

Uji Efektivitas Zeolit Alam Lampung Sebagai Agen Antibakteri Masker Wajah Terhadap *Propionibacterium acnes*

Idra Herlina^{1*}, Shekinah Glory Aurellia Siregar¹, Roja Riliyanda Putra¹, Anna Azzahra Ismail¹, Tiarmauli Natalia Purba², Ashyfa Ramadhani¹, Aditya Ayu Wulanda¹, Mariyam¹, Muhammad Yogi Saputra¹, Edwin Rizki Safitra³

¹ Program Studi Kimia, Institut Teknologi Sumatera

Jl. Terusan Ryacudu, Way Hui, Jati Agung, Lampung Selatan, Lampung

² Program Studi Fisika, Institut Teknologi Sumatera

Jl. Terusan Ryacudu, Way Hui, Jati Agung, Lampung Selatan, Lampung

³ Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sumatera

Jl. Terusan Ryacudu, Way Hui, Jati Agung, Lampung Selatan, Lampung

*Email: idra.herlina@ki.itera.ac.id

Abstrak

Acne vulgaris merupakan gangguan kulit yang disebabkan oleh penyumbatan pori-pori dan infeksi bakteri *Propionibacterium acnes*. Penggunaan bahan sintetis dalam perawatan kulit berpotensi menimbulkan efek samping, sehingga diperlukan alternatif alami yang lebih aman. Zeolit Alam Lampung (ZAL) memiliki potensi sebagai agen antibakteri karena struktur berpori dan kemampuan adsorpsinya. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas ZAL sebagai bahan aktif dalam formulasi masker wajah terhadap *P. acnes*. Metode meliputi aktivasi dan purifikasi ZAL, formulasi clay mask dengan variasi konsentrasi (2,5 g; 5 g; 7,5 g), karakterisasi menggunakan IR, XRD, dan SEM, serta uji antibakteri memodom difusi agar. Hasil menunjukkan bahwa aktivasi meningkatkan kristalinitas dan intensitas gugus silanol (Si-OH) yang berperan dalam aktivitas antibakteri. Citra SEM menunjukkan perbaikan struktur setelah purifikasi. Formulasi 5 g zeolit menghasilkan zona hambat terbesar, menunjukkan efektivitas optimal. Secara keseluruhan, ZAL berpotensi dikembangkan sebagai bahan aktif antibakteri alami dalam produk masker wajah yang aman dan ramah lingkungan.

Kata kunci: antibakteri, masker wajah, *p.acnes*, zeolit

Abstrak

Acne vulgaris is a common skin disorder caused by clogged pores and infection by *Propionibacterium acnes*. The use of synthetic chemicals in skincare products often leads to side effects, highlighting the need for safer and eco-friendly natural alternatives. Natural zeolite, particularly Lampung Natural Zeolite (ZAL), has potential as an antibacterial agent due to its porous structure and adsorption capacity. This study evaluates the effectiveness of ZAL as an active ingredient in clay mask formulations against *P. acnes*. ZAL was activated and purified, then formulated into masks with varying concentrations (2.5 g, 5 g, and 7.5 g). Characterization was conducted using IR, XRD, and SEM, while antibacterial activity was tested using the agar diffusion method. Activation improved crystallinity and increased silanol (Si-OH) groups, enhancing antibacterial performance. The 5 g zeolite formulation showed the largest inhibition zone, indicating optimal effectiveness. Overall, ZAL demonstrates strong potential as a natural antibacterial agent for facial mask products.

Keywords: antibacterial, facial mask, *P. acnes*, zeolite

1. PENDAHULUAN

Acne vulgaris atau yang lebih dikenal dengan jerawat, merupakan gangguan kulit yang terjadi akibat penyumbatan pori-pori oleh minyak berlebih dan sel-sel kulit mati yang umumnya dipicu oleh perubahan hormon sehingga produksi sebum meningkat (Vasam et al., 2023). Kondisi ini termasuk penyakit kulit yang mempengaruhi kelenjar minyak melalui proses peradangan atau infeksi. Diperkirakan sekitar 85% orang dewasa pernah mengalami

setidaknya sekali seumur hidup dan umumnya, jerawat muncul pada masa remaja hingga usia dua puluhan dan bersifat sementara, meskipun pada beberapa individu dapat berlangsung lebih lama (Hasanah & Hasan, 2022). Menurut Purwanjani, dkk. (2021) timbulnya jerawat tidak hanya disebabkan oleh faktor eksternal seperti debu, kulit berminyak, atau kulit sensitif, tetapi juga oleh peran bakteri yang turut berkontribusi dalam proses pembentukan jerawat. Salah satu bakteri yang paling sering

dikaitkan dengan munculnya jerawat adalah *Propionibacterium acnes*, yaitu bakteri gram positif berbentuk batang yang merupakan flora normal pada permukaan kulit manusia namun dapat memicu peradangan ketika pertumbuhannya berlebihan (Purwanjani et al., 2021).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi jerawat, salah satunya menggunakan produk perawatan kulit yang mengandung bahan antibakteri, seperti masker wajah. Saat ini banyak produk kosmetik mengandung bahan aktif sintetis, tetapi penggunaan bahan kimia sintetis tersebut tidak lepas dari efek samping, seperti iritasi kulit, ketidakseimbangan mikrobiota alami, serta dampak negatif terhadap lingkungan (Jha & Jha, 2024; Alnuqaydan, 2024). Oleh karena itu, muncul kebutuhan akan inovasi bahan aktif alami yang aman, ramah lingkungan, dan tetap efektif sebagai antibakteri. Salah satu bahan alam yang memiliki potensi besar adalah zeolit alam, yang merupakan senyawa aluminosilikat yang tersusun atas unit $[\text{SiO}_4]^{4-}$ dan $[\text{AlO}_4]^{4-}$.

Adanya ion Al^{3+} menyebabkan timbulnya muatan negatif pada kerangka zeolit, yang kemudian diseimbangkan oleh kation logam alkali atau alkali tanah, jenis dan jumlah kation tersebut bergantung pada banyaknya unit $[\text{AlO}_4]^{5-}$ dalam struktur zeolit (Neolaka & Kalla, 2024). Menurut Jayana dkk. (2024) zeolit dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan asalnya, yaitu zeolit alam dan zeolit sintetis. Zeolit alam umumnya mengandung ion-ion seperti Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , dan Na^+ , sedangkan zeolit sintetis biasanya hanya memiliki ion Na^+ atau K^+ (Jayana et al., n.d.).

Provinsi Lampung sendiri memiliki cadangan zeolit alam yang sangat besar. Berdasarkan data Direktorat Pengembangan Potensi Daerah tahun 2012, potensi sumber daya tersebut diperkirakan mencapai 31.173.505 ton. Secara komposisi, Zeolit Alam Lampung (ZAL) didominasi oleh silika (SiO_2) sebesar 79,1% dan alumina (Al_2O_3) sebesar 15,8% dari total beratnya. Kandungan silika dan alumina yang tinggi menjadikan ZAL sebagai bahan baku yang berpotensi menggantikan material komersial dalam sintesis zeolit LTA (Ginting et al., 2019). Selain itu, wilayah Provinsi Lampung juga diperkirakan memiliki cadangan mineral zeolit sekitar 2.140.000 m^3 , dengan potensi total mencapai 8.000.000 m^3 yang tersebar di berbagai daerah (Mulyani et al., 2017). Jumlah ini menunjukkan

besarnya potensi ZAL untuk dimanfaatkan dalam rangka meningkatkan nilai tambah bahan alam di Provinsi Lampung.

Zeolit memiliki sifat asam serta pori-pori berukuran molekuler dan sebagai mineral berpori, zeolit memiliki karakteristik yang serupa dengan mineral silika lainnya (SN et al., 2023). Struktur berpori zeolit memungkinkan penyerapan molekul kecil dan ion logam, sehingga dapat digunakan sebagai bahan aktif maupun media pembawa senyawa antibakteri. Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Amalia & Purwamargapratala, 2017), menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak kulit delima dengan zeolit yang telah dipanaskan secara signifikan mempercepat pemberantasan bakteri *Propionibacterium acnes*.

Formulasi ini mampu menghilangkan seluruh koloni bakteri penyebab jerawat hanya dalam waktu dua jam, jauh lebih cepat dibandingkan penggunaan ekstrak kulit delima tunggal yang membutuhkan sekitar sepuluh jam untuk hasil serupa. Peningkatan efektivitas ini terjadi karena pemanasan mengubah struktur zeolit sehingga luas permukaan dan pori-porinya meningkat. Hal tersebut membuat kemampuan zeolit dalam menyerap serta menstabilkan partikel antibakteri dari ekstrak delima dalam formula *clay mask* menjadi lebih optimal. Tetapi, sampai saat ini belum ada penelitian yang berfokus pada potensi zeolit alam itu sendiri sebagai antibakteri. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini merupakan langkah awal untuk menilai efektivitas masker wajah berbahan dasar zeolit alam dalam mengurangi jerawat, sehingga perbandingan dengan adanya bahan aktif lain dapat diketahui.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mortar, alu, cawan petri, ayakan 200 mesh, pipet mikro, neraca analitik, kaca arloji, gelas ukur, inkubator, pH meter, wadah *clay mask*, batang pengaduk, gelas kimia, kaca objek, *Fourier-transform Infrared Spectroscopy* (Agilent Cary 630), *X-Ray Diffraction* (Rigaku Smartlab SE), dan *Scanning Electron Microscopy* (JEOL JSM-6510LA). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nipagin, zeolite alam, akuades, xantan gum, BHT, bentonite, kaolin, isolat bakteri *Propionibacterium acnes* ATCC 6919, gliserin,

media MHA, sodium lauryl sulfate, antibiotik tetrasiklin, TiO₂, HCl, dan media PGBP standar Me Farland 0,5%.

2.2. Pra-perlakuan Zeolit Alam Lampung (ZAL)

Pra-perlakuan ZAL dilakukan sesuai prosedur yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya (Fajriani et al., 2022). Proses preparasi bahan baku diawali dengan pencucian zeolit dengan air diikuti dengan pengeringan di dalam oven pada suhu 105°C selama dua jam. Setelah proses pengeringan selesai, zeolit dihaluskan hingga didapatkan ukuran partikel yang lebih kecil menggunakan mortar dan alu. Selanjutnya, serbuk zeolit diayak dengan saringan berukuran 200 mesh. Untuk proses hidrasi, sebanyak 50 gram zeolit yang telah disiapkan, dimasukkan ke dalam 100 mL aquades. Campuran tersebut selanjutnya diaduk selama 4 jam. Setelah tahap aktivasi selesai, zeolit yang dihasilkan disaring dan dibilas menggunakan aquades hingga pH filtrat mencapai kondisi netral, sekitar 7. Terakhir, zeolit dikeringkan kembali pada suhu 105°C selama 12 jam.

2.3. Pembuatan Clay Mask

Tabel 1. Variasi formulasi masker wajah

Bahan	Jumlah (gram)					
	F0	F1	F2	F3	F4	F5
ZAL	2,5	5	7,5	opt	opt	opt
Bentonit	1	1	1	1	1	1
Xanthan Gum	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Kaolin	34	34	34	34	34	34
Gliserin	2	2	2	2	2	2
SLS	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5
TiO ₂	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5
BHT	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0
Aquades	100	100	100	100	100	100

Ket: opt = kondisi optimum

Variasi komposisi bahan untuk formulasi clay mask dapat dilihat pada Tabel 1. Formulasi diawali dengan penambahan 27 mL aquades ke dalam mortar, diikuti dengan penambahan bentonit sebagai bahan dasar. Selanjutnya, xanthan gum yang telah dilarutkan dan membentuk gel dimasukkan ke dalam campuran, kemudian digerus hingga homogen dan seluruh komponen larut sempurna. Kaolin ditambahkan secara bertahap sambil terus dilakukan proses penggerusan, disertai dengan penambahan titanium dioksida (TiO₂) dan gliserin untuk membentuk fase pertama. Secara

terpisah, butylated hydroxytoluene (BHT) dan Nipagin dilarutkan dalam 20 mL air panas untuk membentuk larutan A, sedangkan sodium lauryl sulfate (SLS) dilarutkan dalam akuades untuk membentuk larutan B.

Larutan A kemudian ditambahkan ke dalam campuran fase pertama secara perlahan sambil digerus, diikuti dengan penambahan larutan B sebagai fase kedua. Setelah kedua fase dicampurkan, proses penggerusan dilanjutkan hingga diperoleh campuran yang homogen. Zeolit yang telah melalui proses aktivasi dimasukkan ke dalam campuran, dan seluruh komponen digerus kembali hingga terbentuk sediaan clay mask yang stabil dan homogen secara fisik (Maharani et al., 2024).

2.4. Peremajaan Bakteri P. acnes

Peremajaan bakteri dilakukan dengan menyiapkan 3 tabung reaksi. Satu tabung sebagai kontrol dan diberi sumbat dengan kasa dan kapas, kemudian disiapkan larutan luria bertani sebanyak 15 mL. Larutan dituangkan sebanyak 5 ml ke masing-masing tabung lalu tabung ditutup dengan sumbat dan dilakukan sterilisasi menggunakan autoclave. Setelah itu, disiapkan isolat bakteri P.acnes dan diambil sebanyak 100 µL kemudian dimasukkan 3 tabung reaksi tersebut dalam shaker inkubator selama 24 jam.

2.5. Uji Aktivitas Antibakteri

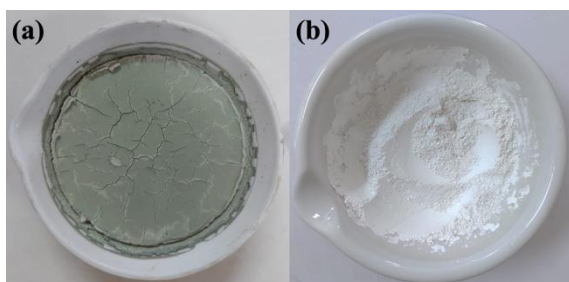
ZAL dilarutkan menggunakan aquades dengan perbandingan 1:1 (b/v). Isolat Propionibacterium acnes disiapkan dalam bentuk suspensi menggunakan media pengencer PGBP (Phosphate Buffered Saline) hingga mencapai tingkat kekeruhan yang setara dengan standar 0,5 Me Farland. Suspensi bakteri P. acnes ATCC 6919 kemudian diambil menggunakan kapas steril dan dioleskan secara menyeluruh ke permukaan media Mueller Hinton Agar (MHA). Setelah itu, dibuat lubang kecil pada media menggunakan bantuan pipet dan ke dalam setiap lubang ditambahkan 50 µL larutan zeolit. Sebagai pembanding, ditambahkan antibiotik tetrasiklin sebagai kontrol positif dan aquades steril sebagai kontrol negatif. Seluruh cawan petri kemudian diinkubasi selama 24 jam untuk mengamati terbentuknya zona inhibisi (Mariani et al., 2023).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pra-perlakuan dan Karakterisasi Zeolit Alam Lampung dan *Clay Mask*

Pra-perlakuan Zeolit Alam Lampung (ZAL) dilakukan melalui pencucian dengan air untuk menghilangkan kotoran fisik dan pengotor larut air seperti debu, tanah, garam mineral, serta partikel lepas yang menempel di permukaan zeolit, sehingga sampel menjadi lebih bersih dan homogen. Selanjutnya ZAL dikeringkan pada suhu 105°C selama 2 jam untuk menghilangkan air bebas dan air teradsorpsi di dalam pori-pori zeolit tanpa merusak struktur kristalnya, sekaligus mengeringkan dan menstabilkan massa sampel sebelum tahap aktivasi (Florez et al., 2021; Tasić et al., 2019).

ZAL yang sudah kering kemudian dihaluskan dan disaring menggunakan ayakan 200 mesh. Menurut Nababan, dkk. (2024) penghalusan dan penyaringan ZAL bertujuan untuk memperoleh ukuran partikel yang lebih kecil dan seragam sehingga meningkatkan homogenitas material serta memudahkan pencampuran pada aplikasi lanjutan. Ukuran partikel yang lebih halus juga berkontribusi pada peningkatan luas permukaan spesifik dan keterbukaan pori, sehingga kemampuan adsorpsi dan interaksi zeolit dengan zat target menjadi lebih optimal. Selain itu, keseragaman ukuran partikel penting untuk menjamin konsistensi kinerja, kenyamanan, dan keamanan, terutama ketika zeolit digunakan sebagai bahan fungsional dalam pembuatan masker (Nababan et al., 2024).

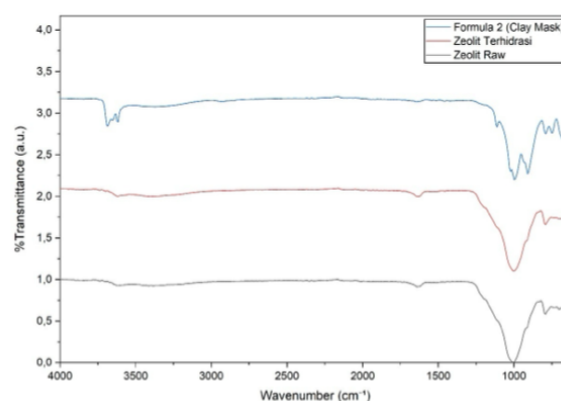


Gambar 1. Zeolit Alam Lampung (ZAL) (a) sebelum dan (b) sesudah aktivasi dan purifikasi

Aktivasi dan purifikasi ZAL sebelum digunakan sebagai bahan masker adalah untuk menghilangkan pengotor dan meningkatkan sifat fungsional zeolit, sehingga diperoleh material yang lebih murni, berpori terbuka, luas permukaan besar, aman, dan efektif dalam fungsi adsorpsi, filtrasi, serta aktivitas antibakteri (Atikah, 2017; Yanti et al., 2021).

ZAL hasil aktivasi dan purifikasi dapat dilihat pada Gambar 1. Sebelum mengalami aktivasi dan purifikasi, ZAL berwarna hijau dan mengalami perubahan menjadi putih keabuan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya (Herlina et al., 2024, 2025) perubahan warna menunjukkan berkurangnya kandungan pengotor mineral dan senyawa logam, terutama oksida besi dan mineral lempung, yang sebelumnya memberikan warna kehijauan pada zeolit alam.

Proses purifikasi, seperti pencucian dan perlakuan kimia, melarutkan atau melepaskan pengotor tersebut dari permukaan dan pori zeolit, sedangkan aktivasi membantu membersihkan pori dan menstabilkan struktur kristal. Akibatnya, zeolit menjadi lebih murni dengan permukaan yang lebih bersih dan reflektif, sehingga warna yang tampak berubah menjadi lebih cerah, yaitu putih keabuan.



Gambar 2. Spektra IR ZAL raw, hasil pra-perlakuan, dan clay mask

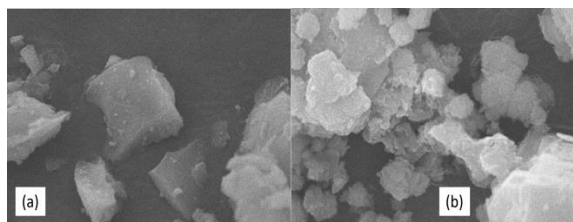
Hasil karakterisasi zeolit teraktivasi melalui spektroskopi FTIR ditunjukkan pada Gambar 2. Perbandingan spektra IR mengkonfirmasi keberhasilan modifikasi struktur, ditandai dengan puncak serapan kuat kerangka alumina-silikat pada 1006,4 cm^{-1} dan yang lebih krusial, terdeteksinya gugus hidroksil/silanol pada 3623 cm^{-1} dan 3364,4 cm^{-1} (Herlina et al., 2022) yang merupakan indikasi vital dari proses dealuminasi dan pembentukan situs aktif yang diyakini meningkatkan kemampuan adsorpsi dan fungsi antibakteri zeolit. Puncak ini dikaitkan dengan vibrasi regangan gugus hidroksil (-OH), khususnya gugus silanol (Si-OH) yang terbentuk akibat proses dealuminasi.

Keberadaan gugus silanol ini merupakan bukti keberhasilan aktivasi, karena gugus ini berperan sebagai situs asam Bronsted

dan meningkatkan hidrofobisitas permukaan, yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan kapasitas adsorpsi sebum (bersifat non-polar) dan potensi interaksi dengan bakteri. Puncak air teradsorpsi ($1625,1 \text{ cm}^{-1}$) mengindikasikan adanya molekul air yang masih terperangkap di dalam pori atau teradsorpsi pada permukaan zeolit, meskipun telah melalui tahap pengeringan pada suhu 105°C (Bohács et al., 2017; Król et al., 2016).

Interpretasi puncak-puncak ini sangat penting karena menetapkan korelasi langsung antara modifikasi kimiawi (yang dikonfirmasi oleh gugus silanol yang meningkat) dan potensi kinerja fungsional material. Keberhasilan dalam memunculkan gugus silanol ini adalah prasyarat keberhasilan zeolit dalam mekanisme antibakteri, baik melalui adsorpsi maupun melalui potensi pelepasan ion logam terlepas selama dealuminasi (Peixoto et al., 2021).

Morfologi permukaan zeolit alam sebelum proses purifikasi pada citra SEM menunjukkan bahwa partikel-partikel masih menggumpal (*agglomerated*) dengan bentuk yang tidak beraturan serta permukaan yang kasar. Ukuran partikel tampak bervariasi (heterogen), mengindikasikan bahwa sampel masih mengandung pengotor seperti silika bebas, mineral lempung, maupun oksida logam lain yang belum terpisahkan secara sempurna. Struktur partikel yang tampak padat dan saling menempel menunjukkan bahwa pori-pori zeolit belum terbuka secara optimal, akibat masih adanya impuritas yang menutupi permukaan aktif. Kondisi ini menyebabkan luas permukaan spesifik zeolit relatif rendah, sehingga aktivitas adsorpsinya juga diperkirakan masih terbatas.



Gambar 3. Citra SEM ZAL (a) sebelum dan (b) sesudah aktivasi dan purifikasi

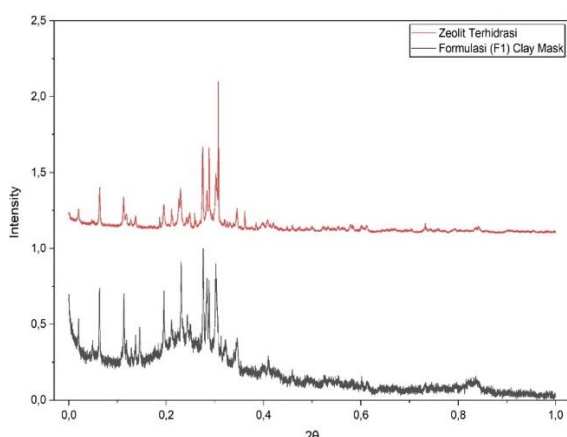
Setelah proses aktivasi dan purifikasi, citra SEM zeolit alam menunjukkan perubahan morfologi yang signifikan dibandingkan kondisi awal, dimana partikel-partikel tampak lebih terdispersi dengan tingkat aglomerasi yang berkurang, bentuk yang lebih tegas, serta permukaan yang relatif lebih bersih dan halus.

Menurut Mahfuzin, dkk. (2020) berkurangnya pengotor seperti silika bebas, mineral lempung, dan oksida logam menyebabkan pori-pori zeolit menjadi lebih terbuka dan batas antarpartikel terlihat lebih jelas, sehingga struktur tidak lagi tampak padat dan saling menempel. Perubahan ini mengindikasikan peningkatan keterbukaan pori dan luas permukaan spesifik zeolit, yang pada akhirnya berkontribusi pada meningkatnya kemampuan adsorpsi dan kinerja fungsional zeolit setelah aktivasi dan purifikasi (Mahfuzin et al., 2020).

Hasil analisis XRD pada Gambar 4 menunjukkan perbandingan antara pola difraksi zeolit hasil aktivasi dan purifikasi formulasi *clay mask* (F1). Pola difraksi zeolit hasil aktivasi dan purifikasi memperlihatkan puncak-puncak yang tajam dan intens pada berbagai sudut 2θ , menandakan bahwa zeolit memiliki struktur kristalin yang teratur dan tingkat kemurnian yang baik. Sebaliknya, pada formulasi *clay mask* (F1) terlihat penurunan intensitas dan pelebaran puncak difraksi, yang menunjukkan berkurangnya tingkat kristalinitas akibat proses pencampuran dengan bahan lain dalam formulasi.

Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian struktur kristal zeolit mengalami amorfisasi karena adanya interaksi antarkomponen, seperti bahan organik, pengikat, atau zat aktif lain dalam *clay mask*, yaitu xanthan gum, kaolin, gliserin, sodium lauryl sulfoacetate, dan BHT. Meskipun demikian, beberapa puncak khas zeolit masih terdeteksi, menandakan bahwa struktur utama zeolit tetap bertahan dalam sistem formulasi.

Perubahan ini membuktikan bahwa zeolit terdispersi dengan baik dalam matriks *clay mask* dan tetap berperan aktif sebagai material penyerap atau adsorben, meskipun mengalami penurunan keteraturan kristal akibat modifikasi dalam formulasi produk. Kemampuan adsorpsi zeolit sebagai masker wajah memberikan keuntungan, yaitu menyerap minyak berlebih dan mengikat kotoran serta polutan. Zeolit juga dapat mengadsorpsi sel kulit mati dan eksudat ringan sehingga mampu mempercepat regenerasi kulit (García-Villén et al., 2020). Permukaan zeolit dapat bertindak sebagai *carrier* atau penyimpan terkontrol bahan aktif yaitu gliserin dan BHT (Ferreira et al., 2022).



Gambar 4. Difraktogram ZAL teraktivasi dan terpurifikasi serta Clay Mask F1

Setelah memastikan kualitas material zeolit teraktivasi melalui FTIR, SEM, dan XRD selanjutnya dilakukan pembuatan *clay mask*. Formulasi ini harus mampu mengintegrasikan zeolit teraktivasi tanpa mengganggu stabilitas sediaan kosmetik secara keseluruhan. Formulasi masker lumpur ini dirancang dalam tiga variasi utama (F1, F2, F3) yang berbeda hanya pada konsentrasi zeolit alam teraktivasi (2,5 g; 5 g; dan 7,5 g), sementara komponen dasar lainnya dijaga konstan. Basis matriksnya terdiri dari kaolin (untuk daya serap ringan) dan bentonit (untuk mengental dan menjaga dispersi partikel), didukung oleh xanthan gum sebagai pengental.



Gambar 5. Clay mask yang dihasilkan

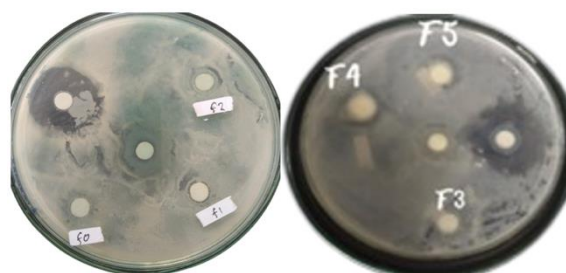
Stabilitas dan keamanan dipastikan dengan penambahan gliserin (pelembap) dan BHT (antioksidan). Proses pembuatannya yang bertahap, mulai dari pencampuran fase cair hingga penambahan zeolit sehingga menghasilkan produk akhir yang homogen dan stabil secara fisik, memungkinkan

perbandingan kinerja antibakteri berdasarkan konsentrasi zeolit yang berbeda. *Clay mask* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5. Pada formulasi dengan konsentrasi zeolit tertinggi (F3; 7,5 g), tantangan utama adalah memastikan zeolit, yang merupakan partikel anorganik, terdispersi secara merata. Dibutuhkan proses penggilingan yang intensif dan penstabil yang kuat untuk mencegah partikel mengendap atau menggumpal dalam campuran yang pekat. Jika tidak homogen, sediaan akan terasa kasar dan bisa menyebabkan iritasi pada kulit berjerawat.

3.2. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri

Berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri yang telah dilakukan terhadap *Propionibacterium acnes*, diperoleh data bahwa dari ketiga variasi formulasi yang diuji F0 (mengandung 2,5 g zeolit), F1 (5 g zeolit), dan F2 (7,5 g zeolit) sampel F1 menunjukkan zona hambat (zona inhibisi) yang paling luas dan jernih ($\pm 0,6$ cm), mengindikasikan aktivitas antibakteri yang paling potensial. Menariknya, formulasi F2 dengan konsentrasi zeolit tertinggi justru menunjukkan zona hambat yang lebih kecil dibandingkan F1.

Fenomena ini diduga kuat berkaitan dengan tantangan dispersi partikel pada konsentrasi tinggi, seperti yang telah diidentifikasi sebelumnya. Pada konsentrasi 7,5 g, partikel zeolit cenderung mengalami aglomerasi atau penggumpalan dalam matriks masker, sehingga mengurangi luas permukaan aktif yang dapat berinteraksi dengan bakteri. Akibatnya, efektivitas antibakterinya pun menurun. Dengan demikian, dapat disimpulkan sementara bahwa konsentrasi 5 g merupakan kadar optimum yang menyeimbangkan antara jumlah material aktif dan kemampuannya untuk terdispersi secara merata, sehingga menghasilkan kinerja antibakteri yang maksimal dalam formulasi *clay mask*.



Gambar 6. Hasil uji aktivitas antibakteri *P.acnes*

Untuk memahami kontribusi masing-masing komponen non-aktif terhadap efikasi antibakteri formulasi, dilakukan uji eliminasi pada beberapa bahan kunci. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Formula F3, yang dibuat tanpa penambahan *sodium lauryl sulfoacetate* (SLS), tidak menghasilkan zona hambat sama sekali. Hal ini mengindikasikan bahwa SLS, sebagai surfaktan, memegang peranan krusial yang kemungkinan besar tidak hanya sebagai agen pembusa, tetapi juga dalam meningkatkan dispersi partikel zeolit sehingga memperluas luas kontak antara zeolit dan sel bakteri, serta berpotensi mengganggu integritas membran sel bakteri secara langsung.

Perlu ditegaskan bahwa dalam formulasi ini, zeolit berperan sebagai agen antibakteri utama, Aktivitas antibakterinya dapat dikaitkan dengan sifat pertukaran kation, kemampuan adsorpsi, serta potensi pelepasan ion aktif yang dapat mengganggu keseimbangan ionik dan permeabilitas membran sel bakteri *P.Acnes*. Dengan demikian, zeolit bukan sekedar bahan pembantu, melainkan komponen aktif yang memberikan kontribusi langsung terhadap terbentuknya zona hambat. Hasil serupa juga ditemukan pada Formula F4, yang tidak mengandung titanium dioksida (TiO_2), dimana tidak ada aktivitas penghambatan yang teramati.

Temuan ini cukup signifikan, menunjukkan bahwa TiO_2 bukan sekedar agen pemutih atau pengisi inert, melainkan berkontribusi secara sinergis terhadap kemampuan formulasi dalam melawan bakteri *P. acnes*. Sebaliknya, Formula F5, yang diformulasikan tanpa antioksidan *butylated hydroxytoluene* (BHT), tetap menunjukkan adanya zona hambat yang jelas. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa BHT tidak memiliki peran langsung dalam aktivitas antibakteri dan fungsinya murni sebagai pelindung stabilitas produk, sementara sodium lauryl sulfoacetate dan titanium dioksida adalah komponen esensial yang sangat diperlukan untuk mencapai efektivitas antibakteri yang optimal pada sediaan *clay mask* ini.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Zeolit Alam Lampung (ZAL) berhasil diaktivasi untuk meningkatkan potensinya sebagai agen antibakteri yang divalidasi melalui hasil

karakterisasi IR, SEM, dan XRD. Konsentrasi 5 gram zeolit (Formula F1) terbukti menjadi kadar optimum dalam formulasi clay mask untuk menghasilkan aktivitas antibakteri yang maksimal terhadap *Propionibacterium acnes*. Diketahui bahwa efektivitas formulasi tidak hanya bergantung pada zeolit sebagai bahan aktif utama, tetapi juga didukung secara sinergis oleh komponen fungsional lainnya. Secara spesifik, sodium lauryl sulfoacetate (SLS) dan titanium dioksida (TiO_2) merupakan komponen esensial yang mutlak diperlukan untuk mencapai potensi penghambatan bakteri yang optimal, sementara BHT tidak menunjukkan peran yang signifikan dalam mekanisme antibakteri tersebut.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (Belmawa), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia serta Institut Teknologi Sumatera atas dukungan pendanaan melalui Program Kreativitas Mahasiswa Riset Eksakta (PKM-RE).

DAFTAR PUSTAKA

- Alnuqaydan, A. M. (2024). The dark side of beauty: An in-depth analysis of the health hazards and toxicological impact of synthetic cosmetics and personal care products. *Frontiers in Public Health, 12*, 1439027.
- Amalia, F., & Purwamargapratala, Y. (2017). Penggunaan zeolit untuk stabilisasi formula ekstrak kulit buah delima sebagai antibakteri. *Jurnal Kimia Dan Kemasan, 39*(1), 25–30.
- Atikah, W. S. (2017). Karakterisasi zeolit alam gunung kidul teraktivasi sebagai media adsorben pewarna tekstil. *Arena Tekstil, 32*(1).
- Bohács, K., Faitli, J., Bokányi, L., & Mucsi, G. (2017). Control of Natural Zeolite Properties by Mechanical Activation in Stirred Media Mill. *Archives of Metallurgy and Materials, Vol. 62, iss. 2B*. <https://doi.org/10.1515/amm-2017-0216>
- Fajriani, N., Kurniawan, H., & Nugraha, F. (2022). Identify the rhodamin B on lipsticks in the market using thin layer

- chromatography (TLC) method. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 4(3).
- Ferreira, A. P., Almeida-Aguiar, C., Costa, S. P., & Neves, I. C. (2022). Essential oils encapsulated in zeolite structures as delivery systems (EODS): An overview. *Molecules*, 27(23), 8525.
- Florez, C., Restrepo-Baena, O., & Tobon, J. I. (2021). Effects of calcination and milling pre-treatments on natural zeolites as a supplementary cementitious material. *Construction and Building Materials*, 310, 125220.
- García-Villén, F., Souza, I. M. S., de Melo Barbosa, R., Borrego-Sánchez, A., Sánchez-Espejo, R., Ojeda-Riascos, S., & Iborra, C. V. (2020). Natural Inorganic Ingredients in Wound Healing. *Current Pharmaceutical Design*, 26(6), 621–641. <https://doi.org/10.2174/1381612826666200113162114>
- Ginting, S., Sari, D. P., Iryani, D. A., Darmansyah, D., Hanif, M., & Wardono, H. (2019). Sintesis Zeolit Lynde Type-A (LTA) Dari Zeolit Alam Lampung (Zal) Menggunakan Metode Step Change Temperature Of Hydrothermal Dengan Variasi SiO₂/Al₂O₃ Diaplikasikan Untuk Dehidrasi Etanol. *Journal of Chemical Process Engineering*, 31–44.
- Hasanah, R. L., & Hasan, M. (2022). Deteksi lesi acne vulgaris pada citra jerawat wajah menggunakan metode k-means clustering. *Indonesian Journal on Software Engineering (IJSE)*, 8(1), 46–51.
- Herlina, I., Krisnandi, Y. K., & Ridwan, M. (2024). Oxidation of 5-hydroxymethylfurfural into 2,5-furandicarboxylic acid over CuO and NiO modified natural sourced hierarchical ZSM-5. *South African Journal of Chemical Engineering*, 47, 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2023.10.011>
- Herlina, I., Krisnandi, Y. K., & Ridwan, M. (2025). Production of 2,5-furandicarboxylic acid (FDCA) from delignified rice husk waste over Cu and Ni metal-organic framework catalyst. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 11, 101233. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2025.101233>
- Herlina, I., Puspitarum, D. L., Qadri, L. A., & Safitra, E. R. (2022). Pembuatan Biodiesel Berbahan Baku Fraksi Minyak Cpo (Crude Palm Oil) Parit Terkatalisis Zeolit Alam Lampung. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.31942/inteka.v7i1.5631>
- Jayana, R., Fadlilah, I., & Prasadi, O. (n.d.). Karakteristik Sintesis Zeolit Dari Pemanfaatan Limbah Daun Nipah dan Alumunium Foil Bekas. *METANA*, 20(1), 1–13.
- Jha, A., & Jha, M. (2024). The Hidden Dangers: How Synthetic Organic Compounds Impact Health and the Environment. *International Journal of Nursing Information*, 3(2), 9–21.
- Król, M., Minkiewicz, J., & Mozgawa, W. (2016). IR spectroscopy studies of zeolites in geopolymeric materials derived from kaolinite. *Journal of Molecular Structure, From Molecules to Molecular Materials, Biological Molecular Systems and Nanostructures*, 1126, 200–206. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2016.02.027>
- Maharani, T. A., Norhabibah, N., Wati, N. R. I., Putri, L. R., & Malahayati, S. (2024). Pengembangan Formulasi Clay Mask Stick Ekstrak Rumput Gandum (*Triticum Aestivum* L) Komoditas Lokal yang Berpotensi Sebagai Antioksidan: Development of Clay Mask Stick Formulation with Wheat Grass Extract (*Triticum Aestivum* L) a Local Commodity with Potential as an Antioxidant. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 10(2), 6–14.
- Mahfuzin, A. N., Respati, S. M. B., & Dzulfikar, M. (2020). Analisis Filter Keramik Berpori Berbasis Zeolit Alam Dan Arang Sekam Padi Dalam Menurunkan Kandungan Partikel Air Sumur Galian. *JURNAL ILMIAH MOMENTUM*, 16(1). <https://doi.org/10.36499/mim.v16i1.3363>
- Mariani, H., Mahdi, N., & Umam, K. (2023). BIOSINTESIS NANOPARTIKEL

- PERAK (Agnps) DENGAN EKSTRAK DAUN KIRINYUH (*Chromolaena odorata*) TERIMPREGNASI ZEOLIT DALAM MENGHAMBAT BAKTERI PENYEBAB JERAWAT. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 5(2), 187–198.
- Mulyani, Y. W. T., Hidayat, D., & Isbiyantoro, Y. F. (2017). Ekstrak Daun Katuk (*Sauropus androgynus* (L) Merr) Sebagai Antibakteri Terhadap *Propionibacterium acnes* Dan *Staphylococcus epidermis*. *JFL Jurnal Farmasi Lampung*, 6(2).
- Nababan, Y. M., Rosmainar, L., & Angga, S. C. (2024). Sintesis Zeolit dari Abu Layang sebagai Media Lepas Lambat Senyawa Kalium. *Bohr: Jurnal Cendekia Kimia*, 3(01), 43–52.
- Neolaka, Y. A. B., & Kalla, E. B. (2024). Analisis bibliometric adsorpsi Pb (II) menggunakan adsorben berbasis zeolite alam. *Jurnal Beta Kimia*, 4(1), 68–76.
- Peixoto, P., Guedes, J. F., Rombi, E., Fonseca, A. M., Aguiar, C. A., & Neves, I. C. (2021). Metal Ion–Zeolite Materials against Resistant Bacteria, MRSA. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 60(35), 12883–12892. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.1c01736>
- Purwanjani, W., Lepakari, J., & PP, E. A. (2021). Antibacterial activity of fennel essential oil against *Propionibacterium acnes* bacteria. *Joseph: Journal of Science and Pharmacy*, 1(01), 30–36.
- SN, R. A., Iskandar, N., & Sulardjaka, S. (2023). Pengaruh Kalsinasi Pelet Katalis Zeolit Alam Pada Kekuatan Mekanis Dengan Binder Kaolin. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(4), 205–210.
- Tasić, Ž., Bogdanović, G., & Antonijević, M. (2019). Application of natural zeolite in wastewater treatment: A review. *Journal of Mining and Metallurgy A: Mining*, 55(1), 67–79.
- Vasam, M., Korutla, S., & Bohara, R. A. (2023). Acne vulgaris: A review of the pathophysiology, treatment, and recent nanotechnology based advances. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 36, 101578.
- Yanti, R. N., Hambali, E., Pari, G., & Suryani, A. (2021). Analisis Karakteristik Fungsi Zeolit Alam Aktif Sebagai Katalis Setelah Diimpregnasi Logam Nikel. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 39(3), 138–147.