempatkan sampel di antara dua kaca objek, lalu diobservasi secara visual maupun di bawah mikroskop. Sediaan dikategorikan memiliki tingkat homogenitas yang tinggi apabila tidak ditemukan butiran atau partikel kasar pada seluruh area pengamatan (Sinala, Afriani, & Arisanty, 2019).

3) Uji pH

Langkah awal dalam mengukur pH sediaan adalah melakukan kalibrasi alat pH meter menggunakan larutan dapar standar pada pH 7,01 dan 4,01. Sebelum dicelupkan ke dalam sampel masker, elektroda harus dibilas dengan akuades dan dikeringkan memakai tisu. Nilai pH ditentukan setelah angka pada layar menunjukkan hasil yang stabil. Sebagai catatan, sediaan topikal yang ideal sebaiknya memiliki nilai pH dalam kisaran 4,5 hingga 6,5 agar sesuai dengan kondisi kulit (Saputra, Saptarini, & Kurniasari, 2023).

4) Uji Daya Sebar

Evaluasi daya sebar dilakukan dengan meletakkan 1 gram sampel masker pada pusat kaca berskala 20×20 cm. Di atas sediaan tersebut ditempatkan pelat kaca kedua dan diberikan beban seberat 100 gram selama durasi 1 menit. Diameter penyebaran sediaan kemudian diukur setelah beban diangkat. Hasil pengukuran ini dibandingkan

dengan standar daya sebar gel yang ideal, yaitu pada kisaran 5–7 cm (Sani, Subaidah, & Andayani, 2021).

5) Uji Viskositas dan Reologi

Parameter viskositas ditentukan melalui pengujian dengan viskometer Brookfield menggunakan spindle 6 pada kecepatan 50 rpm. Sebanyak 100 mL sampel masker disiapkan dalam gelas beker sebelum dilakukan pengukuran. Data kekentalan sediaan diperoleh langsung dari nilai yang diinterpretasikan oleh alat tersebut selama proses pemutaran spindle berlangsung (Yanuarto, Dinda, & Wara, 2024). Selain itu, pengujian reologi juga dilakukan untuk mengetahui perilaku alir sediaan pada berbagai kecepatan putar. Pengujian dilakukan dengan variasi kecepatan bertingkat, yaitu 10, 20, 30, 50, dan 100 rpm, kemudian dilanjutkan dengan penurunan kecepatan dari 100, 50, 30, 20, hingga 10 rpm menggunakan prosedur yang sama. Hasil pengukuran kekentalan selanjutnya dikomparasikan dengan nilai standar pada SNI 16-4399-1996, yang menetapkan rentang viskositas gel antara 2.000–50.000 cPs (Yanuarto *et al.*, 2024).

6) Uji Waktu Kering

Uji waktu kering dilakukan dengan mengamati pembentukan lapisan film sempurna pada punggung tangan setelah sediaan dioleskan. Menggunakan *stopwatch*, interval waktu dari awal pengolesan hingga kering dicatat sebagai durasi pengeringan sediaan. Untuk menjamin kenyamanan penggunaan, waktu kering yang diharapkan adalah dalam kisaran 15 hingga 30 menit (Sinala *et al.*, 2019).

7) Uji Stabilitas

Evaluasi stabilitas sediaan dilakukan melalui enam siklus pengujian suhu ekstrem (*cycling test*). Sediaan dipaparkan pada suhu 4°C , suhu ruang, dan 40°C secara berurutan dengan masa simpan 24 jam per suhu untuk setiap siklusnya. Indikator kestabilan formula ditentukan berdasarkan hasil uji organoleptik, homogenitas, pH, dan daya sebar (Sani *et al.*, 2021).

8) Uji Efektivitas Sediaan

Metode difusi cakram dengan media *Mueller Hinton Agar* (MHA) digunakan untuk menguji efektivitas antibakteri sediaan masker gel *peel-off*. Prosedur dimulai dengan memberi kode (F0, F1, F2, F3) pada cawan petri steril sebelum diisi media MHA hingga memadat. Setelah media siap, suspensi bakteri diinokulasikan ke seluruh permukaan agar memakai *swab* steril. Selanjutnya, kertas cakram yang telah dijenuhkan dengan formula kombinasi kitosan–*niacinamide* diletakkan secara aseptis menggunakan pinset. Sebagai pembanding, digunakan masker komersial SYB

Natur90 Strawberry sebagai kontrol positif dan formula F0 tanpa zat aktif sebagai kontrol negatif. Setelah masa inkubasi pada suhu 37°C selama 24–72 jam, zona bening yang terbentuk diukur menggunakan jangka sorong untuk mengevaluasi daya hambat terhadap *Cutibacterium acnes* (Widyaningrum *et al.*, 2024).

9) Uji Hedonik

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tanggapan subjektif responden terhadap sediaan masker gel *peel-off* yang mengandung kombinasi kitosan dan *niacinamide*. Penilaian dilakukan berdasarkan tiga aspek organoleptik, yaitu warna, aroma, tekstur dan penampilan. Sebanyak 30 panelis dilibatkan dalam pengujian ini untuk menilai tingkat kesukaan mereka terhadap sediaan yang telah diformulasikan (Yanuarto *et al.*, 2024).

10) Uji Iritasi

Penilaian potensi iritasi kulit dilakukan melalui pengujian pada 30 relawan. Masing-masing formula masker gel *peel-off*, yaitu F1, F2, dan F3, dioleskan pada area kulit yang telah ditentukan untuk melihat adanya respons iritasi. Reaksi yang terjadi langsung setelah pelepasan masker

dikategorikan sebagai iritasi primer, sementara respons yang muncul setelah beberapa jam pengamatan termasuk ke dalam iritasi sekunder. (Sani *et al.*, 2021).

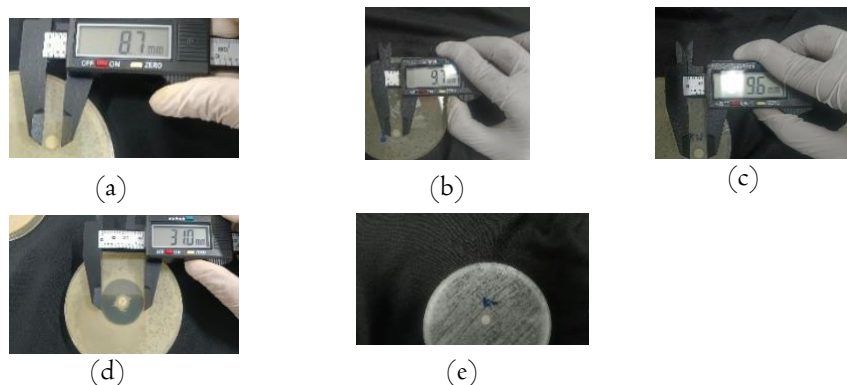
e. Analisis Data

Data hasil yang diperoleh dicatat, dianalisis dengan penekatan secara teoritis dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik menggunakan Microsoft Excel. Data hasil pengujian dinyatakan sebagai rata-rata $\pm$ standar deviasi (SD). Untuk uji aktivitas terhadap bakteri *Cutibacterium acnes*, data dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS dengan uji *One-Way ANOVA*. Serta Uji Hedonik dianalisis SPSS dengan uji *Friedman Test*.

Hasil dan Pembahasan

1. Optimasi Kombinasi Kitosan Dan *Niacinamide* Pada Uji Antibakteri

Hasil optimasi kombinasi kitosan dan *niacinamide* sebagai agen antibakteri dilakukan dengan mengukur diameter zona hambat menggunakan jangka sorong digital.



Gambar I. Uji Antibakteri Kombinasi Kitosan-Niacinamide (a) KN 1 (b) KN 2 (c) KN 3 (d) K+ (e) K-

Hasil diameter zona hambat awal yang kemudian dihitung menggunakan rumus zona

hambat dan selanjutnya disajikan sebagai rata-rata dan nilai standar deviasi.

Tabel 4. Hasil Zona Hambat Kombinasi Zat Aktif

Perlakuan	RI (mm)	R2 (mm)	R3 (mm)	Rata-rata (mm) $\pm$ SD
KN 1	2,2	1,6	2,7	2,17 $\pm$ 0,55
KN 2	3,7	2,8	3,4	3,30 $\pm$ 0,46
KN 3	2,8	2,2	3,6	2,87 $\pm$ 0,70
K+	25	25,2	25,5	25,23 $\pm$ 0,25
K-	0	0	0	0,00 $\pm$ 0,00

Pada uji kombinasi kitosan dan *niacinamide*, formula KN 2 menunjukkan zona hambat dengan rata-rata sekitar 3,30 mm dan termasuk dalam

kategori lemah dibandingkan KN 1 dan KN 3. dikarenakan peningkatan konsentrasi *niacinamide* tidak selalu diikuti oleh peningkatan zona hambat

karena *niacinamide* lebih berperan sebagai agen antiinflamasi dan antibiofilm dibandingkan antibakteri langsung. Selain itu, pada metode difusi cakram, besar kecilnya zona hambat dipengaruhi oleh kemampuan difusi senyawa dalam media agar, pH, ketebalan agar, dan volume sampel pada cakram. (Bubonja-Šonje, Knezević, & Abram, 2020). Penggunaan kitosan pada konsentrasi 3% dalam penelitian ini dipilih berdasarkan hasil optimasi sebelumnya pada rentang konsentrasi 2–10%, yang menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut memberikan daya hambat paling optimal terhadap bakteri uji serta tetap menghasilkan larutan dengan karakteristik yang homogen dan stabil. Aktivitas kitosan juga dipengaruhi oleh pH, di mana pada kondisi asam gugus amino lebih banyak terprotonasi sehingga interaksi dengan membran bakteri menjadi lebih kuat, sedangkan pada pH yang lebih tinggi aktivitasnya cenderung menurun akibat berkurangnya kelarutan dan jumlah gugus bermuatan positif (Ardean *et al.*, 2021). Sementara itu, *niacinamide* lebih dikenal memiliki efek antiinflamasi, penguat *skin barrier*, dan antibiofilm, termasuk melalui aktivasi DNase I terhadap biofilm *Cutibacterium acnes*, sehingga dalam kombinasi perannya cenderung sebagai pendukung dibandingkan antibakteri utama (Shih *et al.*, 2021). Oleh karena itu, pada konsentrasi 2% efek penghambatan kemungkinan belum optimal, sedangkan pada 4% peningkatan kadar tidak selalu menghasilkan zona hambat yang lebih besar apabila pelepasan dan difusi senyawa ke dalam media agar kurang optimal. Maka dari itu, KN 2 telah menunjukkan keseimbangan terbaik antara jumlah zat aktif dan kemampuan difusi, sehingga menghasilkan zona hambat paling besar dibandingkan kombinasi lainnya.

Berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri terhadap *Cutibacterium acnes*, pada kontrol negatif tidak terbentuk zona bening di sekitar cakram, sedangkan kontrol positif menghasilkan zona hambat yang tampak jelas. Pada tabel uji larutan, kontrol negatif tercatat 0 mm dan kontrol positif memiliki rata-rata 25,23 mm, sehingga dapat dikatakan bahwa metode yang digunakan mampu membedakan bahan yang tidak memiliki aktivitas antibakteri dari bahan pembanding yang aktif. Kontrol positif pada penelitian ini menggunakan cakram klindamisin 2 µg karena klindamisin merupakan antibiotik pembanding yang relevan terhadap *Cutibacterium acnes* dan telah digunakan dalam standar uji kepekaan antimikroba untuk bakteri anaerob (CLSI, 2020). Dalam pengujian anaerob, klindamisin dengan potensi cakram 2 µg digunakan sebagai salah satu agen uji/disk standar,

sehingga dapat berfungsi sebagai kontrol positif yang memvalidasi bahwa media, inokulum, dan kondisi inkubasi mampu menghasilkan zona hambat yang terukur (Rakhmatullah *et al.*, 2024).

Penggunaan kontrol positif dengan potensi yang terstandar penting agar hasil penelitian dapat dibandingkan dengan penelitian lain dan tidak bergantung pada antibiotik acak yang belum memiliki acuan disk difusi yang jelas. Selain itu, *C. acnes* merupakan bakteri yang secara klinis sering dikaitkan dengan terapi klindamisin pada kasus jerawat, sehingga pemilihan kontrol positif ini juga sesuai dengan relevansi farmakologisnya. Munculnya zona hambat pada kelompok kontrol positif mengindikasikan efektivitas dalam menghambat pertumbuhan bakteri dengan sistem uji berjalan baik dan bahan uji dapat dinilai dibandingkan terhadap antibiotik pembanding yang sudah dikenal aktif.

2. Pembuatan Masker Gel *Peel-off*

Penetapan komposisi formula pada penelitian ini didasarkan pada hasil optimasi formula masker gel *peel-off* dengan tujuan mendapatkan karakteristik sediaan yang paling stabil. Konsentrasi kitosan sebagai zat aktif utama ditetapkan berdasarkan hasil uji optimasi aktivitas antibakteri sebelumnya, yang menunjukkan bahwa konsentrasi 3% memberikan efektivitas terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri target tanpa menurunkan konsistensi gel. Sementara itu, *niacinamide* digunakan dalam tiga variasi konsentrasi, yaitu 2, 3, dan 4%, untuk menilai kemungkinan sinergi fungsionalnya dengan kitosan dan bahan formulasi masker gel *peel-off*.

3. Hasil Evaluasi Masker Gel *Peel-off*

a. Uji Organoleptik



Gambar 2. Hasil Uji Organoleptik

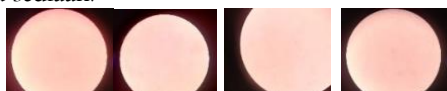
Berdasarkan hasil evaluasi organoleptik seluruh formula masker gel *peel-off* kombinasi kitosan-*niacinamide* menunjukkan karakteristik fisik yang baik dan relatif seragam. Semua formula, baik F0 maupun F1–F3, memiliki tekstur semi padat yang sesuai untuk sediaan masker gel *peel-off* karena memudahkan proses aplikasi pada kulit serta mendukung pembentukan lapisan film yang merata setelah mengering. Pada parameter aroma, seluruh

sediaan tidak menunjukkan bau yang khas, sehingga penambahan kitosan dan *niacinamide* tidak menimbulkan aroma yang mengganggu kenyamanan penggunaan. Perbedaan tampak pada parameter warna, dimana F0 berwarna bening, sedangkan F1–F3 berwarna putih. Perubahan warna tersebut disebabkan oleh terbentuknya gelembung udara selama proses pengadukan yang menyebabkan sediaan tampak lebih keruh atau putih sementara. Seiring waktu penyimpanan, gelembung udara tersebut dapat berkurang sehingga tampilan sediaan menjadi lebih jernih.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa penambahan kitosan dan *niacinamide* tidak memengaruhi konsistensi dasar sediaan serta tetap menghasilkan karakteristik fisik yang sesuai untuk masker gel *peel-off*. Temuan ini sejalan dengan penelitian Yanuarto *et al.*, (2024) yang melaporkan bahwa masker gel *peel-off* umumnya memiliki tekstur semi padat dan penampilan fisik yang dapat dipengaruhi oleh komposisi bahan aktif yang digunakan, namun tetap dapat diterima secara visual selama memenuhi karakteristik sediaan yang diharapkan.

b. Uji Homogenitas

Berdasarkan hasil pengamatan (Gambar 3), seluruh formula masker gel *peel-off* (F0–F3) menunjukkan tingkat homogenitas yang baik pada setiap pengulangan. Homogenitas ditandai dengan warna yang terdistribusi secara merata serta tidak ditemukannya partikel kasar maupun gumpalan pada sediaan.



Gambar 3. Hasil Uji Homogenitas F0 (Kiri)-F3 (Kanan)

Hasil tersebut diperoleh melalui pengamatan menggunakan kaca objek dan dikonfirmasi lebih lanjut dengan pengamatan mikroskopis yang menunjukkan susunan sediaan yang seragam. Kondisi ini mengindikasikan bahwa bahan aktif dan basis gel telah terdistribusi secara merata di dalam formulasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Yanuarto *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa masker gel *peel-off* yang baik harus memiliki homogenitas yang merata tanpa adanya butiran kasar atau agregat partikel. Oleh karena itu, seluruh formula dapat dinyatakan memenuhi persyaratan homogenitas dan layak digunakan sebagai sediaan topikal.

c. Uji pH

Uji pH dilakukan untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan sediaan sebab parameter ini berperan penting terhadap stabilitas formulasi, kenyamanan penggunaan, serta potensi terjadinya iritasi pada kulit. Secara umum, sediaan topikal sebaiknya memiliki pH yang berada pada rentang 4,5–6,5 agar sesuai dengan pH fisiologis kulit. Sediaan dengan pH yang terlalu basa dapat mengganggu fungsi *skin barrier*, meningkatkan kehilangan air melalui kulit (*transepidermal water loss*), serta menyebabkan kulit menjadi kering, iritasi, bahkan memperburuk kondisi jerawat. Sebaliknya, pH yang terlalu asam juga dapat menimbulkan rasa tidak nyaman dan berpotensi menyebabkan iritasi (Tan & Lio, 2025). Berdasarkan hasil pengujian, seluruh formula (F0–F3) memiliki nilai pH yang relatif seragam dengan rentang 6,017–6,267.

Tabel 5. Hasil Uji pH

Formula	Pengulangan ke-			
	1	2	3	Rata ² ± SD
F0	6,27	6,27	6,26	6,267 ± 0,006
F1	6,02	6,02	6,01	6,017 ± 0,006
F2	6,04	6,03	6,03	6,033 ± 0,006
F3	6,19	6,19	6,18	6,187 ± 0,006

Perbedaan nilai pH antarformula tergolong kecil, menunjukkan bahwa variasi konsentrasi *niacinamide* yang digunakan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pH sediaan. Seluruh formula masih berada dalam rentang pH yang sesuai dengan pH kulit sehingga memenuhi persyaratan sediaan topikal dan dinilai aman untuk digunakan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Yanuarto *et al.*, (2024) yang melaporkan bahwa masker gel *peel-off* memiliki nilai pH 5,57–6,15 dan tetap memenuhi persyaratan pH kulit. Kesesuaian nilai pH tersebut penting untuk menjaga stabilitas sediaan, meningkatkan kenyamanan selama penggunaan, serta meminimalkan risiko terjadinya iritasi pada kulit wajah.

d. Uji Daya Sebar

Pengujian daya sebar dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sediaan masker gel *peel-off* dalam menyebar secara merata pada permukaan kulit saat diaplikasikan. Parameter ini berkaitan dengan kemudahan penggunaan, kenyamanan

pemakaian, serta luas area kulit yang dapat dijangkau oleh zat aktif.

Tabel 6. Hasil Uji Daya Sebar

Formula	Pengulangan ke- (cm)			Rata ² ± Std
	I	2	3	
F0	5,9	6	5,8	5,90 ± 0,10
F1	5,2	5,1	5,2	5,17 ± 0,06
F2	5,4	5,5	5,6	5,50 ± 0,10
F3	5,6	5,5	5,5	5,53 ± 0,06

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh formula (F0, F1, F2, dan F3) menunjukkan nilai daya sebar pada rentang 5,17–5,90 cm. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa sediaan memiliki konsistensi yang baik dan dapat diratakan dengan mudah pada permukaan kulit tanpa memerlukan tekanan berlebih. Selain itu, seluruh formula masih berada dalam rentang daya sebar ideal untuk sediaan gel, yaitu 5–7 cm, sehingga memenuhi persyaratan mutu sediaan topikal. Perbedaan nilai daya sebar antarformula relatif kecil, menunjukkan bahwa variasi konsentrasi *niacinamide* yang digunakan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan penyebaran sediaan. Hasil penelitian ini lebih baik dibandingkan penelitian Yanuarto *et al.*, (2024) yang melaporkan bahwa beberapa formula masker gel *peel-off* memiliki nilai daya sebar yang belum sepenuhnya memenuhi persyaratan. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi kitosan dan *niacinamide* dalam penelitian ini mampu menghasilkan sediaan dengan konsistensi yang sesuai sehingga mendukung kemudahan aplikasi dan pemerataan sediaan pada kulit.

e. Uji Waktu Kering

Pengujian waktu mengering dilakukan sebagai salah satu evaluasi penting pada formulasi masker gel *peel-off* karena berhubungan dengan kenyamanan dan kepraktisan penggunaan. Parameter ini digunakan untuk mengetahui kemampuan sediaan dalam membentuk lapisan film pada permukaan kulit setelah diaplikasikan dalam periode waktu tertentu. Pada umumnya, masker *peel-off* yang baik memiliki waktu pengeringan sekitar 15–30 menit (Ermawati & Adi, 2023). Waktu kering yang terlalu singkat dapat menyebabkan efek sediaan belum bekerja secara optimal, sedangkan proses pengeringan yang terlalu lama berpotensi mengurangi kenyamanan serta kepatuhan pengguna selama pemakaian.

Tabel 7. Uji Waktu Kering

Formula	Pengulangan ke- (menit)			Rata ² ± Std
	1	2	3	
F0	17,56	17,30	17,47	17,44 ± 0,13
F1	23,22	23,45	23,25	23,31 ± 0,12
F2	21,19	21,10	21,15	21,15 ± 0,05
F3	21,48	21,32	21,41	21,40 ± 0,08

Berdasarkan hasil pengujian, rata-rata waktu kering seluruh formula berada pada kisaran 17,44–23,31 menit, yang menunjukkan bahwa semua sediaan (F0–F3) menunjukkan waktu pengeringan yang masih berada dalam rentang optimal untuk sediaan masker gel *peel-off*, yaitu sekitar 15–30 menit. Waktu kering sediaan pada penelitian ini lebih cepat dibandingkan hasil yang dilaporkan oleh Yanuarto *et al.*, (2024) yaitu 25–29 menit. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kitosan dan *niacinamide* mampu menghasilkan proses pembentukan film yang lebih efisien, namun tetap memberikan kenyamanan saat diaplikasikan pada kulit.

Basis formula tanpa zat aktif (F0) memiliki waktu kering paling singkat, sedangkan formula yang mengandung zat aktif, yaitu F1, F2, dan F3, memerlukan waktu pengeringan yang relatif lebih lama. Perbedaan ini diduga berkaitan dengan meningkatnya jumlah zat padat dalam sediaan, yang dapat memperlambat penguapan air serta memperpanjang proses pembentukan lapisan film. Selain itu, proses pengeringan juga dipengaruhi oleh karakteristik polimer pembentuk film, terutama PVA dan HPMC. PVA berfungsi membentuk lapisan film yang fleksibel dan stabil, sementara propilen glikol membantu mempertahankan elastisitas sehingga film tidak mudah rapuh saat dilepas (Ermawati & Adi, 2023). Dengan demikian, komposisi sediaan yang digunakan masih mampu menghasilkan waktu kering yang sesuai, nyaman digunakan, dan memenuhi karakteristik yang diharapkan pada masker gel *peel-off*.

f. Uji Viskositas dan Reologi

Uji viskositas dilakukan untuk menentukan tingkat kekentalan sediaan, karena parameter ini berperan dalam memengaruhi kemudahan sediaan saat dituang serta kemampuannya menempel pada permukaan kulit saat digunakan. Selain itu, evaluasi sifat alir atau reologi juga diperlukan untuk memastikan konsistensi sediaan tetap stabil selama penyimpanan maupun saat diaplikasikan.

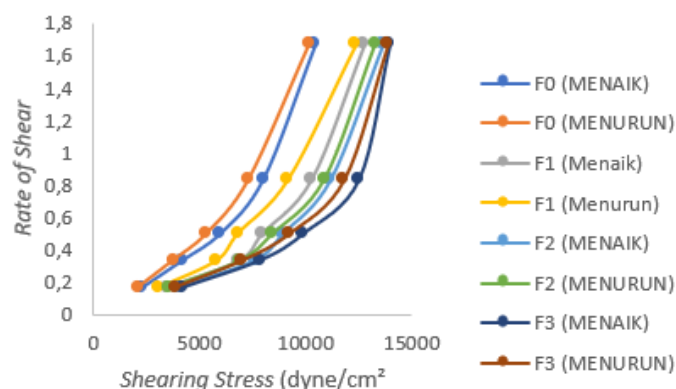
Tabel 8. Uji Viskositas

Formula	Pengulangan ke- (cps)			Rata ² ± Std
	1	2	3	
F0	9640	9640	9600	9626,67 ± 23,09
F1	12520	12510	12520	12516,67 ± 5,77
F2	13200	13200	13220	13206,67 ± 11,55
F3	15040	15010	15040	15030,00 ± 17,32

Hasil pengujian viskositas menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki nilai rata-rata berkisar antara 9.626,67–15.030,00 cPs. Rentang tersebut masih sesuai dengan karakteristik viskositas yang dipersyaratkan untuk sediaan masker gel *peel-off*. Hasil ini sejalan dengan penelitian Yanuarto *et al.*, (2024) yang melaporkan bahwa perubahan konsentrasi bahan aktif dapat memengaruhi

viskositas sediaan masker gel *peel-off*, namun masih berada dalam rentang yang dapat diterima. Nilai viskositas yang sesuai menunjukkan bahwa sediaan memiliki konsistensi yang baik sehingga mudah diaplikasikan, tidak mudah mengalir saat digunakan, serta mampu membentuk lapisan film yang optimal pada permukaan kulit.

Di antara seluruh formula, F0 yang berfungsi sebagai basis memiliki nilai viskositas paling rendah, sedangkan F3 memiliki viskositas tertinggi seiring meningkatnya konsentrasi bahan aktif. Peningkatan ini diduga terjadi karena penambahan komponen padat yang memperkuat matriks gel dan meningkatkan hambatan alir. Pada sediaan *peel-off*, PVA berperan sebagai pembentuk film, sedangkan HPMC membantu menjaga kestabilan viskositas, dan variasi keduanya diketahui dapat memengaruhi viskositas, daya sebar, serta waktu kering sediaan (Wulansari & Siswanto, 2025). Selain itu, kitosan juga berkontribusi dalam pembentukan matriks gel yang lebih rapat dan stabil sehingga peningkatan viskositas berhubungan dengan penurunan daya sebar sediaan.



Gambar 4. Uji Reologi Menaik dan Menurun F0, F1, F2, dan F3

Penentuan sifat alir (reologi) sediaan dilakukan melalui pengukuran viskositas pada berbagai kecepatan rotasi (rpm) untuk mengetahui respons sediaan terhadap gaya geser, yang berpengaruh terhadap kemudahan aplikasi, kenyamanan penggunaan, dan stabilitas selama penyimpanan. Berdasarkan grafik tersebut, seluruh formula menunjukkan pola aliran pseudoplastis, yaitu viskositas menurun seiring peningkatan gaya geser (da Silva Favero *et al.*, 2025). Hal ini menunjukkan bahwa sediaan menjadi lebih mudah mengalir saat diberi tekanan, seperti saat diaduk atau dioleskan, namun kembali lebih kental saat dalam kondisi diam. Sifat ini menguntungkan untuk sediaan topikal karena mendukung kestabilan dalam wadah sekaligus memudahkan penyebaran saat digunakan. Sehingga formula F0 hingga F3 telah

menunjukkan karakteristik alir yang sesuai untuk masker gel *peel-off*.

g. Uji Stabilitas

Uji stabilitas sediaan semisolid dilakukan melalui pengamatan organoleptik, homogenitas, pH, dan daya sebar untuk menjamin mutu fisik selama penyimpanan. Pengujian ini menggunakan metode *cycling test* pada tiga variasi suhu, yaitu dingin (4°C), ruang, dan panas (40°C), di mana setiap suhu dijalankan selama 24 jam per siklus. Parameter tersebut penting dinilai karena menentukan konsistensi produk, kenyamanan, serta tingkat penerimaan konsumen. Berdasarkan uji stabilitas telah dilakukan dengan 3 kali pengulangan dan hasil rata-rata dan nilai standar deviasinya dapat disajikan pada Tabel 9.

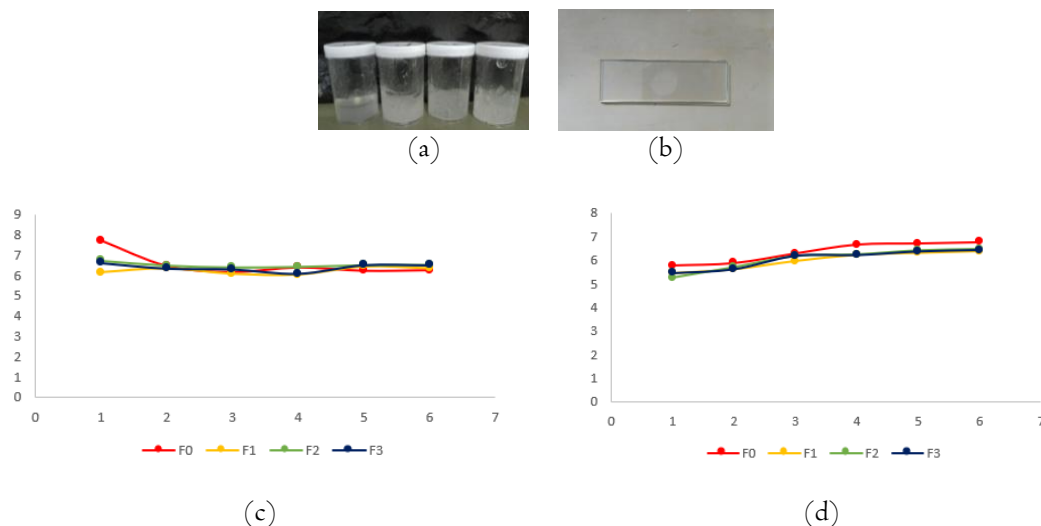
Tabel 9. Hasil Uji stabilitas Selama 6 Siklus Formula F0, F1, F2, dan F3

Parameter	F0	F1	F2	F3
Organoleptik	Semisolid, putih bening keruh, tidak berbau	Semisolid, putih bening, tidak berbau	Semisolid, putih bening, tidak berbau	Semisolid, putih bening, tidak berbau
Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
pH	6,52 ± 0,58	6,22 ± 0,16	6,50 ± 0,13	6,38 ± 0,20
Daya sebar	6,33 ± 0,44	5,98 ± 0,36	6,02 ± 0,46	6,04 ± 0,39

Karakteristik fisik sediaan yang mencakup bentuk, warna, dan aroma diamati melalui uji stabilitas organoleptik selama masa penyimpanan. Berdasarkan hasil pengamatan, formula F0 tetap menunjukkan bentuk semi padat, warna bening, dan tidak berbau pada seluruh siklus pengujian. Formula F1, F2, dan F3 juga mempertahankan bentuk semi padat dan tidak berbau, dengan perubahan warna dari putih agak bening yang disertai gelembung pada awal pengamatan menjadi lebih bening pada siklus berikutnya. Namun, perubahan tersebut tidak memengaruhi kualitas sediaan karena tidak disertai perubahan bau maupun terjadinya pemisahan fase. Secara keseluruhan, seluruh formula tidak menunjukkan perubahan organoleptik yang berarti setelah pengujian stabilitas. Hasil ini menunjukkan bahwa komponen penyusun sediaan tetap stabil dan tidak mengalami degradasi yang dapat memengaruhi penampilan fisik produk. Temuan ini sejalan dengan penelitian Sinala *et al.*, (2019) yang melaporkan bahwa sediaan masker gel *peel-off* yang

stabil tidak mengalami perubahan warna, bau, maupun bentuk selama penyimpanan, sehingga tetap memenuhi persyaratan stabilitas fisik sediaan.

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh formula (F0–F3) menunjukkan homogenitas yang baik sebelum maupun sesudah pengujian stabilitas, yang ditandai dengan tidak adanya partikel kasar, gumpalan, atau pemisahan fase pada sediaan. Homogenitas yang tetap terjaga selama penyimpanan menunjukkan bahwa komponen formula memiliki kompatibilitas yang baik dan mampu mempertahankan distribusi zat aktif secara merata dalam sistem gel. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Sinala *et al.*, (2019) yang melaporkan bahwa sediaan masker gel *peel-off* yang stabil mampu mempertahankan homogenitasnya selama masa penyimpanan. Maka dari itu, variasi konsentrasi *niacinamide* yang digunakan tidak memengaruhi homogenitas sediaan dan seluruh formula memenuhi persyaratan homogenitas untuk sediaan topikal.



Gambar 5. Hasil Uji Stabilitas 6 Siklus (a) Organoleptik (b) Homogenitas (c) pH (d) Daya Sebar

Pada uji pH, seluruh formula berada pada kisaran yang pH kulit, yaitu 4,5–6,5, meskipun F0 pada siklus pertama sempat menunjukkan pH 7,69 sebelum menurun pada siklus selanjutnya. Secara

umum, formula yang mengandung zat aktif lebih stabil karena sejak awal memiliki nilai pH yang memenuhi persyaratan sediaan topikal sehingga aman dan nyaman saat diaplikasikan pada kulit

Hasil ini sejalan dengan penelitian Sinala *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa sediaan kosmetik yang stabil mampu mempertahankan nilai pH selama penyimpanan. Stabilitas pH penting untuk menjaga keamanan dan kenyamanan penggunaan sediaan pada kulit serta meminimalkan risiko iritasi.

Selama penyimpanan, daya sebar seluruh formula juga masih berada dalam rentang yang baik, yakni F0 5,76–6,75 cm, F1 5,46–6,35 cm, F2 5,24–6,45 cm, dan F3 5,46–6,41 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa sediaan tetap mudah diaplikasikan dan memiliki distribusi yang baik pada permukaan kulit. Walaupun formula yang mengandung kitosan dan *niacinamide* cenderung memiliki daya sebar sedikit lebih rendah pada beberapa siklus awal, nilai yang dihasilkan masih sesuai dengan standar yang ditetapkan sehingga secara keseluruhan sediaan tetap menunjukkan stabilitas fisik yang baik (Al-Barghouthy, Hamed, Mehyar, & AlKhatib, 2025). Hasil ini sejalan dengan penelitian Sinala *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa daya sebar merupakan parameter penting untuk menilai kemudahan aplikasi sediaan semisolid pada permukaan kulit. Perubahan daya sebar yang tidak signifikan menunjukkan bahwa konsistensi sediaan tetap terjaga selama penyimpanan sehingga aplikasi produk tetap nyaman digunakan.

h. Uji Efektivitas Sediaan

Hasil dari pengujian efektivitas sediaan pada bakteri *C. acnes* dilakukan dengan 3 kali pengulangan. Hasil awal ini dihitung dengan rumus zona hambat, kemudian dirata-ratakan dan disertai nilai standar deviasi. Hasil rata-rata dan standar deviasi tersebut disajikan pada tabel 10.

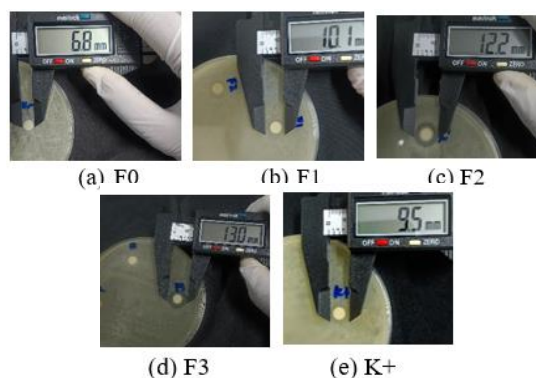
Berdasarkan data pada tabel zona hambat, seluruh formula menunjukkan adanya aktivitas antibakteri, namun daya hambat yang dihasilkan masih relatif kecil. Basis sediaan (F0) menghasilkan zona hambat sebesar 0,97 mm, sedangkan F1, F2, dan F3 masing-masing sebesar 3,73 mm, 4,80 mm, dan 5,37 mm. Kontrol positif berupa masker komersial menunjukkan zona hambat sebesar 2,7 mm.

Tabel 10. Uji Efektivitas Sediaan Masker Gel *Peel-off*

Formula Sediaan	Konsentrasi				
	F0/K-	F1	F2	F3	K+
Rata-rata±SD	0,97 ± 0,15	3,73 ± 1,00	4,80 ± 1,22	5,37 ± 1,48	2,70 ± 0,70

Secara umum, hasil tersebut masih termasuk kategori lemah karena sebagian besar nilai belum melewati 5 mm, meskipun F3 memberikan daya hambat tertinggi di antara seluruh formula yang diuji. Munculnya zona hambat pada F0 menunjukkan bahwa komponen nonaktif dalam formula juga turut berkontribusi terhadap aktivitas antibakteri. Hal tersebut terkait dengan penggunaan DMDM hydantoin sebagai bahan pengawet yang bekerja dengan melepaskan formaldehida dalam jumlah sangat kecil secara bertahap sehingga mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan umum digunakan dalam produk kosmetik untuk menjaga kestabilan mikrobiologis selama penyimpanan (Saputra *et al.*, 2023). Dengan demikian, walaupun F0 tidak mengandung zat aktif utama, keberadaan pengawet tetap dapat menimbulkan efek penghambatan terhadap bakteri.

Peningkatan konsentrasi zat aktif pada F1 hingga F3 memperlihatkan kecenderungan kenaikan diameter zona hambat, yang menunjukkan adanya hubungan antara kadar zat aktif dan aktivitas antibakteri. Namun, peningkatan tersebut masih terbatas dan belum mencapai kategori sedang. Secara deskriptif, F1, F2, dan F3 memberikan diameter hambat yang melebihi kontrol positif masker komersial, sehingga efektivitas antibakteri sediaan dapat dikatakan lebih optimal dan uji dapat dikatakan memiliki potensi antibakteri yang sebanding, bahkan sedikit lebih baik dalam kondisi pengujian yang sama. Besarnya zona hambat tidak hanya ditentukan oleh kemampuan antibakteri bahan aktif, tetapi juga dipengaruhi oleh kemampuan difusi senyawa serta kondisi pengujian, seperti pH, ketebalan agar, volume sediaan pada cakram dan karakter fisik zat uji (Hossain, 2024).



Gambar 6. Uji Efektivitas Sediaan (a) F0 (b) F1 (c) F2 (d) F3 (e) K+

Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas, data diameter zona hambat memenuhi persyaratan untuk dianalisis dengan uji parametrik, sehingga dilanjutkan menggunakan One-Way ANOVA. Hasil analisis menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,003 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan. Hasil uji lanjut Tukey HSD menunjukkan bahwa F1, F2, dan F3 masing-masing berbeda signifikan dibandingkan kontrol negatif, sedangkan kontrol positif tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna dengan seluruh formula uji. Selain itu, perbandingan antarformula F1, F2, dan F3 juga tidak memperlihatkan perbedaan signifikan. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa penambahan kitosan dan *niacinamide* dalam sediaan masker gel *peel-off* mampu memberikan aktivitas penghambatan terhadap *Cutibacterium acnes*, meskipun peningkatan konsentrasi *niacinamide* belum tentu menghasilkan perbedaan zona hambat yang bermakna secara statistik.

i. Uji Hedonik

Aroma

Berdasarkan hasil uji hedonik menggunakan Friedman test, terdapat perbedaan tingkat kesukaan panelis pada beberapa parameter sensori antarformula. Pada parameter aroma, nilai *Asymp. Sig* sebesar 0,005 menunjukkan bahwa $p < 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antarformula. Formula F3 memperoleh *mean rank* tertinggi (2,25), diikuti F2 (2,00), sedangkan F1 memiliki nilai terendah (1,75). Hasil ini menunjukkan bahwa aroma pada F3 paling disukai panelis dibandingkan formula lainnya.

Warna

Hasil uji Friedman terhadap parameter warna menunjukkan nilai *Asymp. Sig* sebesar 0,030

($p < 0,05$) sehingga H_0 ditolak. Artinya, terdapat perbedaan dalam tingkat kesukaan panelis terhadap warna antarformula. Formula F2 memperoleh nilai *mean rank* tertinggi (2,10), diikuti F3 (2,05) dan F1 (1,85), sehingga warna F2 cenderung paling disukai. Perbedaan penilaian berkaitan dengan kondisi kejernihan sediaan pada saat pengamatan. Pada proses pembuatan, sediaan sempat tampak putih akibat pengadukan dan adanya gelembung udara, kemudian berangsur menjadi sedikit jernih setelah didiamkan. Namun, karena kejernihan belum sepenuhnya stabil meskipun telah didiamkan selama beberapa hari, panelis kemungkinan menerima sampel dengan tingkat kejernihan yang sedikit berbeda. Hal ini dapat memengaruhi persepsi warna sediaan, sehingga menghasilkan variasi penilaian antar formula.

Tekstur

Pada pengujian parameter tekstur diperoleh nilai *Asymp. Sig* sebesar 0,319. Nilai tersebut menunjukkan bahwa $p > 0,05$ sehingga H_0 dinyatakan diterima. Maka dari itu, tidak terdapat perbedaan yang bermakna pada penerimaan tekstur antarformula. Nilai *mean rank* yang relatif berdekatan pada F1 (1,87), F2 (2,07), dan F3 (2,07) menunjukkan bahwa panelis menilai tekstur ketiga formula hampir sama. Hal ini dapat disebabkan oleh kesamaan dan komponen pembentuk gel dalam setiap formula, sehingga sifat fisik yang dirasakan saat sentuhan, seperti kekentalan, kelicinan, dan kenyamanan saat diaplikasikan.

Penampilan

Pada pengujian parameter penampilan, diperoleh nilai *Asymp. Sig* sebesar 0,102 yang menunjukkan nilai lebih dari 0,05, sehingga H_0 dinyatakan diterima. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam penilaian penampilan antarformula. Sediaan F3 memiliki nilai

mean rank sedikit lebih tinggi (2,13) dibandingkan F2 (2,00) dan F1 (1,87), tidak adanya perbedaan yang signifikan pada penampilan menunjukkan bahwa secara umum ketiga formula memiliki bentuk sediaan yang serupa dari homogenitas, konsistensi visual, dan kesan keseluruhan pada saat diamati.

Uji hedonik menunjukkan bahwa sediaan masih cukup diterima oleh panelis dari segi warna, aroma, tekstur, dan penampilan. Penilaian ini penting karena penerimaan pengguna merupakan salah satu faktor yang menentukan kelayakan sediaan topikal untuk dikembangkan lebih lanjut. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian Yanuarto *et al.*, (2024) yang juga mengevaluasi penerimaan panelis terhadap masker gel *peel-off* melalui aspek warna, aroma, dan tekstur. Hasil penerimaan yang baik menunjukkan bahwa formulasi ini masih memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sediaan antijerawat yang nyaman digunakan.

j. Uji Iritasi

Berdasarkan hasil uji iritasi pada 30 responden, sebagian besar tidak menunjukkan adanya reaksi iritasi setelah penggunaan masker gel *peel-off*. Hal ini ditunjukkan pada gambar (a) dan (b) dengan tidak ditemukannya gejala seperti eritema, edema, rasa gatal, maupun sensasi terbakar pada area aplikasi selama periode pengamatan. Namun, beberapa responden mengalami sensasi panas ringan dan kemerahan ringan, yang diduga berkaitan dengan sensitivitas individu terhadap komponen tertentu dalam formulasi, serta telah dikonfirmasi bahwa responden tersebut memiliki jenis kulit sensitif. Iritasi ringan tersebut dapat dilihat pada gambar (c).



(a)



(b)



(c)

Gambar 7. Uji Iritasi (a) dan (b) tidak ada iritasi, (c) terdapat iritasi

Hasil ini mengindikasikan bahwa sediaan memiliki tingkat keamanan yang baik untuk penggunaan topikal karena tidak menimbulkan reaksi iritasi yang signifikan pada sebagian besar responden. Keamanan tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh pH sediaan yang berada dalam kisaran pH fisiologis kulit (sekitar 4,5–6,5), serta penggunaan bahan aktif seperti kitosan dan *niacinamide* yang dikenal relatif aman dan memiliki potensi iritasi yang rendah pada konsentrasi topikal. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian (Sani *et al.*, 2021) yang melaporkan bahwa sediaan gel topikal tidak menimbulkan reaksi iritasi pada sukarelawan, sehingga dapat disimpulkan bahwa formulasi yang diuji relatif aman digunakan pada kulit. Meskipun demikian, kehati-hatian tetap diperlukan pada individu dengan kulit sensitif.

Dengan demikian, masker gel *peel-off* yang diformulasikan dapat dikatakan aman digunakan, meskipun pada individu dengan kulit sensitif tetap diperlukan kehati-hatian dalam penggunaannya.

Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil evaluasi, kombinasi kitosan dan *niacinamide* dalam bentuk masker gel *peel-off* berpotensi dikembangkan sebagai sediaan antijerawat. Seluruh formula aktif mampu menghambat *Cutibacterium acnes*, dengan F3 menunjukkan aktivitas paling tinggi. Secara fisik, semua formula memenuhi persyaratan dan stabil, sedangkan pada uji hedonik F2 lebih disukai dari segi warna dan F3 terbaik pada aroma serta penampilan. Uji iritasi menunjukkan beberapa reaksi ringan pada F3, sehingga sediaan ini lebih sesuai untuk kulit normal hingga berminyak. Berdasarkan seluruh parameter, formula terbaik adalah F3 (kitosan 3% dan *niacinamide* 4%) karena paling efektif namun tetap memenuhi mutu sediaan.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan uji antibakteri lanjutan seperti MIC atau MBC untuk mengetahui konsentrasi hambat minimum yang lebih spesifik. Formula F3 dapat dipertahankan sebagai kandidat terbaik, namun perlu dilakukan pengembangan formulasi untuk meningkatkan profil keamanan dan kenyamanan

pada berbagai jenis kulit. Optimasi konsentrasi *niacinamide* juga disarankan untuk memperoleh keseimbangan yang lebih baik antara efektivitas dan kenyamanan penggunaan. Dilakukannya uji antibiofilm dan pembandingan dengan produk komersial agar hasil lebih komprehensif.

Ucapan Terima Kasih

Rasa terima kasih penulis sampaikan kepada Fakultas Farmasi Universitas Bakti Tunas Husada Tasikmalaya yang telah memfasilitasi dan mengizinkan pelaksanaan riset ini. Penulis juga sangat menghargai dosen pembimbing yang senantiasa memberikan arahan, masukan, dan bimbingan berharga dalam penyusunan karya ilmiah. Bantuan teknis dari seluruh staf laboratorium, khususnya Laboratorium Mikrobiologi dan Formulasi selama pengumpulan data, turut menjadi bagian penting dalam riset ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada para responden uji iritasi dan hedonik, serta semua pihak yang telah mendukung hingga penelitian ini selesai dengan baik.

Daftar Pustaka

- Adhany Yustian, A., Vidiyari Darsono, P., Rakhman Hakim, A., & Mahdiah, D. (2025). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Mahang (*Macaranga triloba* (Thunb.) Mull. Arg) Terhadap *Propionibacterium acnes*. *Sains Medisina*, 3(3), 104–111.
- Al-Barghouthy, E. Y., Hamed, S., Mehyar, G. F., & AlKhatib, H. S. (2025, December 1). Comparative Evaluation of Spreadability Measurement Methods for Topical Semisolid Formulations/A Scoping Review. *Gels*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). doi:10.3390/gels11121006
- Ardean, C., Davidescu, C. M., Nemeş, N. S., Negrea, A., Ciopec, M., Duteanu, N., ... Musta, V. (2021, July 2). Factors influencing the antibacterial activity of chitosan and chitosan modified by functionalization. *International Journal of Molecular Sciences*. MDPI AG. doi:10.3390/ijms22147449
- Aulia, U. R. N. (2024). Karya Tulis Ilmiah: Optimasi Formula Sediaan Masker Gel *Peel-off* Ekstrak Etanol Kulit Buah Jeruk Kalamansi (*Citrofortunella microcarpa* Cortice).
- Bubonja-Šonje, M., Knezević, S., & Abram, M. (2020, December 1). Challenges to antimicrobial susceptibility testing of plant-derived polyphenolic compounds. *Arhiv Za Higijenu Rada i Toksikologiju*. Sciendo. doi:10.2478/aiht-2020-71-3396
- CLSI. (2020). *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing*. Clinical and Laboratory Standards Institute.
- da Silva Favero, J., dos Santos, V., Weiss-Angeli, V., Garcia, C. S. C., Magnano, G. C., Henriques, J. A. P., ... Bergmann, C. P. (2025). Physicochemical Characterization and Safety Assessment of Cosmetic Gels and Emulsions Containing Sand-Extraction Clays. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 24(10). doi:10.1111/jocd.70517
- Ermawati, D. E., & Adi, L. P. (2023). Pengaruh Konsentrasi Polivinil Alkohol terhadap Sifat Fisik dan Kimia Sediaan *Peel-off* Mask Ekstrak Etanol Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.). *Journal of Applied Agriculture, Health, and Technology*, 2(1), 43–53. doi:10.20961/jaht.v2i1.638
- Esmiralda, N., Purwati, K., & Rahmawati, A. (2025). Hubungan Perilaku Penggunaan Perawatan Kulit Wajah Terhadap Kejadian Akne Vulgaris Pada Mahasiswi Universitas Batam.
- Hossain, T. J. (2024). Methods for screening and evaluation of antimicrobial activity: A review of protocols, advantages, and limitations. *European Journal of Microbiology and Immunology*, 14(2), 97–115. doi:10.1556/1886.2024.00035
- Juhl, C. R., Bergholdt, H. K. M., Miller, I. M., Jemec, G. B. E., Kanters, J. K., & Ellervik, C. (2018). Dairy intake and acne vulgaris: A systematic review and meta-analysis of 78,529 children, adolescents, and young adults. *Nutrients*, 10(8). doi:10.3390/nu10081049
- Lukić, M., Pantelić, I., & Savić, S. D. (2021, August 1). Towards optimal pH of the skin and topical formulations: From the current state of the art to tailored products. *Cosmetics*. MDPI AG. doi:10.3390/cosmetics8030069
- Marliana, Sartini, & Karim, A. (2018). Efektivitas Beberapa Produk Pembersih Wajah Antiacne Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat *Propionibacterium acnes*. *Biolink (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 5(1), 31–41. doi:10.31289/biolink.v5i1.1668
- Marques, C., Hadjab, F., Porcello, A., Lourenço, K., Scaletta, C., Abdel-Sayed, P., ... Laurent, A. (2024, April 1). Mechanistic Insights into the Multiple Functions of *Niacinamide*: Therapeutic Implications and Cosmeceutical

- Applications in Functional Skincare Products. *Antioxidants*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). doi:10.3390/antiox13040425
- Noor Hikmah, F., Malahayati, S., Fitri Nugraha, D., Luar, pemurus, Banjarmasin Timur, K., & Banjarmasin, K. (2023). Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Serum Gel Ekstrak Bunga Melati (*Jasminum sambac* L.). *Journal of Pharmaceutical Care and Sciences*, 3(2), 93–108. Retrieved from <https://ejurnal.unism.ac.id/index.php/jpcs>
- Purnamaningsih, A., & Romana Sri Supadmi, F. (2020). Antibacterial Activity Test Of Kemangi Leaf Extract (*Ocimum sanctum* L.) ON BACTERIA *Staphylococcus Epidermidis* ATCC 12228. *Media Ilmu Kesehatan*, 9(3), 225–230.
- Rahmah, A. F., Arma, U., Lestari, C., Edrizal, E., & Zia, H. K. (2024). Uji zona hambat ekstrak metanol teripang putih (*holothuria scabra*) mentawai terhadap *Streptococcus sanguinis* pada Stomatitis Aftosa Rekuren secara in vitro: studi eksperimental. *Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students*, 8(1), 71. doi:10.24198/pjdrs.v8i1.52551
- Rakhmatullah, A. N., Wahyunita, S., & Rahmah, H. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata* (L) R.M. King & H.E. Robins) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*. *Journal of Curent Pharmaceutical Sciences*, 8, 766–772.
- Sani, L. M. M., Subaidah, W. A., & Andayani, Y. (2021). Formulasi dan evaluasi karakter fisik sediaan gel ekstrak etanol daun salam (*Syzygium polyanthum*). *Sasambo Journal of Pharmacy*, 2(1), 1–6. doi:10.29303/sjp.v2i1.84
- Saputra, I. N., Saptarini, O., & Kurniasari, F. (2023). Formulasi Dan Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Serumgel Antijerawat Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Atcc 25923 Dengan Variasi Konsentrasi Hydroxyethyl Cellulose (HEC). *Akfârindo*, 8(2).
- Shih, Y.-H., Liu, D., Chen, Y.-C., Liao, M.-H., Lee, W.-R., & Shen, S.-C. (2021). pharmaceutics Activation of Deoxyribonuclease I by Nicotinamide as a New Strategy to Attenuate Tetracycline-Resistant Biofilms of *Cutibacterium acnes*. *Pharmaceutics*, 13, 1–15. doi:10.3390/pharmaceutics
- Sifatullah, N., & Zulkarnain. (2021). *Jerawat (Acne vulgaris): Review Penyakit Infeksi Pada Kulit*. Retrieved from <http://journal.uin-alaudidin.ac.id/index.php/psb>
- Silvia, B. M., & Dewi, M. L. (2022). Studi Literatur Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Basis terhadap Karakteristik Masker Gel Peel Off. *Jurnal Riset Farmasi*, 30–38. doi:10.29313/jrf.v2i1.702
- Sinala, S., Afriani, A., & Arisanty, A. (2019). Formulasi Masker Gel Peel Off Dari Sari Buah Dengan (*Dillenia serrata*). *Media Farmasi*, 15(2), 178. doi:10.32382/mf.v15i2.1248
- Supotngarmkul, A., Panichuttra, A., Ratisoontorn, C., Nawachinda, M., & Matangkasombut, O. (2020). Antibacterial property of chitosan against e. Faecalis standard strain and clinical isolates. *Dental Materials Journal*, 39(3), 456–463. doi:10.4012/dmj.2018-343
- Sutjahjokartiko, S. (2017). Pengaruh Konsentrasi Pengawet Dmdm Hydantoin Terhadap Karakteristik, Stabilitas Fisika & pH Pada Water Based Pomade Yang Mengandung Ekstrak *Aloe Vera*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya* (Vol. 6).
- Tan, I. J., & Lio, P. A. (2025). *From Discovery to Modern Understanding: The Acid Mantle in Dermatology*.
- Widyaningrum, N., Septiana, F. N., Wijayanti, R., & Arief, T. A. (2024). Formulasi dan Uji Antibakteri Formula Optimum Gel Kitosan Kulit Udang Vannamei (*Litopenaeus vannaemei*) sebagai Antiakne. *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 9(2), 268. doi:10.20961/jpscr.v9i2.78870
- Wu, K., Yan, Z., Wu, Z., Li, J., Zhong, W., Ding, L., ... Jiang, T. (2024, November 1). Recent Advances in the Preparation, Antibacterial Mechanisms, and Applications of Chitosan. *Journal of Functional Biomaterials*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). doi:10.3390/jfb15110318
- Wulansari, E., & Siswanto, A. (2025). Article history: Combination of HPMC and PVA using Factorial Design Method. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 15(1), 34–45. doi:10.22435/jki.v15i1.6700
- Yanuarto, T., Dinda, T., & Wara, V. (2024). Formulasi Masker Gel Peel Off Dari Serbuk Sari Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) *Jurnal Framasi Malahayati*, 7(2), 266–275.