

Formulation and Physical Characterization of Nanopropolis (*Trigona sp.*) Hydrogel Acne Patch from Balikpapan

Formulasi dan Uji Karakteristik Fisik Sediaan Hidrogel Acne Patch Nanopropolis (*Trigona sp.*) Asal Balikpapan

Cahyani Rizki Kurniawati ^{a*}, Rofidah Nur Umar ^a, Sapri ^a

^a Prodi Farmasi Fakultas Humaniora, Universitas Mulia, Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia.

*Corresponding Authors: cahyanirizki03@gmail.com

Abstract

Acne vulgaris is a common skin disorder with a high prevalence among adolescents and young adults. Long-term use of topical antibiotics may contribute to antimicrobial resistance, highlighting the need for alternative topical agents such as propolis. This study aimed to formulate and evaluate the physical characteristics of a hydrogel *acne patch* containing nanopropolis (*Trigona sp.*) from Balikpapan. Propolis nanoemulsion was prepared using a self-nanoemulsifying approach and incorporated into four formulations: F0 (base control), F1 (nanoemulsion control), F2 (2.5% nanopropolis), and F3 (5% nanopropolis), using an HPMC-based solvent-casting method. Evaluations included organoleptic properties, folding endurance, thickness, weight uniformity, pH, and moisture absorption. The nanoemulsion showed a mean transmittance of $96.97 \pm 0.34\%$, while all *patch* formulations had folding endurance >1000 folds, thickness of 0.405–0.494 mm, weight coefficient of variation $<5\%$, pH of 6.26–6.32, and moisture absorption of 6.82–9.56%. All formulations met the predefined physical quality criteria. Formulations containing nanopropolis showed an increase in thickness, mean weight, and moisture absorption, while pH remained within the physiological range of skin. These findings indicate that *Trigona sp.* nanopropolis can be incorporated into an HPMC-based hydrogel *acne patch* with acceptable physical characteristics for further topical development.

Keywords: Nanopropolis, *Trigona sp.*, *acne patch*, physical properties

Abstrak

Jerawat (*acne vulgaris*) merupakan kelainan kulit yang umum, terutama pada remaja dan dewasa muda. Penggunaan antibiotik topikal dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko resistensi antimikroba sehingga diperlukan alternatif terapi topikal, salah satunya propolis. Penelitian ini bertujuan memformulasikan dan mengevaluasi karakteristik fisik sediaan hidrogel *acne patch* yang mengandung nanopropolis (*Trigona sp.*) asal Balikpapan. Nanoemulsi propolis dibuat menggunakan pendekatan self-nanoemulsifying dan diformulasikan ke dalam empat formula, yaitu F0 (kontrol basis), F1 (kontrol nanoemulsi), F2 (nanopropolis 2,5%), dan F3 (nanopropolis 5%) dengan metode *solvent casting* berbasis HPMC. Evaluasi meliputi uji organoleptik, daya lipat, ketebalan, keseragaman bobot, pH, dan penyerapan kelembapan. Nanoemulsi memiliki nilai transmitansi rata-rata $96,97 \pm 0,34\%$. Seluruh formula menunjukkan daya lipat >1000 kali, ketebalan 0,405–0,494 mm, koefisien variasi bobot $<5\%$, pH 6,26–6,32, dan penyerapan kelembapan 6,82–9,56%. Seluruh formula memenuhi kriteria mutu fisik yang ditetapkan. Penambahan nanopropolis menunjukkan kecenderungan peningkatan ketebalan, bobot rata-rata, dan penyerapan kelembapan, sedangkan pH tetap berada dalam rentang fisiologis kulit. Hasil ini menunjukkan bahwa nanopropolis *Trigona sp.* dapat diformulasikan ke dalam hidrogel *acne patch* berbasis HPMC dengan karakteristik fisik yang memenuhi persyaratan untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai sediaan topikal.

Kata Kunci: nanopropolis, *Trigona sp.*, *acne patch*, sifat fisik



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

<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v9i3.1759>

Article History:

Received: 15/05/2026,
Revised: 18/07/2026,
Accepted: 18/07/2026,
Available Online: 21/09/2026.

QR access this Article



Pendahuluan

Jerawat atau *acne vulgaris* merupakan salah satu kelainan kulit yang umum terjadi, terutama pada remaja. Secara global, jerawat diperkirakan memengaruhi sekitar 9,4% populasi dan termasuk salah satu penyakit kulit yang paling sering ditemukan. Lebih dari 85% remaja pernah mengalami jerawat, dan kondisi ini dapat menetap hingga usia dewasa, terutama pada perempuan [1]. Di Indonesia, prevalensi jerawat dilaporkan mencapai 68,2%, dengan faktor risiko yang bersifat multifaktorial, antara lain faktor genetik, pola makan, dan kebersihan [2]. *Cutibacterium acnes* merupakan salah satu bakteri yang berperan penting dalam patogenesis jerawat [3].

Terapi farmakologis untuk jerawat antara lain retinoid topikal, benzoil peroksida, dan antibiotik [4]. Namun, retinoid topikal dan benzoil peroksida dapat menimbulkan iritasi pada sebagian pasien, sedangkan penggunaan antibiotik topikal dalam jangka panjang berpotensi mendorong terjadinya resistensi antimikroba [5]. Kondisi tersebut mendorong pengembangan alternatif terapi berbahan alam yang diharapkan memiliki profil keamanan yang baik [6]. Salah satu bahan alam yang berpotensi dikembangkan adalah propolis [7]. Propolis dilaporkan memiliki aktivitas terhadap *Cutibacterium acnes*, termasuk kemampuan menghambat pertumbuhan dan pembentukan biofilm serta memodulasi ekspresi gen virulensi yang berkaitan dengan adhesi dan kolonisasi bakteri [8].

Potensi propolis sebagai bahan antijerawat dapat dioptimalkan melalui sistem penghantaran yang mampu meningkatkan kelarutan dan kestabilan senyawa aktifnya. Formulasi berukuran nano, termasuk nanoemulsi dan sistem self-nanoemulsifying, telah digunakan untuk meningkatkan dispersi komponen propolis yang bersifat hidrofobik. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa sistem tersebut dapat menghasilkan sediaan yang homogen, jernih, dan memiliki nilai transmittansi tinggi (>90%) serta pH yang sesuai untuk penggunaan topikal [9],[10].

Berdasarkan telaah literatur yang digunakan dalam penelitian ini, formulasi propolis dalam bentuk hidrogel *acne patch* masih terbatas. Sediaan *acne patch* dapat berfungsi sebagai pelindung area lesi sekaligus sebagai sistem penghantaran topikal yang mempertahankan kontak bahan aktif dengan kulit. Hidrogel memiliki beberapa keunggulan, antara lain biokompatibilitas yang baik, tekstur lembut dan elastis, serta kenyamanan penggunaan, sehingga berpotensi digunakan sebagai matriks *acne patch* [11].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan memformulasikan nanopropolis (*Trigona sp.*) asal Balikpapan ke dalam sediaan hidrogel *acne patch* serta mengevaluasi karakteristik fisiknya. Evaluasi difokuskan pada parameter organoleptik, daya lipat, ketebalan, keseragaman bobot, pH, dan penyerapan kelembapan sebagai dasar pengembangan lebih lanjut sediaan topikal berbasis nanopropolis.

Metode Penelitian

Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan meliputi gelas ukur dan gelas beker (Pyrex®), timbangan analitik (Radwag AS 220.R1), pengaduk magnetik, spatula, oven, mortir dan stamper, cawan petri (Pyrex®), jangka sorong (Vernier Caliper), pH meter, mikropipet (Eppendorf), cetakan berbentuk bulat, dan spektrofotometer UV-Vis. Bahan yang digunakan meliputi propolis, etanol 70%, akuades, virgin coconut oil (VCO), Cremophor RH40, PEG 400, hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), gliserol, Tween 80, propilen glikol, dan Oxy® patch.

Preparasi Ekstrak Propolis

Propolis (*Trigona sp.*) diperoleh dari wilayah Balikpapan, Kalimantan Timur. Sebelum formulasi nanoemulsi, propolis diekstraksi menggunakan etanol 70%.

Pembuatan Nanoemulsi Ekstrak Propolis (*Trigona sp.*)

Komposisi nanoemulsi ekstrak propolis disajikan pada Tabel 1. Ekstrak propolis (*Trigona sp.*) dilarutkan dalam 5 mL campuran VCO sebagai fase minyak, Tween 80 sebagai surfaktan, dan propilen glikol sebagai kosurfaktan menggunakan pengaduk magnetik. Sediaan selanjutnya disimpan pada suhu ruang untuk digunakan pada tahap formulasi berikutnya [9].

Persentase transmitan nanoemulsi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sebanyak 100 μ L sampel diencerkan dengan 5 mL akuades, kemudian dihomogenkan menggunakan vorteks selama 1 menit dan dimasukkan ke dalam kuvet. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 650 nm dengan akuades sebagai blanko. Setiap sampel diukur dalam tiga replikasi ($n=3$), dan hasil dinyatakan sebagai rata-rata $\pm$ standar deviasi. Panjang gelombang 650 nm digunakan untuk mengevaluasi kejernihan sistem dengan meminimalkan kontribusi absorpsi senyawa aktif terhadap hasil pengukuran. Nanoemulsi dinilai memiliki kejernihan yang baik apabila persentase transmitannya $\geq 90\%$ [10],[12].

Tabel 1. Formula Nanoemulsi Ekstrak Propolis (*Trigona sp.*)

Konsentrasi	Ekstrak Propolis (Gram)	VCO (%)	Tween 80 (%)	Propilen Glikol (%)
2,5%	0,125	20	70	10
5%	0,25	20	70	10

Pembuatan Sediaan Acne Patch

Tabel 2. Formula Sediaan Acne Patch Berbahan Aktif Propolis (*Trigona sp.*)

Bahan	Jumlah Bahan				Fungsi Bahan
	F0	F1	F2	F3	
Nanopropolis 2,5%	-	-	1 mL	-	Antibakteri
Nanopropolis 5%	-	-	-	1 mL	Antibakteri
Nanoemulsi	-	1 mL	-	-	
HPMC	1 g	1 g	1 g	1 g	Polimer
Gliserol	1 g	1 g	1 g	1 g	Humektan
Tween 80	0,5 g	0,12 g	0,12 g	0,12 g	Surfaktan
Propilen Glikol	0,5 g	0,5 g	0,5 g	0,5 g	Plasticizer
Etanol 70%	10 mL	10 mL	10 mL	10 mL	Pelarut

Formulasi sediaan *acne patch* diadaptasi dari penelitian Khan et al. [13] dan dikembangkan menjadi empat formula sebagaimana disajikan pada Tabel 2. HPMC dan gliserol dicampurkan di dalam mortir hingga homogen, kemudian nanopropolis (*Trigona sp.*) ditambahkan sesuai masing-masing formula dan digerus hingga merata. Selanjutnya, Tween 80 dan propilen glikol ditambahkan sambil terus dihomogenkan. Etanol 70% ditambahkan secara bertahap hingga terbentuk campuran yang homogen. Campuran kemudian dituangkan ke dalam cawan petri, didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50 °C selama 1–2 jam hingga terbentuk *patch* yang kering tetapi tetap fleksibel. Patch yang telah kering dilepaskan secara hati-hati menggunakan spatula dan disimpan dalam wadah tertutup [13].

Evaluasi Nanopropolis (*Trigona sp.*)

Uji Persentase Transmitan

Uji persentase transmitan dilakukan untuk menilai kejernihan sistem nanoemulsi. Nilai transmitan menggambarkan proporsi cahaya yang dapat melewati sampel; semakin tinggi nilai transmitan, semakin jernih sistem yang terbentuk. Nanoemulsi yang jernih umumnya menunjukkan persentase transmitan pada kisaran 90–100% [14].

Evaluasi Sediaan Acne Patch

Evaluasi sediaan *acne patch* berbahan aktif nanopropolis (*Trigona sp.*) meliputi uji organoleptik, daya lipat, ketebalan, keseragaman bobot, pH, dan penyerapan kelembapan (moisture absorption).

1. Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan untuk mengevaluasi warna, aroma, dan karakteristik permukaan *patch* melalui pengamatan visual dan perabaan [15].

2. Uji Daya Lipat

Uji daya lipat dilakukan untuk mengevaluasi ketahanan *patch* terhadap pelipatan berulang. Patch dilipat berulang kali pada titik yang sama hingga mengalami kerusakan atau putus. Jumlah lipatan yang dapat ditahan dicatat sebagai nilai daya lipat [13].

3. Uji Ketebalan

Ketebalan *acne patch* diukur menggunakan jangka sorong atau mikrometer sekrup pada tiga titik yang berbeda untuk menilai konsistensi ketebalan sediaan [15].

4. Uji Keseragaman Bobot

Sebanyak 20 *patch* ditimbang satu per satu menggunakan neraca analitik. Bobot rata-rata, standar deviasi, dan koefisien variasi kemudian dihitung untuk mengevaluasi keseragaman bobot [16].

5. Uji pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menempatkan *patch* ke dalam gelas beker yang berisi 5 mL akuades. Nilai pH kemudian diukur menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi [16].

6. Uji Penyerapan Kelembaban (*Moisture Absorption*)

Uji penyerapan kelembapan dilakukan dengan menimbang *acne patch* sebagai bobot awal, kemudian menyimpannya di dalam desikator selama 24 jam. Setelah penyimpanan, *patch* ditimbang kembali untuk memperoleh bobot akhir. Perubahan bobot digunakan untuk menghitung persentase kelembapan sesuai metode yang digunakan dalam penelitian [17].

$$\% \text{Kelembaban} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

Analisis Data

Data karakteristik fisik dianalisis menggunakan uji normalitas Shapiro–Wilk dan uji homogenitas Levene. Data yang memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas dianalisis menggunakan *One Way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji LSD. Data yang tidak memenuhi asumsi dianalisis menggunakan uji Kruskal–Wallis dan dilanjutkan dengan uji Dunn–Bonferroni. Nilai $p < 0,05$ dianggap menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mengembangkan hidrogel *acne patch* dengan sistem nanoemulsi sebagai pembawa nanopropolis (*Trigona sp.*) asal Balikpapan. Evaluasi dilakukan untuk menilai perubahan karakteristik fisik sediaan seiring perbedaan komposisi formula.

Tabel 3. Hasil Uji Organoleptik Hidrogel Acne Patch Nanopropolis (*Trigona sp.*)

	F0	F1	F2	F3
Warna	Bening	Bening	Bening kekuningan	Bening kekuningan
Bau	Khas	Khas	Khas	Khas
Tekstur	Rata, halus, dan lengket	Rata, halus, dan lengket	Rata, halus, dan lengket	Rata, halus, dan lengket

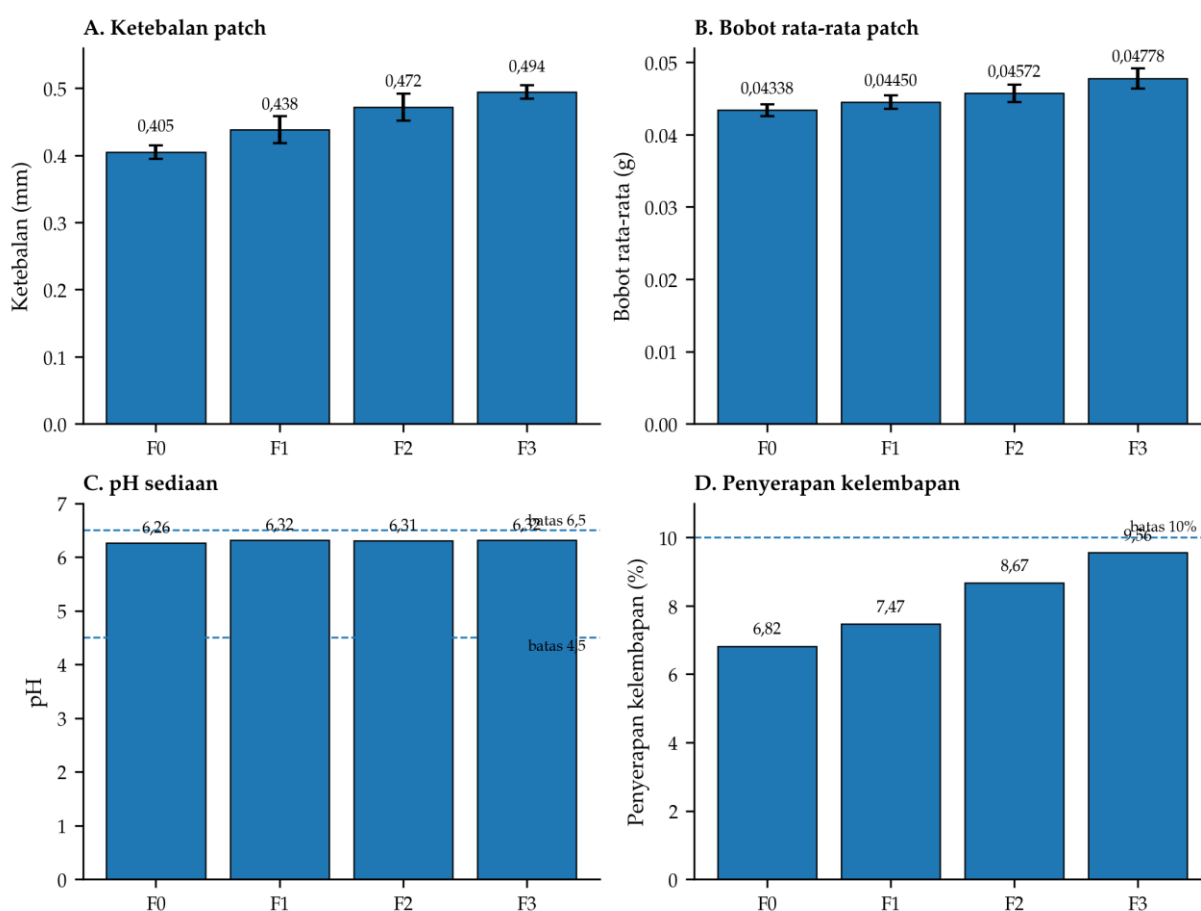
Nanoemulsi ekstrak propolis dibuat menggunakan pendekatan *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS) untuk membantu mendispersikan komponen propolis yang bersifat hidrofobik [9]. Nilai transmitan pada tiga replikasi adalah 97,27%, 97,05%, dan 96,60%, dengan rata-rata $96,97 \pm 0,34\%$. Seluruh nilai tersebut berada di atas kriteria $\geq 90\%$, yang menunjukkan bahwa nanoemulsi memiliki kejernihan optik yang baik [12]. Nilai transmitan yang tinggi dapat mengindikasikan terbentuknya dispersi dengan hamburan cahaya yang rendah, tetapi tidak dapat digunakan untuk menetapkan ukuran droplet secara langsung. Konfirmasi ukuran partikel memerlukan analisis khusus, seperti *particle size analyzer* (PSA), yang belum dilakukan dalam penelitian ini.

Hasil uji organoleptik disajikan pada Tabel 3. Formula F0 dan F1 tampak bening, sedangkan F2 (2,5% nanopropolis) dan F3 (5% nanopropolis) berwarna bening kekuningan. Perubahan warna pada formula yang

mengandung nanopropolis kemungkinan berkaitan dengan komponen fenolik dan flavonoid yang secara alami terdapat pada propolis *Trigona sp.* [19]. Seluruh formula memiliki bau khas serta permukaan yang rata, halus, dan lengket. Sifat permukaan tersebut mendukung kemampuan *patch* untuk berkontak dengan kulit. HPMC sebagai polimer hidrofilik berperan dalam pembentukan matriks film dan dapat mendukung karakteristik adhesif sediaan topikal [20].

Tabel 4. Hasil Uji Karakteristik Fisik Hidrogel Acne Patch Nanopropolis (*Trigona sp.*)

Parameter	F0	F1	F2	F3
Daya lipat (kali)	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
Ketebalan (mm)	0,405 ± 0,01	0,438 ± 0,02	0,472 ± 0,02	0,494 ± 0,01
Keseragaman bobot (g)	0,04338 ± 0,000804 (1,854%)	0,04450 ± 0,000962 (2,16%)	0,04572 ± 0,001215 (2,656%)	0,04778 ± 0,001424 (2,979%)
pH	6,26	6,32	6,31	6,32
Penyerapan kelembaban (%)	6,82	7,47	8,67	9,56



Gambar 1. Perbandingan karakteristik fisik hidrogel acne patch pada formula F0–F3.

Batang galat pada panel A dan B menunjukkan simpangan baku sesuai data pada Tabel 4; garis putus-putus pada panel C dan D menunjukkan batas kriteria yang digunakan dalam penelitian.

Daya lipat merupakan parameter yang menggambarkan fleksibilitas dan ketahanan mekanik *patch*. Seluruh formula menunjukkan daya lipat >1000 kali, jauh di atas kriteria >200 kali [21]. Hasil tersebut menunjukkan bahwa matriks *patch* memiliki fleksibilitas yang baik. Gliserol dan propilen glikol dalam formula dapat berperan sebagai bahan yang membantu mempertahankan kelenturan matriks polimer [22]. Ketebalan *patch* juga merupakan parameter penting karena dapat memengaruhi jarak difusi zat aktif di dalam matriks. Secara teoritis, peningkatan ketebalan dapat memperpanjang lintasan difusi; namun, laju pelepasan zat aktif tidak diukur dalam penelitian ini. HPMC membentuk matriks hidrofilik yang dapat mengalami hidrasi saat kontak dengan air dan mendukung pelepasan senyawa aktif melalui difusi dan/atau erosi matriks [14],[15]. Tren karakteristik fisik tiap formula dirangkum secara visual pada Gambar 1.

Tabel 5. Hasil Uji Lanjut Dunn-Bonferroni terhadap Ketebalan Acne Patch

Perbandingan Formula	Adjusted p-value	Keterangan
F0-F1	0,519	Tidak berbeda signifikan
F0-F2	0,003	Berbeda signifikan
F0-F3	<0,001	Berbeda signifikan
F1-F2	0,423	Tidak berbeda signifikan
F1-F3	0,014	Berbeda signifikan
F2-F3	1,000	Tidak berbeda signifikan

Keterangan: Nilai p merupakan hasil uji Dunn dengan koreksi Bonferroni. Perbedaan dinyatakan signifikan apabila $p < 0,05$.

Uji ketebalan dilakukan untuk menilai konsistensi lapisan *patch*. Seluruh formula memiliki ketebalan <1 mm sehingga memenuhi kriteria yang digunakan dalam penelitian [23]. Nilai ketebalan meningkat dari $0,405 \pm 0,01$ mm pada F0 menjadi $0,494 \pm 0,01$ mm pada F3 (Tabel 4). Peningkatan tersebut sejalan dengan bertambahnya komponen formula pada F1 serta nanopropolis pada F2 dan F3, yang dapat meningkatkan jumlah padatan dalam campuran sebelum proses *solvent casting*. Hasil uji lanjut Dunn-Bonferroni (Tabel 5) menunjukkan perbedaan bermakna pada pasangan F0-F2, F0-F3, dan F1-F3, sedangkan pasangan lainnya tidak menunjukkan perbedaan bermakna. Meskipun terdapat perbedaan antarformula, seluruh nilai masih berada dalam batas ketebalan yang ditetapkan. HPMC berperan sebagai polimer pembentuk film yang mendukung terbentuknya matriks *patch* yang relatif homogen [24].

Tabel 6. Hasil Uji Lanjut Dunn-Bonferroni terhadap Keseragaman Bobot Acne Patch

Perbandingan Formula	Adjusted p-value	Keterangan
F0-F1	0,196	Tidak berbeda signifikan
F0-F2	<0,001	Berbeda signifikan
F0-F3	<0,001	Berbeda signifikan
F1-F2	0,044	Berbeda signifikan
F1-F3	<0,001	Berbeda signifikan
F2-F3	0,148	Tidak berbeda signifikan

Uji keseragaman bobot dilakukan untuk menilai konsistensi bobot *patch* yang dihasilkan. Pengujian menggunakan *patch* berdiameter 12 mm. Bobot rata-rata meningkat dari 0,04338 g pada F0 menjadi 0,04778 g pada F3, sedangkan koefisien variasi seluruh formula berada di bawah 5% (1,854–2,979%), sehingga memenuhi kriteria keseragaman bobot [26]. Hasil uji lanjut Dunn-Bonferroni (Tabel 6) menunjukkan bahwa beberapa pasangan formula memiliki perbedaan bobot yang bermakna, terutama antara F0 dengan F2 dan F3 serta antara F1 dengan F2 dan F3. Peningkatan bobot rata-rata sejalan dengan penambahan komponen nanoemulsi dan nanopropolis yang menambah jumlah padatan pada matriks setelah proses pengeringan.

Peningkatan konsentrasi nanopropolis dari 2,5% pada F2 menjadi 5% pada F3 diikuti peningkatan deskriptif ketebalan dan bobot rata-rata. Namun, perbandingan F2-F3 tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik baik pada ketebalan maupun bobot. Dengan demikian, berdasarkan data yang tersedia, perubahan antara kedua konsentrasi tersebut belum dapat dinyatakan berbeda secara statistik untuk kedua parameter tersebut.

Tabel 7. Hasil Uji Lanjut LSD pH Hidrogel Acne Patch Nanopropolis (*Trigona* sp.)

Perbandingan Formula	Adjusted p-value	Keterangan
F0-F1	0,016	Berbeda signifikan
F0-F2	0,040	Berbeda signifikan
F0-F3	0,012	Berbeda signifikan
F1-F2	0,586	Tidak berbeda signifikan
F1-F3	0,855	Tidak berbeda signifikan
F2-F3	0,471	Tidak berbeda signifikan

Uji pH dilakukan untuk memastikan kesesuaian sediaan dengan rentang pH kulit. Seluruh formula memiliki pH 6,26–6,32, sehingga masih berada dalam rentang 4,5–6,5 yang digunakan sebagai kriteria pada penelitian ini [26]. Uji lanjut LSD menunjukkan perbedaan bermakna antara F0 dengan F1, F2, dan F3,

sedangkan perbandingan antara F1, F2, dan F3 tidak berbeda bermakna (Tabel 7). Meskipun terdapat perbedaan statistik, selisih absolut antarformula relatif kecil dan seluruh nilai tetap berada dalam rentang yang ditetapkan. pH yang sesuai untuk kulit penting untuk mempertahankan fungsi mantel asam dan keseimbangan mikrobiota kulit [28],[29].

Pengujian penyerapan kelembapan dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan matriks *patch* dalam mempertahankan kelembapan selama penyimpanan. Seluruh formula menunjukkan nilai 6,82–9,56%, sehingga masih berada dalam rentang 1–10% yang digunakan sebagai kriteria penelitian [30]. Nilai yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kelengketan dan risiko perubahan bentuk, sedangkan kadar kelembapan yang terlalu rendah dapat membuat matriks lebih kering dan rapuh [31]. Uji Kruskal–Wallis menghasilkan $p=0,752$ ($p>0,05$), yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan penyerapan kelembapan yang bermakna antarformula. Meskipun secara deskriptif nilainya meningkat dari F0 ke F3, kecenderungan tersebut tidak cukup untuk menyimpulkan adanya pengaruh konsentrasi nanopropolis. Komponen polar pada propolis, termasuk senyawa polifenol dan flavonoid, dapat berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen [19],[33], tetapi kontribusinya terhadap parameter ini masih perlu dikonfirmasi melalui pengujian lanjutan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Karakterisasi ukuran partikel menggunakan *particle size analyzer* (PSA), indeks polidispersitas (PDI), dan potensial zeta belum dilakukan, sehingga karakteristik ukuran dan kestabilan dispersi nanopropolis belum dapat dipastikan secara langsung. Selain itu, belum dilakukan uji stabilitas jangka panjang, pengujian aktivitas antibakteri terhadap *Cutibacterium acnes*, uji pelepasan atau penetrasi zat aktif, serta evaluasi keamanan seperti uji iritasi kulit. Pengujian tersebut diperlukan pada penelitian lanjutan untuk mendukung penetapan formula optimum serta mengevaluasi efektivitas dan keamanan sediaan.

Secara keseluruhan, F2 dan F3 menunjukkan karakteristik fisik yang masih memenuhi kriteria mutu yang digunakan dalam penelitian. F3 memiliki kandungan nanopropolis tertinggi, sedangkan F2 menunjukkan karakteristik ketebalan, bobot, pH, dan penyerapan kelembapan yang sebanding secara statistik dengan F3 pada parameter yang diuji. Oleh karena itu, formula optimum belum dapat ditetapkan hanya berdasarkan karakteristik fisik dan perlu dikonfirmasi melalui uji aktivitas antibakteri, pelepasan zat aktif, stabilitas, dan keamanan.

Kesimpulan

Hidrogel *acne patch* berbahan aktif nanopropolis (*Trigona sp.*) asal Balikpapan berhasil diformulasikan dengan karakteristik fisik yang memenuhi kriteria penelitian, yaitu daya lipat >1000 kali, ketebalan 0,405–0,494 mm, koefisien variasi bobot 1,854–2,979%, pH 6,26–6,32, dan penyerapan kelembapan 6,82–9,56%. Penambahan komponen nanoemulsi dan nanopropolis berkaitan dengan peningkatan ketebalan dan bobot rata-rata pada beberapa perbandingan formula, sedangkan penyerapan kelembapan tidak berbeda bermakna antarformula. Seluruh formula memiliki pH dalam rentang yang ditetapkan untuk penggunaan topikal. Hasil ini menunjukkan bahwa nanopropolis *Trigona sp.* dapat diinkorporasikan ke dalam matriks hidrogel berbasis HPMC dan layak dikembangkan lebih lanjut melalui pengujian aktivitas antibakteri, pelepasan zat aktif, stabilitas, dan keamanan.

Konflik Kepentingan

Penelitian ini dilakukan secara mandiri dan objektif tanpa konflik kepentingan atau pengaruh eksternal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Mulia dan Puskesmas Damai atas dukungan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian.

Referensi

- [1] M. Vasam, S. Korutla, and R. A. Bohara, "Acne vulgaris: A review of the pathophysiology, treatment, and recent nanotechnology based advances," *Biochem. Biophys. Rep.*, vol. 36, no. September, p. 101578, 2023, doi: 10.1016/j.bbrep.2023.101578.
- [2] P. Riyanto, A. Mayasari, and I. C. DP, "Level Of Knowledge, Attitude And Behavior Towards Acne Vulgaris Among Housewives In Semarang, Indonesia," *Asian Journal of Healthy and Science*, vol. 4, no. 7, pp. 261–270, Jul. 2025, doi: 10.58631/AJHS.V4I7.234.
- [3] L. Legiawati, P. A. Halim, M. Fitriani, H. G. Hikmahrachim, and H. W. Lim, "Microbiomes in Acne Vulgaris and Their Susceptibility to Antibiotics in Indonesia: A Systematic Review and Meta-Analysis," *Antibiotics*, vol. 12, no. 1, p. 145, Jan. 2023, doi: 10.3390/ANTIBIOTICS12010145/S1.
- [4] H. J. Kim and Y. H. Kim, "Exploring Acne Treatments: From Pathophysiological Mechanisms to Emerging Therapies," *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 25, no. 10, 2024, doi: 10.3390/ijms25105302.
- [5] Elvira, "Acne: Pathophysiology and Management," *CDK Edisi Suplemen-1*, vol. 46, pp. 16–20, 2019.
- [6] A. B. Abubakar and A. S. Abduljalal, "The contemporary issues related to conventional treatment of acne and the way forward," *Public Health Risk Assessment Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 16–28, 2024, doi: 10.61511/phraj.v2i1.2024.944.
- [7] N. Larasismoy, U. Mayasari, and R. A. Nasution, "Uji Aktivitas Antibakteri pada Sediaan Masker Gel Variasi Produk Propolis terhadap Bakteri Staphylococcus aureus dan Propionibacterium acnes Antibacterial Activity Test on Gel Mask Preparations Variations of Propolis Products Against Bacteria and Propioni," *Jurnal Biologi Edukasi*, vol. 15, no. 2, pp. 105–113, 2023.
- [8] S. Athanasopoulou *et al.*, "Propolis Extract with Activity Against Cutibacterium acnes Biofilm Targeting the Expression of Virulence Genes," *Antioxidants*, vol. 14, no. 7, p. 849, Jul. 2025, doi: 10.3390/ANTIOX14070849/S1.
- [9] Y. Syukri, Z. Kholidah, and L. Chabib, "Formulasi dan Studi Stabilitas Self-Nano Emulsifying Propolis menggunakan Minyak Kesturi, Cremophor RH 40 dan PEG 400," *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, vol. 6(3), pp. 265–273, 2019.
- [10] N. Trianita, Sapri, and R. N. Umar, "Formulasi Nanoemulsi Ekstrak Propolis Trigona SP. Asal Balikpapan Dengan Kombinasi Minyak Zaitun (Olive Oil) dan Virgin Coconut Oil (VCO) Sebagai Fase Minyak," *Pharmacia*, vol. 02, pp. 36–44, 2024.
- [11] T. Qothrunnadaa and A. N. Hasanah, "Patches for Acne Treatment: an Update on the Formulation and Stability Test," Dec. 01, 2021, *Innovare Academics Sciences Pvt. Ltd.* doi: 10.22159/IJAP.2021.V13S4.43812.
- [12] W. Budiarto, N. N. Rochmah, and L. Setiyabudi, "Formulasi Sediaan Nanoemulsi Ekstrak Daun Mangrove Avicennia Marina Dengan Virgin Coconut Oil Sebagai Fase Minyak," *Journal of Pharmacy UMUS*, vol. 2, no. 01, pp. 36–43, 2020.
- [13] N. Khan *et al.*, "Formulation and evaluation of polyherbal anti-acne patch," *MGM Journal of Medical Science*, vol. 11, no. 2, pp. 234–241, 2024, doi: 10.33745/ijzi.2024.v10i02.010.
- [14] L. A. Redhita, M. U. Beandrade, I. K. Putri, and R. Anindita, "FORMULASI DAN EVALUASI NANOEMULSI EKSTRAK DAUN KEMANGI (Ocimum basilicum L.) DENGAN VARIASI KONSENTRASI TWEEN 80," *Jurnal Mitra Kesehatan*, vol. 4, no. 2, pp. 80–91, Jul. 2022, doi: 10.47522/jmk.v4i2.134.
- [15] G. Simanullang *et al.*, "Uji Stabilitas dan Aktivitas Sediaan Patch Herbal Anti-Acne Ekstrak Etanol Daun Gaharu (Aquilaria malaccensis L.)," *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia (JMPI)*, vol. 10, no. 1, pp. 1–14, 2024.
- [16] R. Handayani, N. Auliasari, and Aurulianti, "Sistem Penghantaran Obat Acne Patch dari Isolat Piperin sebagai Anti Jerawat," *Pharmacoscrypt*, vol. 8, no. 2, pp. 1–12, 2025, doi: <https://doi.org/10.36423/pharmacoscrypt.v8i2.2128>.
- [17] U. Rahmi, I. Dalimunthe, R. Yuniarti, and Z. Rani, "Journal of Pharmaceutical and Sciences Formulation of patch preparations from ethanol extract of laban leaves (Vitex pinnata L.) as an anti-inflammatory Formulasi sediaan patch dari ekstrak etanol daun laban (Vitex pinnata L.) sebagai antiinflamasi," *JPS*, vol. 2025, no. 1, pp. 87–104, 2025, doi: 10.36490/journal-jps.com.
- [18] Y. Syukri, A. Fitria, S. Hanifah, and M. Idrati, "Development of New Indonesian Propolis Extract-Loaded Selfemulsifying: Characterization, Stability and Antibacterial Activity," *Adv. Pharm. Bull.*, vol. 11, no. 1, pp. 120–129, 2020, doi: 10.34172/apb.2021.013.
- [19] D. K. Pratami *et al.*, "Characteristics of Indonesian Stingless Bee Propolis and Study of Metabolomic Properties Based on Region and Species," *Molecules* 2024, Vol. 29, Page 4037, vol. 29, no. 17, p. 4037, Aug. 2024, doi: 10.3390/MOLECULES29174037.

- [20] K. D. M. Buana, N. L. G. W. Pebriani, A. I. Suryani, N. N. Y. Mendra, I. D. A. A. D. Candraningrat, and M. M. V. Sasadara, "Effect of Hydroxypropyl Methylcellulose Concentration Variations as a Gelling Agent on the Physical Quality of Hydrogel Formulations Containing Ethanol Extract of *Impatiens balsamina* L. Herb," *Indonesian Journal of Medicine*, vol. 10, no. 4, pp. 267–277, Jun. 2025, doi: 10.26911/theijmed.2025.10.4.872.
- [21] Rajesh S and Sujith S, "Permeation Of Flurbiprofen Polymeric Films Through Human Cadaver Skin," *International Journal of PharmTech Research CODEN*, vol. 5, no. 1, pp. 177–182, 2013.
- [22] S. Nandi and S. Mondal, "Fabrication and Evaluation of Matrix Type Novel Transdermal Patch Loaded with Tramadol Hydrochloride," *Turk. J. Pharm. Sci.*, vol. 19, no. 5, pp. 572–582, 2022, doi: 10.4274/tjps.galenos.2021.43678.
- [23] C. O. Nurpriatna and L. R. Rizkuloh, "Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Acne Patch Ekstrak Daun Jambu Biji Terhadap Bakteri *Propionibacterium Acnes*," *Perjuangan Nature Pharmaceutical Conference*, vol. 1, no. 1, pp. 153–169, 2024.
- [24] A. Rifky Fardanu, "Journal of Pharmaceutical and Sciences 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," 2020, doi: 10.36490/journal-jps.com.
- [25] P. M. Kustiawan, P. H. Syaifie, K. A. A. K. Siregar, D. Ibadillah, and E. Mardiyati, "New insights of propolis nanoformulation and its therapeutic potential in human diseases," 2024, *International Association of Physical Chemists*. doi: 10.5599/admet.2128.
- [26] F. J. Hermanto, F. Lestari, C. Hermawati, and V. Nurviana, "Evaluasi Sediaan Patch Daun *Handeuleum* (*Graptophyllum griff L*) Sebagai Penurun Panas," *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada : Jurnal Ilmu Ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan dan Farmasi*, vol. 19, pp. 208–17, 2019.
- [27] J. Plasencia, N. Inkson, and O. J. Nydal, "Research On The Viscosity Of Stabilized Emulsions In Different Pipe Diameters Using Pressure Drop And Phase Inversion," *Exp. Comput. Multiph. Flow*, vol. 4, no. 3, pp. 241–263, Sep. 2022, doi: 10.1007/s42757-020-0102-2.
- [28] M. Rozas *et al.*, "From Dysbiosis to Healthy Skin: Major Contributions of *Cutibacterium acnes* to Skin Homeostasis," *Microorganisms*, vol. 9, no. 3, 2021, doi: 10.3390/microorganisms9030628.
- [29] H. Brüggemann, L. Salar-Vidal, H. P. M. Gollnick, and R. Lood, "A Janus-Faced Bacterium: Host-Beneficial and -Detrimental Roles of *Cutibacterium acnes*," May 31, 2021, *Frontiers Media S.A.* doi: 10.3389/fmicb.2021.673845.
- [30] M. Ulfa, A. Fatmawaty, and A. M. R. Dambur, "Anti-Acne Patch Formulation Silkworm Cocoon Waste With HPMC and PVP Variations," *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology Journal Homepage*, vol. 10, no. 3, pp. 147–153, 2023, [Online]. Available: <http://jurnal.unpad.ac.id/ijpst/>
- [31] A. Amanzholkyzy *et al.*, "Hydrogel Delivery Systems for Biological Active Substances: Properties and the Role of HPMC as a Carrier," Mar. 01, 2025, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/molecules30061354.
- [32] C. Lim, Y. H. Song, Y. Song, J. H. Seo, D. S. Hwang, and D. W. Lee, "Adaptive amphiphilic interaction mechanism of hydroxypropyl methylcellulose in water," *Appl. Surf. Sci.*, vol. 565, p. 150535, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.APSUSC.2021.150535.
- [33] M. S. Latif *et al.*, "Formulation and Evaluation of Hydrophilic Polymer Based Methotrexate Patches: In Vitro and In Vivo Characterization," *Polymers (Basel).*, vol. 14, no. 7, Apr. 2022, doi: 10.3390/polym14071310.