

## FORMULASI DAN EVALUASI KRIM JERAWAT YANG MENGANDUNG ENZIM BROMELAIN KASAR DARI KULIT NANAS TERHADAP *Propionibacterium Acnes*

Nur Aisyah<sup>1</sup>, Muhammad Arwani<sup>1</sup>, Hidhyah Nur Cahyaningtyas<sup>1</sup>, Nurmiyati<sup>1</sup>, Laila Mu'arifatus Sa'adah<sup>1</sup>, dan Yogi Pratama<sup>1</sup>, Ririn Fatma Nanda<sup>2\*</sup>, Syifa Rabbani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Agroindustri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nahdlatul Ulama Indonesia, Indonesia, 10320

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia, 36361

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia, 30662

\*Korespondensi: [ririnfatma.nanda@unja.ac.id](mailto:ririnfatma.nanda@unja.ac.id)

### ABSTRAK

Jerawat merupakan salah satu permasalahan kulit yang banyak disebabkan oleh infeksi bakteri *Propionibacterium acnes*, sehingga diperlukan pengembangan bahan antibakteri alami yang aman dan berkelanjutan. Salah satu alternatif yang potensial adalah bromelain kasar dari limbah kulit nanas yang memiliki aktivitas proteolitik dan berpotensi sebagai agen antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pemanfaatan bromelain kasar yang diperoleh dari limbah kulit nanas sebagai komponen bioaktif dalam sediaan krim jerawat dengan menitikberatkan pada mutu formulasi dan aktivitas antibakterinya. Bromelain diperoleh melalui proses ekstraksi, kemudian diformulasikan ke dalam sediaan krim jerawat pada konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Evaluasi sediaan meliputi aktivitas antibakteri terhadap *Propionibacterium acnes* dengan kontrol positif berupa klindamisin, serta pengujian sifat fisik yang mencakup homogenitas, daya sebar, pH, uji iritasi, dan uji hedonik. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa bromelain kasar memiliki kadar protein sebesar  $24,98 \pm 0,41 \mu\text{g/mL}$  dan aktivitas enzim sebesar  $73,08 \pm 2,21 \text{ U/mg}$ . Uji antibakteri menunjukkan bahwa formulasi dengan kandungan bromelain 15% dan 20% menghasilkan zona hambat masing-masing sebesar  $1,18 \pm 0,11 \text{ mm}$  dan  $2,10 \pm 0,07 \text{ mm}$  yang termasuk dalam kategori penghambatan lemah, dengan nilai yang masih lebih rendah dibandingkan kontrol positif klindamisin. Seluruh formulasi menunjukkan homogenitas yang baik, daya sebar berkisar antara  $76,33\text{--}85,67 \text{ cm}^2$ , dan pH antara  $5,4\text{--}6,5$  yang sesuai dengan pH kulit. Tidak ditemukan respons iritasi, sedangkan hasil uji hedonik menunjukkan peningkatan tingkat kesukaan panelis seiring bertambahnya konsentrasi bromelain. Secara keseluruhan, bromelain kasar dari limbah kulit nanas berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan alami dalam formulasi krim jerawat, meskipun optimasi lebih lanjut masih diperlukan untuk meningkatkan efektivitas antibakterinya.

Kata kunci: antibakteri, bromelain, krim jerawat, limbah kulit nanas, *Propionibacterium acnes*

### ABSTRACT

Acne is one of the most common skin problems caused by bacterial infection, particularly by *Propionibacterium acnes*, thus requiring the development of safe and sustainable natural antibacterial agents. One potential alternative is crude bromelain derived from pineapple peel waste, which possesses proteolytic activity and potential antibacterial properties. This study aimed to evaluate the utilization of crude bromelain extracted from pineapple peel waste as a bioactive component in anti-acne cream formulations, focusing on formulation quality and antibacterial activity. Bromelain was obtained through an extraction process and subsequently formulated into anti-acne cream at concentrations of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%. The formulations were evaluated for antibacterial activity against *Propionibacterium acnes* using

clindamycin as a positive control, as well as for physical characteristics, including homogeneity, spreadability, pH, irritation test, and hedonic evaluation. Characterization results showed that crude bromelain had a protein content of  $24.98 \pm 0.41 \mu\text{g/mL}$  and enzymatic activity of  $73.08 \pm 2.21 \text{ U/mg}$ . Antibacterial testing revealed that formulations containing 15% and 20% bromelain produced inhibition zones of  $1.18 \pm 0.11 \text{ mm}$  and  $2.10 \pm 0.07 \text{ mm}$ , respectively, which were categorized as weak inhibition, although these values were still lower than those of the clindamycin positive control. All formulations demonstrated acceptable homogeneity, spreadability ranging from 76.33 to 85.67  $\text{cm}^2$ , and pH values between 5.4 and 6.5, which are suitable for skin application. No irritation response was observed, while hedonic test results indicated increased panelist preference with higher bromelain concentrations. Overall, crude bromelain from pineapple peel waste shows potential as a natural ingredient in anti-acne cream formulations, although further optimization is required to improve its antibacterial effectiveness.

Keywords: acne cream, antibacterial, bromelain, pineapple peel waste, *Propionibacterium acnes*

## PENDAHULUAN

Jerawat atau *acne vulgaris* adalah masalah kulit yang ditandai dengan infeksi atau peradangan pada kulit wajah, ditandai dengan munculnya benjolan berwarna merah atau kuning, terutama di area wajah. *Acne vulgaris* dipicu oleh bakteri *Propionibacterium acnes*, yang umumnya terjadi pada masa remaja di bawah pengaruh sirkulasi normal dehidroepiandrosteron (DHEA) [1]. Secara umum, jenis mikroorganisme yang dapat menimbulkan jerawat adalah *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus*, dan *Staphylococcus epidermis* [2]. Pada kasus peradangan kronis, jerawat dapat menyebabkan bekas luka, kemerahan, dan hiperpigmentasi, yang dapat menimbulkan masalah fisik dan psikologis [3]. Salah satu pengobatan yang umum diterapkan untuk mengatasi kondisi ini adalah terapi bioteknologi konvensional, namun, pengobatan ini cukup mahal dan seringkali menimbulkan efek samping, termasuk resistensi [4]. Hal ini telah mendorong pendekatan baru dengan memanfaatkan sumber daya alam atau ramuan herbal [5]. Salah satu sumber tanaman potensial dalam proses pengobatan jerawat adalah enzim protease (enzim bromelain kasar) yang terdapat dalam nanas.

Nanas adalah buah tropis dan salah satu produk pertanian utama Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia memproduksi 2,74 juta ton nanas pada tahun 2024 [6]. Industri pengolahan nanas menghasilkan jumlah limbah yang cukup besar, termasuk batang, daun, kulit, dan inti, yang belum dimanfaatkan secara optimal. Menurut Nanda *et al.* (2025) [7], limbah kulit nanas menyumbang sekitar 30–42% dari total

buah. Mengingat persentase limbah kulit nanas yang tinggi, membuangnya tanpa pemanfaatan lebih lanjut dianggap sebagai pemborosan.

Pada kulit nanas terdapat beberapa senyawa bioaktif dan kimia yang berpotensi sebagai antibakteri [8]. Senyawa antibakteri tertinggi yang ditemukan dalam ekstrak kulit nanas adalah enzim bromelain dan flavonoid [9]. Studi lain juga menunjukkan bahwa enzim bromelain telah terbukti memiliki efektivitas klinis dalam pengobatan jerawat karena aktivitas antimikrobanya terhadap *Corynebacterium diphtheriae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, dan *Propionibacterium acnes*. Ketika digunakan sebagai pembersih wajah, ekstrak kulit nanas memiliki pH 5,1–5,7 dan aktivitas protease sebesar 866,88 unit [10].

Berdasarkan hal ini, limbah kulit nanas memiliki potensi signifikan dalam pengobatan jerawat, yang memiliki sifat antimikroba sebagai agen antiinflamasi yang kuat dalam pengembangan formulasi krim jerawat [10]. Untuk memudahkan penerapan praktis, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memformulasikan enzim bromelain kasar dari kulit nanas menjadi krim jerawat. Formulasi tersebut diharapkan memenuhi persyaratan kualitas, termasuk tekstur yang halus, sifat non-iritasi, dan efek samping yang lebih sedikit dibandingkan dengan krim sintetis yang tersedia di pasaran.

Penerapan enzim bromelain kasar ke dalam formulasi krim jerawat diharapkan dapat menjadi solusi alternatif dalam pengembangan produk antijerawat berbahan alami sekaligus meningkatkan nilai ekonomi limbah kulit nanas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi enzim bromelain kasar

dari limbah kulit nanas sebagai bahan aktif dalam formulasi krim jerawat serta menentukan formulasi terbaik berdasarkan aktivitas antibakteri dan karakteristik fisik sediaan.

## METODE PENELITIAN

**Bahan:** Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kulit nanas yang diperoleh dari pasar lokal di Jambi, larutan buffer fosfat natrium (Merck, Jerman), sistein (Sigma-Aldrich, Amerika Serikat), larutan asam etilendiaminotetraasetat (EDTA) (Merck, Jerman), larutan kasein (Sigma-Aldrich, Amerika Serikat), larutan asam trikloroasetat (TCA) (Merck, Jerman), asam stearat (Brataco, Indonesia), propilen glikol (Brataco, Indonesia), trietanolamin/TEA (Brataco, Indonesia), gliseril monostearat (Brataco, Indonesia), alkohol setil (Brataco, Indonesia), metil paraben (Brataco, Indonesia), propil paraben (Brataco, Indonesia), dan air suling.

**Alat:** Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu, Jepang), pH meter (Hanna Instruments, Amerika Serikat), timbangan digital (Ohaus, Amerika Serikat), tabung reaksi (Pyrex, Amerika Serikat), bak air (Mettler, Jerman), pengaduk magnetik (IKA, Jerman), gelas ukur (Pyrex, Amerika Serikat), chopper (Philips, Belanda), piring porselen (Normax, Portugal), cawan penguap (Pyrex, Amerika Serikat), cawan Petri (Pyrex, Amerika Serikat), kaca arloji (Pyrex, Amerika Serikat), kaca objek (Sail Brand, Tiongkok), kertas saring (Whatman, Inggris), pipet tetes (Onemed, Indonesia), wadah krim (local supplier, Indonesia), viskometer (Brookfield, Amerika Serikat), *smear slide* (Sail Brand, Tiongkok), dan kain saring.

## Metode

### Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan analisis variansi (ANOVA) dengan lima perlakuan, yaitu pada konsentrasi ekstrak enzim bromelain kasar sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan tiga ulangan. Hasil penelitian

disimpulkan berdasarkan analisis data deskriptif yang dilakukan pada data kuantitatif.

## Prosedur Penelitian

### a. Persiapan ekstraksi enzim bromelain kasar

Proses ekstraksi enzim bromelain kasar yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada metode Ketnawa *et al.* [11] dengan beberapa modifikasi. Larutan ekstraksi yang digunakan berupa buffer fosfat natrium 100 mM pada pH 7,0 yang mengandung sistein 15 mM dan EDTA 2 mM. Limbah kulit nanas terlebih dahulu dihaluskan, kemudian dicampurkan dengan larutan ekstraksi dingin pada perbandingan 1:1 (b/v) dan dihomogenkan selama 3 menit. Campuran selanjutnya disaring menggunakan kain saring untuk memperoleh filtrat. Filtrat kemudian disentrifugasi pada kecepatan  $10.000 \times g$  selama 20 menit pada suhu 4°C. Supernatan yang diperoleh merupakan ekstrak enzim bromelain kasar yang selanjutnya digunakan dalam formulasi krim jerawat..

### b. Formulasi krim jerawat

Formulasi pembuatan sediaan *acne cream* dengan penambahan *crude* enzim bromelain ini merujuk pada penelitian Ekayanti *et al.*, (2019) [12] yang dimodifikasi. Asam stearat dan gliseril monostearat sebagai fase minyak terlebih dahulu dilelehkan pada suhu 70°C. Metil paraben dan propil paraben dilarutkan dalam propilen glikol, kemudian dicampurkan ke dalam fase air yang terdiri atas TEA, gliserin, dan propilen glikol, lalu dipanaskan hingga mencapai suhu 70°C. Selanjutnya, fase minyak dan fase air dicampurkan ke dalam gelas beker dan diaduk hingga terbentuk massa krim. Ekstrak enzim bromelain kasar yang telah disiapkan sebelumnya kemudian ditambahkan secara bertahap sesuai variasi konsentrasi perlakuan, selanjutnya campuran diaduk hingga homogen sehingga diperoleh massa krim yang baik. Massa krim yang telah terbentuk kemudian dipindahkan ke dalam wadah penyimpanan. Formulasi krim jerawat dengan penambahan enzim bromelain kasar disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Formulasi Krim jerawat

No	Komposisi	F1	F2	F3	F4	F5	Fungsi
1	Enzim bromelain kasar	0%	5%	10%	15%	20%	Bahan aktif

2	Asam stearat	12%	12%	12%	12%	12%	Emulsifyer
3	Gliserin	5 %	5 %	5 %	5 %	5%	Humektan
4	Propilen glikol	3%	3%	3%	3%	3%	Humektan & oklusif
5	Gliseril monostearat	4%	4%	4%	4%	4%	Emulator, Hardening emulsifyer
6	TEA	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	
7	Metil paraben	0,18 %	0,18 %	0,18 %	0,18 %	0,18 %	Preservatif
8	Propil paraben	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	Preservatif
9	Aquades	Ditambah 100 ml	Ditambah 100 ml	Ditambah 100 ml	Ditambah 100 ml	Ditambah 100 ml	

## Metode Analisis

### a. Analisis Protein Enzim Bromelain (Nanda *et al.*, 2025) [13]

Metode spektrofotometri visual (biuret) telah digunakan untuk menguji protein dalam enzim bromelain kasar. Sebanyak 4 ml larutan enzim bromelain kasar 1% ditambahkan ke 6 ml reagen Biuret dalam labu ukur. Larutan dibiarkan selama sekitar 20 menit hingga terbentuk warna ungu. Absorbansi kemudian diukur pada panjang gelombang 547 nm. Setelah mendapatkan nilai absorbansi sampel, nilai tersebut disubstitusikan ke dalam nilai Y kurva standar albumin serum sapi (BSA), menghasilkan nilai x, yang mewakili konsentrasi protein sampel.

### b. Analisis Aktivitas Enzim Bromelain (Nanda *et al.*, 2025) [13]

Dalam tabung reaksi, tambahkan 1 ml larutan enzim bromelain kasar 1% dan 1 ml larutan kasein 1%. Inkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C. Kemudian, tambahkan 2 ml larutan TCA 30%. Aduk larutan dan biarkan selama 5 menit. Kemudian, sentrifugasi selama 15 menit pada 6.000 rpm untuk membentuk dua lapisan, supernatant dan endapan. Absorbansi supernatant diukur pada panjang gelombang 274 nm. Nilai y dari kurva standar tiroksin disubstitusikan ke dalam absorbansi sampel, menghasilkan nilai x, yang mewakili aktivitas enzim sampel. Aktivitas enzim diukur dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Aktivitas enzim (U/ml)} = \frac{X \times Vt}{t \times Ve}$$

Ket:

X = konsentrasi tirosin hasil interpolasi dari kurva standar ( $\mu\text{g/mL}$ )

Vt = volume total campuran reaksi (mL)

t = waktu inkubasi (menit)

Ve = volume enzim yang digunakan (mL)

### c. Analisis Zona Inhibisi terhadap *Propionibacterium acnes*

Uji ini dilakukan pada semua formulasi perlakuan (F1 sampai F5) menggunakan metode analisis difusi cakram dengan diameter cakram dasar 6,00 mm. *Propionibacterium acnes* digunakan sebagai analisis zona inhibisi. Produk komersial krim anti jerawat digunakan sebagai kontrol positif.

### d. Evaluasi Formulasi Krim Jerawat

Dalam penelitian ini, dianalisis efektivitas krim jerawat yang ditambahkan enzim bromelain kasar terhadap *Propionibacterium acnes*, bakteri penyebab jerawat. Evaluasi formulasi krim juga mencakup uji kualitas fisik, yang meliputi uji organoleptik, homogenitas, kelembutan, pH, dan iritasi.

#### 1. Uji Hedonik

Uji hedonik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap formulasi krim berdasarkan parameter warna, aroma, tekstur, kemudahan pengolesan, dan penerimaan keseluruhan. Penilaian dilakukan menggunakan skala hedonik 1–5, di mana skor 1 menunjukkan sangat tidak suka dan skor 5 menunjukkan sangat suka [14].

#### 2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan cara mengoleskan sejumlah krim pada kaca objek secara merata, kemudian diamati secara visual terhadap adanya butiran kasar, gumpalan, atau pemisahan fase. Sediaan dinyatakan homogen apabila tidak ditemukan partikel kasar dan memiliki tekstur yang seragam [14].

#### 3. Uji Daya Sebar

Sebanyak 0,5 g krim diletakkan di tengah kaca datar, kemudian ditutup menggunakan kaca lain dan diberi beban tertentu. Diameter sebar krim diukur setelah 1 menit untuk menentukan kemampuan penyebaran sediaan [15].

#### 4. Uji pH

Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi sebelumnya. Sampel krim sebanyak 1 g diencerkan dengan 10 mL akuades, kemudian elektroda dicelupkan ke dalam sampel hingga diperoleh pembacaan yang stabil [17].

#### 5. Uji Iritasi

Uji iritasi dilakukan dengan metode tempel terbuka (*open patch test*) pada kulit bagian dalam lengan bawah panelis. Sampel krim dioleskan pada area pengujian dan diamati selama 24 jam terhadap kemungkinan timbulnya kemerahan, gatal, atau edema [16].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Enzim Bromelain

Hasil analisis menunjukkan kandungan protein  $24,98 \pm 0,41$  g/mL dan aktivitas enzim sebesar  $73,08 \pm 2,21$  U/mg (Tabel 2.). Nilai kandungan protein ini relatif lebih rendah dibandingkan dengan protein pada mahkota nanas, yaitu sebesar 44,10% [18]. Perbedaan ini bisa disebabkan oleh variasi bagian nanas yang digunakan, metode ekstraksi, dan kondisi presipitasi protein yang digunakan.

Tabel 2. Hasil Analisis *Enzim bromelain kasar*

Parameter	Hasil $\pm$ SD
Protein enzim ( $\mu$ g/ml)	$24,98 \pm 0,41$
Aktivitas enzim (U/mg)	$73,08 \pm 2,21$

Ket: SD= Standar Deviasi. Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada uji DNMRT pada taraf nyata 5%.

Meskipun kandungan protein lebih rendah, penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas spesifik bromelain mencapai 73,08 U/mg, yang dianggap tinggi dibandingkan dengan temuan Khuwijitjaru *et al.*, (2024) [19], aktivitas yang dihasilkan hanya 0,071 U/min pada kondisi optimal pH 6,5 dan 60°C. Hal ini menunjukkan bahwa enzim bromelain dalam penelitian ini memiliki aktivitas spesifik yang lebih tinggi.

Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun kandungan protein total relatif rendah, bromelain yang dihasilkan tetap menunjukkan aktivitas enzim yang signifikan, sehingga berpotensi berguna dalam bioteknologi dan aplikasi industri, seperti dalam produk makanan, farmasi, dan kosmetik. Perbedaan hasil antara studi-studi menyoroti pentingnya standarisasi untuk memastikan konsistensi dalam kualitas dan aktivitas bromelain yang dihasilkan. Selain itu, nanas yang telah mulai membusuk masih mengandung protein dan aktivitas enzim [13].

### Analisis Zona Inhibisi

Hasil pengujian antibakteri krim jerawat berbasis bromelin terhadap *P.acnes* menunjukkan bahwa formulasi F1-F3 tidak menghasilkan zona hambat, sedangkan F4 dan F5 menunjukkan adanya aktivitas antibakteri dengan nilai berturut-turut  $1,18 \text{ mm} \pm 0,11$  dan  $2,10 \text{ mm} \pm 0,07$  (Tabel 3.), meskipun masih jauh lebih rendah dibandingkan dengan kontrol positif komersial ( $9,70 \pm 0,42$  mm). Zona hambat yang kurang dari 5 mm dapat dikategorikan sebagai aktivitas penghambatan yang lemah [20], sehingga efektivitas formulasi krim pada penelitian ini masih belum optimal.

Tabel 3. Analisis Zona Inhibisi

Formulasi	Zona Bening (mm) $\pm$ SD	Kategori
F1	-	Tidak ada
F2	-	Tidak ada
F3	-	Tidak ada
F4	$1,18 \pm 0,11$	Lemah
F5	$2,10 \pm 0,07$	Lemah
FK	$9,70 \pm 0,42$	Sedang

Ket: FK= sampel komersil; SD= Standar Deviasi. Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada uji DNMRT pada taraf nyata 5%.

Demikian pula pada penelitian Hidayat *et al.* (2023) [21], menunjukkan bahwa bromelain yang difraksinasi dari inti nanas menunjukkan zona penghambatan hingga 12,5 mm. Dalam penelitian lain, Chabib *et al.*. (2023) [22] menemukan bahwa ekstrak buah nanas segar menghasilkan zona hambat sekitar 10,5 mm. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh perbedaan konsentrasi bromelin, kemurnian enzim, metode ekstraksi, dan kemampuan

senyawa aktif untuk berdifusi melalui basis krim [10].

Meskipun zona penghambat pada penelitian ini relatif lemah, bromelain tetap menjanjikan dalam pengobatan jerawat. Menurut Jančić *et al.* (2022), dan (Nanda *et al.*, 2020) [23][7], bromelain memiliki aktivitas antimikroba terhadap flora kulit, termasuk *P. acnes* dan *Staphylococcus*. Tidak hanya itu, Kansakar *et al.* (2024) [24] juga mengamati peran antiinflamasi bromelain melalui modulasi COX-2, yang dapat membantu dalam terapi jerawat dengan mengurangi peradangan. Penelitian Shojaan *et al.* (2024) [25] juga menunjukkan bahwa kombinasi bromelain-kurkumin mengurangi eritema dan peradangan pada pasien dengan bekas jerawat.

### Analisis Organoleptik

Evaluasi organoleptik menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi ekstrak bromelain mempengaruhi atribut sensorik formulasi *krim jerawat*, terutama dalam hal warna, tekstur, dan aroma (Tabel 4.). Panelis menunjukkan preferensi tertinggi untuk warna pada F1 dengan nilai tingkat kesukaan 3,8, kemudian tekstur dan aroma pada F5 dengan nilai tingkat kesukaan 3,72 dan 3,24.

Tabel 4. Analisis Organoleptik

Formulasi	Warna	Tekstur	Aroma
F1	3,80	2,72	3,12
F2	3,52	3,60	2,92
F3	3,60	3,52	2,96
F4	3,48	3,24	3,08
F5	2,96	3,72	3,24

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa penambahan ekstrak tumbuhan dapat mengubah penampilan dan tekstur produk akibat pigmen alami dan komponen fitokimia, yang dapat memengaruhi penerimaan konsumen [26]. Peningkatan dan penurunan penerimaan pada juga sejalan dengan peningkatan kadar senyawa bioaktif dapat berkontribusi pada perubahan warna yang diinginkan dan bau yang lebih kuat pada nanas, sehingga mengurangi preferensi secara keseluruhan [27].

Secara umum, secara organoleptik hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak

bromelain memiliki aktivitas biologis yang menjanjikan untuk pengobatan jerawat, konsentrasinya dalam formulasi topikal perlu dioptimalkan untuk menyeimbangkan manfaat fungsional dengan penerimaan sensorik konsumen. Konsentrasi 5% tampaknya memberikan kompromi optimal antara mempertahankan kualitas organoleptik yang dapat diterima dan memastikan aktivitas terapeutik potensial bromelain.

### Analisis Homogenitas

Secara fisual formulasi *krim jerawat* F1 menunjukkan kurang homogeny karena adanya partikel agak kasar pada cream, untuk formulasi F2–F5 menunjukkan hasil yang cukup homogen, dan untuk cream komersial (FK) sangat homogen. Hasil telah disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Homogeniti

Formulasi	Tes Homogenitas
F1	Kurang homogen
F2	Cukup homogen
F3	Cukup homogen
F4	Cukup homogen
F5	Cukup homogen
FK	Sangat homogen

Ket: FK= sampel komersil

Menurut Alam *et al.* (2020) [28], homogenitas dalam formulasi krim ditandai dengan distribusi partikel yang merata, tekstur yang halus, dan tidak adanya pemisahan fase bahkan dalam kondisi penyimpanan. Formulasi yang homogen memastikan stabilitas fisik yang lebih baik dan memudahkan penyerapan bahan aktif melalui kulit. Demikian pula, Khattak *et al.* (2022) [29] yang meneliti krim antibakteri berbasis chitosan, melaporkan bahwa formulasi homogen ditandai oleh konsistensi warna, tekstur yang seragam, dan tidak adanya perubahan struktural selama penyimpanan. Homogenitas memainkan peran penting dalam memastikan dosis yang seragam dari senyawa aktif yang diaplikasikan ke kulit. Oleh karena itu, homogenitas yang diamati dalam studi ini membuktikan bahwa semua formulasi (F1–F5) perlu dilakukan peningkatan standar kualitas fisik yang dibutuhkan, agar enzim bromelain dapat terintegrasi secara merata ke dalam dasar

krim, mendukung stabilitas dan efektivitas terapeutik krim jerawat.

### Uji Daya Sebar

Berdasarkan Tabel 6., formulasi F5 menunjukkan daya penyebaran tertinggi ( $85,67 \pm 5,51 \text{ cm}^2$ ), diikuti oleh F1 dan F2 ( $84,00 \text{ cm}^2$ ), sementara F3 dan F4 mencatat nilai yang lebih rendah ( $78,33 \pm 2,08$  dan  $76,33 \pm 0,58 \text{ cm}^2$ , masing-masing).

Tabel 6. Hasil Uji Daya Sebar

Formulasi	Nilai ( $\text{cm}^2$ ) $\pm$ SD
F1	$84,00 \pm 2,65$
F2	$84,00 \pm 3,61$
F3	$76,33 \pm 0,58$
F4	$78,33 \pm 2,08$
F5	$85,67 \pm 5,51$

Ket: SD= Standar Deviasi. Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada uji DNMRMRT pada taraf nyata 5%.

Menurut Shojaa *et al.* (2024) [25], kemampuan krim untuk merata memengaruhi pengalaman pengguna dan distribusi bahan aktif, kemampuan daya sebar yang lebih tinggi (seperti yang terlihat pada F5) memungkinkan cakupan yang lebih baik dan potensi penetrasi bromelain yang lebih baik. Namun, kemampuan merata yang berlebihan dapat menghasilkan lapisan yang terlalu tipis, yang mungkin mengganggu dosis efektif yang diberikan.

Selain itu, Deuschle *et al.* (2015) [30] melaporkan bahwa meskipun gel umumnya memiliki kelembutan yang lebih baik dibandingkan krim, krim tetap harus memenuhi standar industri (biasanya 5–7 cm dalam uji kelembutan linear). Meskipun ada perbedaan dalam unit pengujian, penilaian daya sebar tetap penting untuk mengevaluasi formulasi topikal seperti *krim jerawat*.

### Analisis pH

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7., nilai pH dari semua formulasi krim (F1–F5) berkisar antara 5,4 dan 6,5, yang berada dalam rentang yang dapat diterima untuk aplikasi kosmetik topikal. Rentang pH ini dianggap optimal karena sesuai dengan pH permukaan kulit secara alami, yang umumnya berkisar antara 4,50 dan 6,00, sehingga mendukung

fungsi penghalang kulit dan keseimbangan mikrobiota.

Table 7. Analisis pH

Formulasi	Nilai $\pm$ SD
F1	$6,50 \pm 0,00$
F2	$6,30 \pm 0,00$
F3	$6,00 \pm 0,00$
F4	$5,70 \pm 0,00$
F5	$5,40 \pm 1,09$

Ket: SD= Standar Deviasi. Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada uji DNMRMRT pada taraf nyata

Menurut Lukić *et al.* (2021) [31], menjaga pH asam dalam formulasi topikal sangat penting untuk menjaga integritas stratum korneum dan memastikan kompatibilitas dengan kulit. Nováčková *et al.* (2021) [32] melaporkan bahwa kondisi asam sangat kritis untuk perakitan multilamellar yang tepat dari lipid penghalang, menyoroti pentingnya merumuskan produk dalam rentang pH ini. Data menunjukkan bahwa formulasi kontrol (F1) memiliki nilai pH tertinggi (6,5), sementara nilai pH terendah (5,4) teramati pada formulasi F5 yang mengandung 20% ekstrak bromelain kasar. Penurunan pH yang diamati seiring peningkatan konsentrasi bromelain mungkin disebabkan oleh sifat asam alami ekstrak enzim tersebut. Karena semua formulasi tetap berada dalam rentang 5,4–6,5, formulasi tersebut dapat dianggap aman dan kompatibel untuk aplikasi topikal, dengan risiko iritasi atau gangguan pada barrier kulit yang minimal.

### Analisis Iritasi

Seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 8, tidak ada formulasi krim (F1–F5) yang menimbulkan tanda-tanda iritasi, termasuk eritema, edema, gatal, atau sensasi panas. Hal ini menunjukkan tolerabilitas yang sangat baik dan menunjukkan bahwa semua formulasi yang diuji tidak menyebabkan iritasi pada kulit manusia.

Studi klinis terbaru mendukung hasil ini. Dalam uji klinis yang melibatkan penggunaan pelembap pada individu dengan kulit wajah sensitif, Snatchfold (2019) [33] melaporkan tidak adanya reaksi seperti kemerahan, pembengkakan, kekeringan, sensasi menusuk, atau sensasi terbakar, yang mengonfirmasi

tolerabilitas tinggi formulasi tersebut dalam kondisi penggunaan normal.

Tabel 8. Analisis Iritasi

Reaksi kulit	Formulasi				
	F1	F2	F3	F4)	F5
Eritema	-	-	-	-	-
Edema	-	-	-	-	-
Gatal	-	-	-	-	-
Sensasi panas	-	-	-	-	-

Ket: SD= Standar Deviasi. Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada uji DNMRT pada taraf nyata

Temuan ini sejalan dengan hasil dalam penelitian ini, di mana formulasi krim jerawat yang mengandung bromelain menunjukkan keamanan kulit yang tinggi. Tidak ada iritasi pada semua konsentrasi (bahkan pada 20% enzim kasar) lebih lanjut mendukung kompatibilitas enzim dengan aplikasi topikal, asalkan bahan tambahan dan metode persiapan memastikan karakteristik yang ramah kulit.

## SIMPULAN

Studi ini menunjukkan bahwa *enzim bromelain kasar* yang diekstraksi dari limbah kulit nanas memiliki aktivitas enzim yang signifikan dan dapat dimasukkan ke dalam formulasi krim jerawat dengan karakteristik fisik yang menguntungkan. Meskipun aktivitas antibakterinya terhadap *Propionibacterium acnes* relatif lemah dibandingkan dengan produk komersial, formulasi tersebut tetap homogen, tidak mengiritasi, dan

mempertahankan kelembutan penyebaran yang dapat diterima serta nilai pH yang sesuai. Penggunaan enzim bromelain kasar ini menawarkan alternatif alami yang menjanjikan untuk pengobatan jerawat sekaligus meningkatkan nilai ekonomi limbah kulit nanas. Optimasi konsentrasi dan strategi formulasi diperlukan untuk mencapai efektivitas terapeutik yang lebih baik dan penerimaan konsumen yang lebih tinggi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada Simbelmawa Diktiristek Kemdikbud dan Lembaga Pengembangan Masyarakat dan Organisasi (LPMPP) Universitas Nahdlatul Ulama Indonesia, yang telah membiayai dan mendukung penelitian yang telah dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marini, 2023. Physical Evaluation Of Curcuma Rhizome Extract (Curcuma Xanthorrhiza) Formulation In Anti Acne Loose Powder', *Medical Sains : Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 8(2), pp. 871–878. doi: 10.37874/ms.v8i2.811.
- [2] Asshidiq, M. I., and Nugraheni, R. W., 2021. FORMULASI MASKER PEEL-OFF EKSTRAK DAUN KEMANGI (*Ocimum sanctum*) SEBAGAI SEDIAAN ANTI JERAWAT, *Medical Sains : Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 6(1), pp. 57–64. doi: 10.37874/ms.v6i1.217.
- [3] Leung, A. K. C., 2020. Dermatology: How to manage acne vulgaris', *Drugs in Context*, 10, pp. 1–18. doi: 10.7573/dic.2021-8-6.
- [4] Bram Van den Bergh; Joran, E. M., Tom, W., and Ettl, 2016. Frequency of Antibiotic application drives rapid evolutionary adaptation of *Escherichia coli* persistence'. *Nature Microbiology*, pp. 1–7.
- [5] Savitri, D., 2022. Active compounds in kepok banana peel as anti-inflammatory in acne vulgaris: Review article', *Annals of Medicine and Surgery*, 84(October), p. 104868. doi: 10.1016/j.amsu.2022.104868.
- [6] Badan Pusat Statistik (2024). Produksi Tanaman Buah–Buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman, 2024. Diakses pada 10 November 2025 dari <https://www.bps.go.id/assets/statistics-table/3/WXpSVU5uUTBOSEI5WVhGQ>

- [mVESTVSVnBSVlhWeVVUMDkjMw=/produksi-tanaman-buah---buahan-dan-sayuran-tahunan-menurut-jenis-tanaman-2024.html?year=2024](https://mVESTVSVnBSVlhWeVVUMDkjMw=/produksi-tanaman-buah---buahan-dan-sayuran-tahunan-menurut-jenis-tanaman-2024.html?year=2024).
- [7] Nanda, R. F., Kasim, A. Rini, Syukri, D., 2020. A Review: Application of Bromelain Enzymes In Animal Food Products, *And. Int. J. Agric. Nat. Sci*, 1(1), pp. 18–24.
- [8] Husniah, I. and Gunata, A. F., 2020. Pineapple Peel Extract as an Antibacterial', *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2(1), pp. 85–90.
- [9] Punbusayakul, N., Samart, K. and Sudmee, W., 2018. Innovation of Functional Foods in Asia ( IFFA ).
- [10] Abbas, S., Shanbhag, T., and Kothare, A., 2021. Applications of bromelain from pineapple waste towards acne. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(1), pp. 1001–1009. doi: 10.1016/j.sjbs.2020.11.032.
- [11] Ketnawa, S., Chaiwut, P. and Rawdkuen, S., 2011. Extraction of bromelain from pineapple peels', *Food Science and Technology International*, 17(4), pp. 395–402. doi: 10.1177/1082013210387817.
- [12] Ekayanti, N.L.P.S., Darsono, F.L. and Wijaya, S. (2019) 'Formulasi Sediaan Krim Pelembab Ekstrak Air Buah Semangka (*Citrullus lanatus*)', *Journal of Pharmacy Science and Practice*, 6(1), pp. 38–45. <https://doi.org/10.33508/jfst.v6i1.2011>.
- [13] Nanda, R. F, Kasim A, Rini, Syukri D, Rahmi ID, Koja R, Nakano K, Thammawong M. Effect of pineapple storage duration on the quality of bromelain. *J Glob Innov Agric Sci*. 2025;13(3):1003–1009. doi:10.22194/JGIAS/25.1402
- [14] Al-Barghouthy EY, Hamed S, Mehyar GF, AlKhatib HS. Comparative evaluation of spreadability measurement methods for topical semisolid formulations: A scoping review. *Gels*. 2025;11(12):1006.
- [15] Barjaktarević A, et al. Novel alkyl-polyglucoside-based topical creams containing basil essential oil: Assessment of physical, mechanical, and sensory characteristics. *Pharmaceutics*. 2025.
- [16] Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD Guideline for Testing of Chemicals No. 404: Acute Dermal Irritation/Corrosion. Paris: OECD Publishing; 2015.
- [17] Waldman A, Kellen R, Khattri S. Spreadability of five vehicles on five surfaces. *Journal of Psoriasis and Psoriatic Arthritis*. 2016;1(4):176–178
- [18] Shojaan, S., 2024. Evaluating the Efficacy of Bromelain and Curcumin in Treating Acne Scars: A Randomized Clinical Trial', *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 19(2). doi: 10.5812/jjnpp-144048.
- [19] Khuwijitjaru, P. and Pathom, N., 2024. Extraction of Crude Bromelain from Pineapple ( *Ananas comosus* L .) Fruit Waste and its in vitro Protein Digestibility Extraction of Crude Bromelain from Pineapple ( *Ananas comosus* L .) Fruit Waste and its in vitro Protein Digestibility, doi: 10.4038/jas.v19i1.9798.
- [20] Fitriyanti, Rahman, M. N., 2019. Antibacterial Activity Test of Ethanol Extract Pineapple ( *Ananas comosus* ( L .) Merr .) Peel against Growth of *Propionibacterium acnes*', 2(2), pp. 108–113.
- [21] Hidayat, Y., Hermawati, E. S. H., 2023. Antibacterial Activity Test of the Partially Purified Bromelain from Pineapple Core Extract, *AIP Publishing*, (October 2018).
- [22] Chabib, L., 2023. Pineapple fruit extract ( *Ananas comosus* L . Merr ) as an antioxidant and anti-acne agent made with the nano-emulsion gel delivery system', 23, pp. 126–132.
- [23] Jančić, U. and Gorgieva, S., 2022. Bromelain and Nisin: The Natural Antimicrobials with High Potential in Biomedicine, *Pharmaceutics*, 14(1). doi: 10.3390/pharmaceutics14010076.
- [24] Kansakar, U., 2024. Exploring the Therapeutic Potential of Bromelain: Applications, Benefits, and Mechanisms', *Nutrients*, 16(13), pp. 1–19. doi: 10.3390/nu16132060.
- [25] Shojaan, S., 2024. Evaluating the Efficacy of Bromelain and Curcumin in Treating

- Acne Scars: A Randomized Clinical Trial', *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 19(2). doi: 10.5812/jjnpp-144048.
- [26] Ziarno, M., 2023. Effect of the Addition of Selected Herbal Extracts on the Quality Characteristics of Flavored Cream and Butter', *Foods*, 12(3). doi: 10.3390/foods12030471.
- [27] Rizka, N., Ode, 2024. Formulation And Physical Quality Testing Of A Scrub Gel With Ethanol (70%) Extract Of Pineapple Core (*Ananas comosus* (L.) Merr.), *Strada Journal of Pharmacy*, 6(2), pp. 134–141. doi: 10.30994/sjp.v6i2.150.
- [28] Alam, S., 2020. Investigation utilizing the HLB concept for the development moisturizing cream and lotion: In-vitro characterization and stability evaluation, *Cosmetics*, 7(2). doi: 10.3390/COSMETICS7020043.
- [29] Khattak, R. Z., 2022. Formulation, In Vitro Characterization and Antibacterial Activity of Chitosan-Decorated Cream Containing Bacitracin for Topical Delivery, *Antibiotics*, 11(9). doi: 10.3390/antibiotics11091151.
- [30] Deuschle, V. C. K. N., 2015. Physical chemistry evaluation of stability, spreadability, in vitro antioxidant, and photo-protective capacities of topical formulations containing calendula officinalis L. Leaf extract, *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 51(1), pp. 63–75. doi: 10.1590/S1984-82502015000100007.
- [31] Lukić, M., Pantelić, I. and Savić, S. D., 2021. Towards optimal pH of the skin and topical formulations: From the current state of the art to tailored products, *Cosmetics*, 8(3). doi: 10.3390/cosmetics8030069.
- [32] Nováčková, A., 2021. Acidic pH Is Required for the Multilamellar Assembly of Skin Barrier Lipids In Vitro, *Journal of Investigative Dermatology*, 141(8), pp. 1915-1921.e4. doi: 10.1016/j.jid.2021.02.014.
- [33] Snatchfold, J., 2019. Cutaneous acceptability of a moisturizing cream in subjects with sensitive skin, *Journal of Cosmetic Dermatology*, 18(1), pp. 226–229. doi: 10.1111/jocd.12547.