

Optimization of Anti-Acne Patch Formula from ambon banana stem extract with HPMC-Chitosan Using Simplex Lattice Design

Optimasi Formula Patch Anti Jerawat Dari Ekstrak Batang Pisang Ambon dengan HPMC-Kitosan menggunakan Simplex Lattice Design

Arvian Rifky Fardanu ^a, Suprpto ^{a*}

^a Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia.

*Corresponding Authors: sup215@ums.ac.id

Abstract

Acne is a chronic inflammatory skin disease involving sebaceous gland hyperactivity, abnormal follicular keratinization, excessive bacterial colonization, immune response, and inflammation. The main causes include pore obstruction due to excess sebum, with *Cutibacterium acnes* as the dominant bacteria. Increasing concerns about the side effects of chemical drugs and antibiotic resistance encourage the development of safer and more sustainable natural treatments. Ambon banana stem (*Musa paradisiaca* var. *sapientum*) contains bioactive compounds such as tannins, saponins, and flavonoids that exhibit antibacterial, anti-inflammatory, and antioxidant activities. This study aims to optimize the anti-acne patch formula from Ambon banana stem extract using hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) and chitosan polymers through simplex lattice design (SLD) in Design-Expert® v.13. Eight formulas were made and evaluated for their physical properties, including weight uniformity, thickness, pH, moisture absorption, folding resistance, and swelling index. The optimal formula was obtained in a combination of 4 g HPMC and 0.5 g chitosan with a desirability value of 0.645. The results of the optimal formula validation with a paired t-test showed no significant differences in the formula except for pH. The Ambon banana tree stem extract patch produced an inhibition zone of 13 ± 0.5 mm against *Cutibacterium acnes* with a strong category although lower than the pure extract (19.03 mm) and clindamycin control (21.17 mm). This patch offers controlled drug release, ease of use without contamination, and increased patient compliance, making it an effective alternative natural acne treatment.

Keywords: Anti-Acne Patch, Banana Stem Extract, HPMC, Chitosan, Simplex Lattice Design.

Abstrak

Jerawat muncul sebagai penyakit kulit inflamasi kronis yang melibatkan hiperaktivitas kelenjar sebaceous, keratinisasi folikel abnormal, kolonisasi bakteri berlebih, respons imun, dan peradangan. Penyebab utama mencakup obstruksi pori akibat sebum berlebih, dengan *Cutibacterium acnes* sebagai bakteri dominan. Meningkatnya kekhawatiran terhadap efek samping obat kimia dan resistensi antibiotik mendorong pengembangan pengobatan alami yang lebih aman dan berkelanjutan. Batang pisang ambon (*Musa paradisiaca* var. *sapientum*), mengandung senyawa bioaktif seperti tanin, saponin, dan flavonoid yang menunjukkan aktivitas antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi formula patch anti-jerawat dari ekstrak batang pisang ambon menggunakan polimer hidroksipropil metilselulosa (HPMC) dan kitosan melalui *simplex lattice design* (SLD) pada Design-Expert® v.13. Delapan formula dibuat dan dievaluasi sifat fisiknya, meliputi keseragaman bobot, ketebalan, pH, daya serap lembab, ketahanan lipat, dan *swelling index*. Formula optimal diperoleh pada kombinasi HPMC 4 g dan kitosan 0.5 g dengan nilai *desirability* sebesar 0.645. Hasil validasi formula optimal dengan uji t berpasangan menunjukkan formula tidak ada perbedaan signifikan kecuali pH. Patch ekstrak batang pohon pisang ambon menghasilkan zona hambat $13 \pm 0,5$ mm terhadap *Cutibacterium acnes* dengan kategori kuat meskipun lebih rendah daripada ekstrak murni (19.03 mm) dan kontrol klindamisin (21.17 mm). Patch ini menawarkan pelepasan obat terkendali,

kemudahan penggunaan tanpa kontaminasi, dan peningkatan kepatuhan pasien, menjadikannya alternatif efektif pengobatan jerawat alami.

Kata kunci: patch anti-jerawat, ekstrak batang pisang, HPMC, kitosan, simplex lattice design.



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 [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v9i1.1289>

Article History:

Received: 25/09/2025,
Revised: 18/01/2026,
Accepted: 18/01/2026,
Available Online: 26/01/2026.

QR access this Article



Pendahuluan

Jerawat muncul sebagai penyakit kulit inflamasi kronis dengan patogenesis melibatkan hiperaktivitas kelenjar sebaceous, keratinisasi folikel abnormal, kolonisasi bakteri berlebih, respons imun, dan peradangan [1]. Penyebab utama mencakup obstruksi pori akibat sebum berlebih, dengan *Cutibacterium acnes* sebagai bakteri dominan, diikuti *Staphylococcus epidermidis* dan *Staphylococcus aureus* [2]. Meningkatnya kekhawatiran terhadap efek samping obat kimia dan resistensi antibiotik mendorong pengembangan pendekatan pengobatan alami yang lebih aman dan berkelanjutan.

Indonesia memiliki kekayaan flora yang berpotensi sebagai sumber bahan obat alami, salah satunya adalah tanaman pisang yang mudah ditemukan dan memiliki banyak manfaat dari akar hingga kulit buahnya [3]. Batang pohon pisang ambon (*Musa paradisiaca* var. *sapientum*) yang selama ini menjadi limbah organik setelah masa panen [4], ternyata mengandung senyawa bioaktif seperti tanin, saponin, dan flavonoid yang memiliki aktivitas antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan [5]. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ekstrak batang pisang ambon mampu menghambat pertumbuhan *Cutibacterium acnes* [6].

Pengobatan jerawat umumnya tersedia dalam bentuk aplikasi topikal seperti krim, *gel*, dan *lotion* [7]. Namun, sediaan konvensional ini memiliki beberapa keterbatasan signifikan seperti berminyak dan lengket pada kulit serta cenderung menyumbat pori-pori kulit bersama kotoran dan bakteri, sehingga memperparah kondisi jerawat yang sudah ada [8]. Sebaliknya, inovasi sediaan *patch* menawarkan keunggulan berupa sistem pelepasan obat yang terkontrol dan berkelanjutan, kemudahan penggunaan tanpa risiko kontaminasi, perlindungan area target dari faktor eksternal, dan pengurangan frekuensi pemberian yang meningkatkan kepatuhan pasien. *Patch* berkualitas baik harus memiliki karakteristik fisik yang lentur, tipis, permukaan rata, homogen, serta tingkat pengeringan dan penyerapan kelembaban yang rendah [9].

Polimer berperan esensial dalam formulasi *patch* untuk memaksimalkan potensi antibakteri suatu ekstrak dan menciptakan karakteristik fisik yang optimal. Kombinasi polimer hidrofilik Hidroksi Propil Metil Selulosa (HPMC) dan kitosan merupakan pasangan ideal untuk formulasi *patch* karena menunjukkan kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri dan biofilm [10]. Karakteristik fisik HPMC unggul dalam membentuk lapisan film transparan yang mudah terhidrasi dengan kapasitas pengembangan matriks superior, sementara kitosan mampu membentuk film dengan karakteristik fisik yang tangguh dan fleksibel [11]. Metode *simplex lattice design* (SLD) memungkinkan optimasi efisien dalam menentukan konsentrasi bahan yang menghasilkan formula dengan sifat fisik terbaik [12].

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu neraca analitik, pH meter, *climatic chamber*, almari pengering, *evaporator*, mortir dan stamper, cawan porselen, cawan petri, penangas air, termometer, bunsen, jarum ose, pipet tetes,

autoklaf, Standart Mc.Farland, pinset, aluminium foil, inkubator, kertas label, Laminar air flow, spidol, hotplate, mikropipet, ayakan mesh, mikrometer sekrup, stopwatch, loyang dan peralatan gelas.

Bahan yang digunakan hidrosi propil metil selulosa (HPMC), kitosan, propil paraben, propilen glikol, etanol 96%, etanol 70%, asam setat 1%, FeCl₃, HCl 2N, media MHA (*Mueller Hinton Agar*), klindamisin dan Bakteri *Cutibacterium acne* dan akuades.

Determinasi

Batang pohon pisang ambon dideterminasi di UPT Laboratorium Universitas Setia Budi.

Ekstraksi

Batang pohon pisang Ambon melalui proses sanitasi untuk menghilangkan kontaminan, dilanjutkan dengan pembilasan menggunakan air mengalir dan penirisan. Tahap selanjutnya adalah pemotongan kecil-kecil agar mudah dikeringkan, lalu proses pengeringan dengan cara di oven selama 24 jam. Setelah mencapai tingkat kekeringan yang diinginkan, bahan menjalani proses sortasi kering, penghalusan dengan blender, dan pengayakan menggunakan ayakan berukuran 20 mesh, kemudian disimpan dalam wadah yang sesuai. Proses ekstraksi dilaksanakan dengan metodologi maserasi, dimulai dengan penimbangan 500 gram serbuk simplisia yang ditempatkan dalam bejana maserasi, diikuti dengan penambahan pelarut etanol 70% dengan rasio 1:10, lalu dihomogenisasi hingga tercapai pencampuran sempurna. Campuran tersebut disimpan dalam wadah tertutup rapat selama 5 hari dengan pengadukan berkala setiap 24 jam. Setelah filtrasi, residu kembali dimaserasi dengan pelarut etanol 70% yang baru. Filtrat kemudian dipekatkan menggunakan rotary evaporator pada temperatur 60-70°C, dilanjutkan dengan pemanasan di atas penangas air pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental berwarna coklat kehitaman dengan aroma khas dan rasa pahit. [13].

Skrining Fitokimia

Identifikasi kelompok metabolit sekunder dalam ekstrak batang pohon pisang ambon dilakukan melalui skrining fitokimia, yang melibatkan pengujian tabung untuk mendeteksi keberadaan senyawa tanin, saponin, dan flavonoid. Pada pemeriksaan tanin, sebanyak 1 gram ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 10 mL air panas dan dipanaskan hingga mendidih selama 5 menit. Setelah itu, filtrat yang dihasilkan ditetesi 3-4 tetes larutan FeCl₃, di mana warna hijau kebiruan atau hijau kehitaman menunjukkan adanya tanin jenis katekol, sedangkan warna biru kehitaman menandakan keberadaan tanin jenis pirogalol [14]. Selanjutnya, untuk pemeriksaan saponin, sebanyak 1 gram ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 10 mL air panas. Campuran tersebut didinginkan dan dikocok dengan kuat selama 10 detik, di mana adanya saponin ditunjukkan dengan terbentuknya buih setinggi 1-10 cm yang stabil selama minimal 10 menit dan tidak menghilang setelah ditambahkan 1 tetes HCl 2 N [14]. Terakhir, pada pemeriksaan flavonoid, sebanyak 1 gram ekstrak sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan asam klorida pekat dan dipanaskan selama 15 menit menggunakan penangas air; jika muncul warna merah atau kuning, maka menunjukkan hasil positif adanya senyawa flavonoid seperti flavon, kalkan, dan auron [14].

Pembuatan Sediaan Patch ekstrak batang pohon pisang ambon

Proses pembuatan sediaan *patch* ekstrak batang pohon pisang dimulai dengan pengembangan kedua polimer menjadi bentuk *hidrogel* menggunakan medium pelarut yang sesuai dengan karakteristik masing-masing: HPMC dihidrasi menggunakan akuades, sementara kitosan dihidrasi dalam larutan asam asetat 1%. Ekstrak batang pohon pisang kemudian disolubilisasi dalam pelarut etanol 96%, lalu diinkorporasikan ke dalam sistem polimer yang terdiri dari HPMC dan kitosan yang telah terhidrasi. Campuran ini kemudian dihomogenisasi menggunakan pengaduk mekanis pada kecepatan 100 rpm selama durasi 15-20 menit. Selanjutnya, propilen glikol sebagai *plastisizer* dan propil paraben sebagai pengawet ditambahkan ke dalam sistem, diikuti dengan pengadukan hingga tercapai homogenitas. Volume campuran kemudian disesuaikan dengan penambahan akuades hingga mencapai batas kalibrasi. Formulasi kemudian dituang ke dalam cetakan berbentuk loyang dan dibiarkan mengalami proses pengeringan dengan *climatic chambers* pada suhu 40°C dengan kelembaban 65% selama 24 jam. Setelah mencapai tingkat kekeringan yang optimal, *patch* dilepaskan dari cetakan [11].

Tabel 1. Penentuan batas bawah (*low*) dan atas (*high*) batas kombinasi HPMC dan kitosan.

No	Komponen	Low	High
1.	HPMC (g)	0.5	4
2.	Kitosan (g)	0.5	4

Tabel 2. Formula *patch* ekstrak batang pohon pisang ambon.

Komposisi	Fungsi	Formula								
		F1		F2		F3		F4		F5
		Run 2	Run 7	Run 6	Run 8	Run 3	Run 4	Run 1	Run 5	
Ekstrak batang pohon pisang (g)	Zat Aktif	20	20	20	20	20	20	20	20	
HPMC (g)	Polimer	4	4	0.5	0.5	2.25	2.25	3.125	1.375	
Kitosan (g)	Polimer	0.5	0.5	4	4	2.25	2.25	1.375	3.125	
Propil paraben (g)	Pengawet	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
Propilen glikol (mL)	Plasticizer	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
Etanol 96% (mL)	Pelarut	10	10	10	10	10	10	10	10	
Akuades (mL)	Pelarut	100	100	100	100	100	100	100	100	

Uji organoleptis

Uji organoleptis formula sediaan *patch* ekstrak batang pohon pisang ambon (*musa paradisiaca var. sapientum*) dilakukan melalui pengamatan visual terhadap karakteristik sediaan, yang mencakup bentuk, warna, tekstur, dan aroma [15].

Uji keseragaman bobot

Pengujian keseragaman bobot *patch hydrogel* ekstrak batang pohon pisang ambon (*musa paradisiaca var. sapientum*) dilakukan dengan ditimbang menggunakan neraca analitik, dimana untuk ditimbang masing-masing 3 plester *hydrogel* kemudian ditentukan berat rata-rata dan standar deviasinya [13]. Standar deviasiasi yang baik apabila $\leq 0,05$ dan keseragaman bobot dapat memenuhi syarat jika tidak memiliki penyimpangan $> 5\%$ [16].

Uji ketebalan

Pengujian ketebalan *patch* ekstrak batang pohon pisang ambon (*musa paradisiaca var. sapientum*) dilakukan menggunakan mikrometer sekrup pada lima titik berbeda, yaitu bagian atas, bawah, kanan, kiri, dan tengah *patch*. [15]. Persyaratan ketebalan *patch* tidak lebih dari 1 mm [16].

Uji pH

Uji pH *patch* ekstrak batang pohon pisang ambon (*musa paradisiaca var. sapientum*) dilakukan dengan merendam *patch* ke dalam cawan porselen yang berisi 50 mL aquadest selama 2 jam pada suhu ruang. Setelah itu, pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter [11]. Syarat keberterimaan pH kulit yakni dalam rentang 4.5 – 7 [17].

Uji daya serap

Pengujian daya serap *patch* ekstrak batang pohon pisang ambon (*Musa paradisiaca var. sapientum*) dilakukan untuk mengetahui kemampuannya menyerap kelembapan. Prosedurnya dimulai dengan menyimpan *patch* di dalam desikator pada suhu ruang selama 24 jam, kemudian *patch* ditimbang untuk mendapatkan bobot awalnya. Selanjutnya, *patch* dipaparkan pada kondisi lingkungan yang lebih lembap dengan menyimpannya dalam *climatic chamber* pada suhu 40°C selama 24 jam, lalu ditimbang kembali untuk mendapatkan bobot akhir. Persentase daya serap lembap dihitung menggunakan rumus: % Kelembaban = $[(\text{Bobot Akhir} - \text{Bobot Awal}) / \text{Bobot Awal}] \times 100\%$ (1). Berdasarkan standar yang berlaku, nilai persen daya serap lembab yang baik untuk sediaan *patch* umumnya berada dalam rentang kurang dari 10%. Hasil pengujian ini penting untuk menilai stabilitas dan kualitas fisik *patch*, di mana daya serap yang terlalu tinggi dapat memengaruhi integritas dan kinerja sediaan [16].

Uji swelling index

Uji swelling index *patch* ekstrak batang pohon pisang ambon (*musa paradisiaca var. sapientum*) dilakukan dengan mengukur terlebih dahulu diameter awal *patch* menggunakan jangka sorong. Selanjutnya, *patch* tersebut dimasukkan ke dalam gelas beaker yang berisi larutan medium dan dipanaskan pada suhu $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. *Patch* kemudian diangkat dan panjang sisi-sisinya diukur pada interval waktu 1, 2, dan 3 jam. Hasil pengukuran dicatat, lalu dihitung persentase swelling *patch* menggunakan rumus (2).

$$\% \text{ swelling} = \frac{D - D_0}{D_0} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: D = Diameter *patch* pada interval waktu tertentu, dan D₀ = Diameter *patch* mula-mula [11]. Nilai keberterimaan % swelling yang baik antara 20%-80% [18].

Uji ketahanan lipat

Uji ketahanan lipat *patch* ekstrak batang pohon pisang ambon (*musa paradisiaca var. sapientum*) dilakukan dengan melipat *patch* secara berulang-ulang pada titik yang sama hingga *patch* robek. Jumlah lipatan yang dapat dilakukan sebelum robek digunakan sebagai indikator nilai ketahanan lipatan. Jumlah ketahanan lipat yang memenuhi syarat apabila ketahanan lipat >200 kali [16].

Penentuan formula optimal

Penentuan formula optimum sediaan *patch* ekstrak batang pohon pisang ambon (*Musa paradisiaca var. sapientum*) dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai parameter evaluasi fisikokimia yang sesuai dengan persyaratan keberterimaan masing-masing uji menggunakan pendekatan *mixture design* berupa *Simplex Lattice Design* (SLD) dengan bantuan perangkat lunak *Design-Expert*®. Optimasi difokuskan pada proporsi polimer HPMC dan kitosan sebagai variabel bebas, dengan respon yang dianalisis meliputi keseragaman bobot, ketebalan, pH, daya serap, *swelling*, dan ketahanan lipat. Hubungan antara komposisi polimer dan respon dievaluasi menggunakan model polinomial campuran (linier dan kuadrat) yang dipilih berdasarkan analisis *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk memastikan signifikansi dan kecocokan model. Optimasi multi-respon dilakukan melalui pendekatan fungsi desirability dengan kriteria minimisasi, maksimalisasi, dan penargetan respon dalam rentang tertentu sehingga diperoleh formula *patch* dengan karakteristik fisikokimia yang optimal. Setelah diperoleh formula optimum, dilakukan verifikasi menggunakan uji statistik *t-test* untuk membandingkan hasil pengujian aktual dengan nilai yang diprediksi oleh model guna memastikan kesesuaian dan validitas formula yang dihasilkan.

Uji efektivitas antibakteri

Formula optimum acne *patch* ekstrak batang pohon pisang ambon (*Musa paradisiaca var. sapientum*) ditempatkan pada sumur yang telah disiapkan dengan diameter 10 mm pada media agar yang telah diinokulasi suspensi bakteri setara standar McFarland 0.5. Secara paralel, *patch* tanpa ekstrak digunakan sebagai kontrol negatif, larutan formulasi klindamisin sebagai kontrol positif, serta ekstrak diaplikasikan pada sumur-sumur terpisah, masing-masing dengan volume 30 µL. Setelah seluruh sampel uji ditempatkan, cawan petri diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam, kemudian diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran diukur sebagai parameter aktivitas antibakteri [19].

Hasil dan Pembahasan

Determinasi

Berdasarkan hasil determinasi taksonomi, pisang ambon diklasifikasikan sebagai bagian dari kingdom *Plantae* atau tumbuhan, yang kemudian masuk ke dalam super divisi *Spermatophyta*. Lebih lanjut, ia termasuk dalam divisi *Magnoliophyta*, kelas *Monocotyledoneae*, ordo *Zingibralles*, famili *Musaceae*, genus *Musa L.* yang dikenal sebagai pisang, dan spesies *Musa paradisiaca var. sapientum (L.) Kunt.* Klasifikasi ini sesuai dengan literatur, yang mengonfirmasi bahwa tumbuhan yang dideterminasi memang merupakan pisang ambon [20].

Skrining fitokimia

Tabel 3. Hasil skrining fitokimia ekstrak batang pohon pisang ambon.

Golongan senyawa	Hasil		
	1	2	3
Tanin	+	+	+
Saponin	+	+	+
Flavonoid	+	+	+

Keterangan: (+) mengandung golongan senyawa dan (-) tidak mengandung golongan senyawa

Hasil yang dilakukan menunjukkan bahwa ekstrak batang pohon pisang ambon mengandung senyawa metabolit sekunder tanin, saponin dan flavonoid [5].

Uji organoleptis

Tabel 4. Hasil pengamatan organoleptis sediaan *patch* ekstrak batang pohon pisang

Run	Bentuk	Warna	Tekstur	Aroma
1	Lingkar	Kuning	Halus	Sedikit bau asam
2	Lingkar	Kuning keemasan	Halus	Sedikit bau asam
3	Lingkar	Kuning keemasan	Halus	Sedikit bau asam
4	Lingkar	Kuning keemasan	Halus	Sedikit bau asam
5	Lingkar	Kuning	Halus	Sedikit bau asam
6	Lingkar	Kuning	Halus	Sedikit bau asam
7	Lingkar	Kuning keemasan	Halus	Sedikit bau asam
8	Lingkar	Kuning	Halus	Sedikit bau asam

Hasil uji organoleptis menunjukkan bahwa kedelapan *run patch* memiliki karakteristik fisik yang berbeda-beda yakni warna kuning sampai kuning keemasan, sedikit berbau asam, bertekstur halus dan berbentuk lingkaran. Hal ini disebabkan karena perbedaan konsentrasi HPMC dan kitosan, semakin tinggi konsentrasi HPMC maka semakin tinggi viskositas yang dihasilkan. Aroma asam yang dihasilkan disebabkan oleh pelarut kitosan yang menggunakan asam asetat [11].

Uji sifat fisik sediaan *patch*

Sediaan *patch* yang sudah jadi kemudian dievaluasi sifat fisiknya dengan beberapa pengujian (**Tabel 5** dan **Tabel 6**) untuk menentukan formula optimal menggunakan *design expert*. Hasil uji keseragaman bobot dapat dilihat pada **Tabel 5** Dari data dapat dilihat hasil yang bervariasi namun secara umum masih memenuhi persyaratan keseragaman bobot yakni %CV > 5% [16]. Hasil uji ketebalan dapat dilihat menunjukkan hasil yang baik mulai dari *run* 1 sampai dengan *run* 8 karena memiliki ketebalan yang memenuhi syarat yaitu <1mm [16]. Ketebalan *patch* bisa terpengaruh oleh beberapa hal, seperti ukuran cetakan, jumlah larutan yang digunakan, serta kandungan padatan total di dalam larutan, plus cara menuangkan larutan ke dalam cetakan. Di sisi lain, bobot *patch* yang seragam tergantung pada ketebalan masing-masing formula [11].

Hasil pengujian pH menunjukkan hasil yang baik karena seluruh formula masuk dalam rentang pH yang aman untuk kulit yakni 4.5 – 7. Pada hasil uji pH menunjukkan semakin banyak konsentrasi kitosan semakin kecil pH nya, hal ini terjadi karena pelarut kitosan adalah asam asetat yang merupakan asam kuat [17][11]. Hasil uji daya serap didapatkan hasil yang kurang baik pada *run* 6 dan *run* 8 dikarenakan nilai persen daya serap lembab dengan rentang yang dikehendaki <10%. Hal ini terjadi karena kedua polimer HPMC dan kitosan merupakan polimer hidrofilik yang mampu menarik air dan membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air, tetapi proporsi kedua polimer yang berbeda menghasilkan struktur matriks yang berbeda pula [16].

Hasil pengujian ketahanan lipat menunjukkan bahwa semua formula memenuhi persyaratan karena persyaratan nilai ketahanan lipat di atas 200 kali lipatan tanpa mengalami kerusakan. Nilai ketahanan lipat yang tinggi mencerminkan kualitas film *patch* yang baik, sehingga *patch* tetap utuh, tidak mudah sobek, dan

tahan terhadap tekanan mekanis selama proses aplikasi pada kulit maupun saat disimpan dalam jangka waktu lama[16].

Tabel 5. Rata-rata hasil uji sifat fisik sediaan *patch* ekstrak batang pohon pisang.

Run	Uji Sifat Fisik					
	Bobot <i>patch</i> (gram)	CV (%)	Ketebalan (mm)	pH	Daya Serap (%)	Ketahanan Lipat
1	0.032 ± 0.001	3.125	0.433 ± 0.057	6.57 ± 0.056	7.086	>200
2	0.035 ± 0.001	2.857	0.567 ± 0.057	6.78 ± 0.006	4.498	>200
3	0.039 ± 0.001	2.564	0.433 ± 0.057	6.3 ± 0.01	8.455	>200
4	0.041 ± 0.0012	2.794	0.433 ± 0.057	6.40 ± 0.012	8.604	>200
5	0.029 ± 0.001	3.448	0.233 ± 0.057	6.11 ± 0.025	9.048	>200
6	0.018 ± 0.0006	3.149	0.1 ± 0	5.77 ± 0.047	10.755	>200
7	0.036 ± 0.001	2.778	0.5 ± 0.1	6.87 ± 0.021	4.658	>200
8	0.021 ± 0.001	4.762	0.1 ± 0	5.72 ± 0.01	10.417	>200

Tabel 6. Rata-rata hasil uji *swelling index* sediaan *patch* ekstrak batang pohon pisang.

Run	Uji <i>Swelling index</i>		
	Jam ke-1 (%)	Jam ke-2 (%)	Jam ke-3 (%)
1	11.379	13.763	8.971
2	21.826	24.448	19.863
3	25.897	9.450	12.543
4	25.181	9.971	6.633
5	-	-	-
6	16.647	-	-
7	22.855	25.278	27.893
8	4.924	-	-

Keterangan: (-): *patch* larut

Hasil uji *swelling index* ditunjukkan pada **Tabel 6**. Pada jam ke-1 dapat dilihat hanya *run* 2, 3, 4 dan 7 saja yang memenuhi persyaratan kelembapan. Pada jam ke-2 hanya *run* 2 dan 7 saja yang memenuhi persyaratan kelembapan dikarenakan sebagian formula sudah larut dalam air. Pada jam ke-3 hanya *run* 7 saja yang memenuhi persyaratan dikarenakan banyak formula yang larut dalam air. Hal ini disebabkan oleh adanya interaksi antara HPMC dan kitosan dalam matriks *patch* diperkirakan terjadi melalui ikatan hidrogen antara gugus hidroksil HPMC dan gugus amina kitosan, serta kemungkinan interaksi elektrostatik lemah akibat perbedaan muatan parsial pada kedua polimer. Interaksi ini menghasilkan struktur matriks yang lebih terorganisir dan padat, sehingga mampu menekan *swelling* berlebihan yang biasanya terjadi pada sistem berbasis HPMC murni, sekaligus mempertahankan integritas mekanik *patch*. [18] [21] [22].

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan, di antaranya belum dilakukannya uji keseragaman kandungan untuk memastikan distribusi zat aktif secara homogen dalam matriks *patch*, serta uji daya lekat (*adhesiveness*) yang penting untuk mengevaluasi kemampuan *patch* melekat pada permukaan kulit selama penggunaan. Selain itu, uji waktu pengeringan atau kematangan film belum dilakukan sehingga karakteristik pembentukan film secara menyeluruh belum dapat dipastikan. Penelitian ini juga belum mencakup uji iritasi primer pada kulit kelinci sebagai evaluasi awal aspek keamanan penggunaan topikal, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk menilai potensi iritasi dan keamanan sediaan sebelum diaplikasikan pada manusia.

Penentuan formula optimal

Setelah dilakukan optimasi menggunakan perangkat lunak *design-expert v.13* dengan metode *simplex lattice design* dan kriteria sebagaimana yang terdapat pada **Tabel 7**. Kombinasi HPMC dan kitosan formula optimal dengan perbandingan HPMC dan kitosan pada 4 gram dan 0.5 gram menghasilkan nilai *desirability* 0.645. Nilai *desirability* yang baik apabila mendekati 1 dan nilai atas 0.5 sering dilaporkan sebagai indikator formulasi yang layak/baik [23][24].

Tabel 7. Kriteria respon penentuan formula optimum sediaan *patch* ekstrak batang pohon pisang.

Respon	Kriteria	Batas bawah	Batas atas	Importance
Keseragaman bobot (%CV)	<i>minimize</i>	0	5	+++
Ketebalan (mm)	<i>In range</i>	0.1	1	+++
pH	<i>In range</i>	4.5	7	+++
Daya serap (%)	<i>minimize</i>	0	10	+++
Swelling jam ke-1 (%)	<i>In range</i>	20	80	+++
Swelling jam ke-2 (%)	<i>In range</i>	20	80	+++
Swelling jam ke-3 (%)	<i>In range</i>	20	80	+++
Ketahanan lipat	<i>maximize</i>	1	600	+++

Verifikasi formula optimal

Validasi formula *optimal patch* topikal menggunakan *paired t-test two-tailed* ($\alpha = 0.05$) terhadap tiga replikasi (**Tabel 8**) menunjukkan bahwa model *simplex lattice design* pada *design-expert v.13* bersifat akurat dan prediktif. Tidak terdapat perbedaan signifikan antara nilai prediksi dan hasil aktual pada parameter keseragaman bobot ($p = 0.786$), ketebalan ($p = 0.826$), daya serap ($p = 0.999$), ketahanan lipat (identik), serta swelling tahap 1–3 ($p = 0.060$; 0.108 ; 0.131). Satu-satunya parameter yang berbeda secara signifikan adalah pH ($p = 0.001$), dengan nilai aktual (6.68) lebih rendah daripada prediksi (6.846), namun masih berada dalam rentang aman aplikasi topikal.

Tabel 8. Persamaan model respon formula sediaan *patch* ekstrak batang pohon pisang.

Respon	Persamaan	Model	<i>p-value</i>	<i>Lack of fit</i>	Adjusted R ²	Predicted R ²	<i>Adequate Precision</i>
Keseragaman bobot (% CV)	$Y = 2.44A + 3.78B$	<i>Linear</i>	0.0501	0.7670	0.4156	-0.0460	4.6102
Ketebalan (mm)	$Y = 0.526A + 0.096B + 0.355AB$	<i>Quadratic</i>	0.0424	0.1274	0.9473	0.9121	16.9023
pH	$Y = 6.85A + 5.79B$	<i>Linear</i>	< 0.0001	0.5007	0.9812	0.9711	36.1179
Daya serap (%)	$Y = 4.56A + 10.57B + 3.43AB + 5.56AB(A-B)$	<i>Cubic</i>	0.0219	0.2221	0.9935	0.9806	44.5688
Swelling jam ke-1 (%)	$Y = 22.34A + 10.79B + 35.90AB + 29.87AB(A-B) - 375.57AB(A-B)^2$	<i>Quartic</i>	0.0263	-	0.7557	-	6.7123
Swelling jam ke-2 (%)	$Y = 24.86A + 0.000B - 10.89AB + 7.10AB(A-B) - 74.86AB(A-B)^2$	<i>Quartic</i>	0.0022	-	0.9985	-	78.5604
Swelling jam ke-3 (%)	$Y = 21.10A - 2.12B$	<i>Linear</i>	0.0018	0.3601	0.7971	0.6791	10.0649
Ketahanan lipat	$Y = 580.0A + 600.0B$	<i>Linear</i>	-	-	1.0000	1.0000	-

Tabel 9. Verifikasi formula optimum sediaan *patch* ekstrak batang pohon pisang.

Respon	Rata-rata nilai respon prediksi	Rata-rata hasil respon uji verifikasi	95% PI Low	95% PI High	Sig (2-tailed)
Keseragaman bobot (% CV)	2.444	2.302 ± 0.580	1.273	3.616	0.786
Ketebalan (mm)	0.526	0.533 ± 0.041	0.432	0.621	0.836
pH	6.846	6.68 ± 0.059	6.727	6.964	0.001
Daya serap (%)	4.560	4.557 ± 0.191	4.078	5.042	0.999
Swelling jam ke-1 (%)	22.340	20.163 ± 4.812	8.358	36.322	0.06
Swelling jam ke-2 (%)	24.863	26.455 ± 0.400	23.700	26.026	0.108
Swelling jam ke-3 (%)	21.097	31.826 ± 4.614	11.783	30.410	0.131
Ketahanan lipat	580	580 ± 0	580	580	-

Uji aktivitas antibakteri

Hasil uji aktivitas antibakteri terhadap *Cutibacterium acnes* menunjukkan bahwa *patch* formula optimum menghasilkan rata-rata diameter zona hambat sebesar $13 \pm 0,5$ mm, yang termasuk dalam kategori kuat. Nilai ini lebih rendah dibandingkan ekstrak batang pohon pisang ambon murni yang mencapai 19.033 ± 1.380 mm

(kuat), serta kontrol positif gel klindamisin 1 % yang memberikan zona hambat 21.167 ± 0.577 mm (sangat kuat), sedangkan kontrol negatif (*patch* tanpa ekstrak) tidak menunjukkan zona hambat sama sekali [25].

Penurunan aktivitas antibakteri yang diamati pada *patch* dibandingkan dengan ekstrak bebas kemungkinan besar disebabkan oleh laju pelepasan zat aktif yang lebih lambat dari matriks polimer, yang merupakan karakteristik umum sistem penghantaran terkendali seperti HPMC kitosan. Karena senyawa aktif harus berdifusi melalui jaringan matriks sebelum mencapai medium uji, konsentrasi antibakteri yang tersedia dalam periode inkubasi menjadi lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak bebas, sehingga menghasilkan diameter zona hambat yang lebih kecil (kontrol pelepasan melalui matriks polimer dapat memperlambat difusi obat). Interaksi fisik antara senyawa fenolik seperti flavonoid dan tanin dengan polimer termasuk interaksi dengan gugus amina kitosan juga dapat menahan sebagian senyawa dalam matriks sehingga mengurangi ketersediaannya untuk beraksi terhadap bakteri. Faktor lain seperti proses formulasi (pemanasan atau pengeringan) dapat berkontribusi terhadap degradasi parsial senyawa aktif, tetapi mekanisme pelepasan terkendali dan interaksi polimer senyawa aktif diperkirakan sebagai penyebab utama penurunan aktivitas antibakteri pada sediaan *patch* ekstrak batang pohon pisang ambon [26–28].

Tabel 10. Hasil uji aktivitas antibakteri sediaan *patch* ekstrak batang pohon pisang optimum dengan beberapa pembanding.

Sediaan Uji	Rata-rata diameter zona hambat (mm)
<i>Patch</i> formula optimum	13 ± 0.5
Ekstrak batang pohon pisang ambon	19.033 ± 1.380
Kontrol positif	21.167 ± 0.577
Kontrol negatif	0

Keterangan: kontrol positif adalah sediaan *gel* klindamisin 1% dan kontrol negatif adalah sediaan *patch* tanpa ekstrak.

Kesimpulan

Kombinasi HPMC dan kitosan sebagai polimer hidrofilik dapat memengaruhi sifat fisik sediaan *patch* anti-jerawat, yaitu kenaikan konsentrasi HPMC dapat meningkatkan kekakuan dan kohesivitas matriks yang berdampak pada penurunan daya serap dan *swelling index*, sedangkan peningkatan konsentrasi kitosan dapat meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan lipat serta menurunkan pH *patch* menjadi lebih asam. Formula optimum diperoleh pada rasio HPMC dan kitosan sebesar 8 : 1, yaitu masing-masing 4 g dan 0.5 g, dengan nilai desirability sebesar 0.645. Hasil analisis statistik antara nilai prediksi dan hasil verifikasi menggunakan paired t-test menunjukkan nilai $p > 0.05$ pada sebagian besar parameter fisik, kecuali pH dan aktivitas antibakteri dengan diameter zona hambat sebesar 13 ± 0.5 mm terhadap *Cutibacterium acnes* yang termasuk kategori kuat. Namun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena belum mencakup evaluasi lanjutan seperti uji Keseragaman kandungan, uji daya lekat (*adhesiveness*), uji waktu pengeringan/kematangan film dan uji iritasi primer pada kulit kelinci, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk memastikan efektivitas dan keamanan sediaan secara menyeluruh.

Konflik kepentingan

Semua penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini.

Ucapan terimakasih

Semua penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta atas fasilitas laboratorium yang disediakan selama pelaksanaan penelitian.

Referensi

- [1] Goodwin L, Saville J, Jasion B, Turner B, Prather J, Dobousek T, et al. A collaborative international nursing informatics research project: Predicting ARDS risk in critically ill patients. *Stud Health Technol Inform* 1997;46:247–9. <https://doi.org/10.3233/978-1-60750-890-8-247>.

- [2] Wijayanti T, H. DS, Melinda C. Kajian Literatur Uji Aktivitas Antibakteri Beberapa Ekstrak Terhadap Propionibacterium Acnes Penyebab Jerawat. *J Ilm JKA (Jurnal Kesehat Aeromedika)* 2024;10:42–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.58550/jka.v10i2.278>.
- [3] Heriani FA. Antioxidant Activity of Uli Banana Peel Extract (*Musa x Paradisiaca L. AAB*). *Stannum J Sains Dan Terap Kim* 2021;3:64–8. <https://doi.org/10.33019/jstk.v3i2.2386>.
- [4] Wardati Sari M, Alfianita S. Pemanfaatan Batang Pohon Pisang Sebagai Pupuk Organik Cair Dengan Aktivator EM4 dan Lama Fermentasi. *J Tedc* 2018;12:133–8. <https://doi.org/https://ejournal.poltektedc.ac.id/index.php/tedc/issue/view/4>.
- [5] Ananta GAPYV. Potensi Batang Pisang (*Musa Pardisiaca L.*) Dalam Penyembuhan Luka Bakar Banana Stem Potency in Burn Wound Healing. *J Kesehat* 2020;11:334–40. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v10i2.283>.
- [6] Putri RJ, Agnesia N, Hatidjah N, Halid A, Pusmarani J, Surianto T. Formulasi Dan Uji Aktivitas Antiacne Sediaan Sabun Padat Ekstrak Batang Pisang Ambon (*Musa paradisiaca var. sapientum*) Terhadap Bakteri Propionibacterium acnes. *Makal Farm Dan Farmakol* 2023;20–4. <https://doi.org/10.20956/mff.Special>.
- [7] Leksono GM, Bestari AN, Purwanto P. Narrative Review : Probiotik Sebagai Antijerawat Dalam Sediaan Topikal. *Maj Farm* 2022;18:351. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v18i3.72962>.
- [8] Indrawati T. Formulasi Sediaan Kosmetik Setengah Padat. Jakarta: Penerbit ISTN; 2011.
- [9] Ulfa M, Fatmawaty A, Dambur AMR. Anti-Acne Patch Formulation Silkworm Cocoon Waste With HPMC and PVP Variations. *Indones J Pharm Sci Technol* 2023;10:147. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v10i3.36951>.
- [10] Jaber SA. Transdermal patches based on chitosan / hydroxypropyl methylcellulose and polyvinylpyrrolidone / hydroxypropyl methylcellulose polymer blends for gentamycin administration 2023. <https://doi.org/10.4103/japtr.japtr>.
- [11] Mariadi M, Wilbert Bernardi. Formulasi Sediaan Patch dari Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum [Wight.] Walp.*) dan Uji Aktivitas Antibakteri Propionibacterium acne Secara In Vitro. *Indones J Pharm Clin Res* 2023;6:01–13. <https://doi.org/10.32734/idjpcr.v6i2.13523>.
- [12] Suryani S, Nafisah A, Mana'an S. Optimasi Formula Gel Antioksidan Ekstrak Etanol Buah Bligo (*Benincasa hispida*) dengan Metode Simplex Lattice Design (SLD). *J Farm Galen (Galenika J Pharmacy)* 2017;3:150–6. <https://doi.org/10.22487/j24428744.0.v0.i0.8815>.
- [13] Hamida Z, Ubaid SM, Jayanti DD, Suci PR. Formulasi Dan Uji Aktivitas Tabir Surya Sediaan Cream Ekstrak Batang Pohon Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L .*). *J Educ Innov Public Heal* 2024;2:32–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.55606/innovation.v2i2.2842>.
- [14] Baharuddin M. Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak Etanol Buah Delima (*Punica granatum L.*) Dengan Metode Uji Warna. *Media Farm* 2019;13:36. <https://doi.org/10.32382/mf.v13i2.880>.
- [15] Fahni Y, Anggarini S, Jakop RR, Dwi A, Putro N, Shabira CA, et al. Jurnal Integrasi Proses Website : <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip> Sintesis Anti-Sariawan Hydrogel Patch Film Dari Ekstrak Kulit Pisang Kepok Terhadap Staphylococcus Aureus Menggunakan Metode Ultrasound Assisted Extraction 1 Program Studi Teknik 2024;13:105–14.
- [16] Fuziyanti N, Najihudin A, Hindun S. Pengaruh Kombinasi Polimer PVP:EC dan HPMC:EC Terhadap Sediaan Transdermal Pada Karakteristik Patch yang Baik : Review. *Pharm J Indones* 2022;7:147–52. <https://doi.org/10.21776/ub.pji.2022.007.02.10>.
- [17] Aldila S, Bellacaesa V, Saptawati T, Dewi RM, Tinggi S, Kesehatan I. Formulasi dan evaluasi sediaan hand cream ekstrak etanol brokoli (*Brassica oleracea L.*). *J Pharm Sci* 2023;6:1238–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i3.198>.
- [18] Nafee NA, Boraie NA, Ismail FA, Mortada LM. Design and characterization of mucoadhesive buccal patches containing cetylpyridinium chloride. *Acta Pharm* 2003;53:199–212. <https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/8881265> Design.
- [19] Gerung WHP, Fatimawali, Antasionasti I. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Belimbing Botol (*Averrhoa bilimbi L.*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Propionibacterium Acne Penyebab Jerawat. *Pharmacon– Progr Stud Farm Fmipa, Univ Sam Ratulangi* 2021;10:1087–93. <https://doi.org/https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.37403>.
- [20] ITIS. Interagency Taxonomic Information System Report on *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Taxonomic 2010:Serial No. 505914.

- [21] Rowe RC, Sheskey PJ, Quinn ME. Pharmaceutical excipients. *Handb Pharm Excipients* 2009;1:311–48. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91817-6.00003-6>.
- [22] Titian P, Hening C, Putri A, Sari Y, Nikita M, Riyadi FR. Formulation and Characteristics of Hydrogel Patch Containing Pineapple Peel (*Ananas comosus* L .) Ethanol Extract 2021;19:156–65. <https://doi.org/10.53359/mfi.v19i2.296>.
- [23] Hidayat IR, Zuhrotun A, Sopyan I. Design-Expert Software sebagai Alat Optimasi Formulasi Sediaan Farmasi. *Maj Farmasetika* 2020;6:99–120. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i1.27842>.
- [24] Gamero-salinas J, López-fidalgo J. Response Surface Methodology using desirability functions for multiobjective optimization to minimize indoor overheating hours and maximize useful daylight illuminance 2025:1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-025-96376-x>.
- [25] Stout WWDATR. Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic Assay 1971;22:666–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.1128/am.22.4.666-670.1971>.
- [26] Lila ASA, Allam AN. Modulation of Drug Release from Natural Polymer Matrices by Response Surface Methodology : in vitro and in vivo Evaluation 2020:5325–36. <https://doi.org/https://doi.org/10.2147/DDDT.S279955>.
- [27] Sari DP, Abdassah M, Studi P, Fakultas P, Universitas F. *Farmaka Farmaka* n.d.;15:53–66. <https://doi.org/https://doi.org/10.24198/jf.v15i2.12495>.
- [28] Zarandona I, Cong N, Si T, De K, Guerrero P. *International Journal of Biological Macromolecules* Evaluation of bioactive release kinetics from crosslinked chitosan fi lms with Aloe vera. *Int J Biol Macromol* 2021;182:1331–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.05.087>.