

**PROFIL SENYAWA BIOAKTIF *Eucheuma cottonii* SEBAGAI POTENSI
ANTIBAKTERI TERHADAP BAKTERI PENYEBAB JERAWAT**

SKRIPSI

Oleh

**MIRANDA ZAHWA MAHA CAKRI
NPM 2014221022**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**PROFIL SENYAWA BIOAKTIF *Eucheuma cottonii* SEBAGAI POTENSI
ANTIBAKTERI TERHADAP BAKTERI PENYEBAB JERAWAT**

Oleh

MIRANDA ZAHWA MAHA CAKRI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PROFIL SENYAWA BIOAKTIF *Eucheuma cottonii* SEBAGAI POTENSI ANTIBAKTERI TERHADAP BAKTERI PENYEBAB JERAWAT

Oleh

MIRANDA ZAHWA MAHA CAKRI

Eucheuma cottonii merupakan rumput laut merah yang berpotensi sebagai antibakteri alami terhadap bakteri penyebab jerawat, yaitu *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Propionibacterium acnes*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi profil senyawa bioaktif ekstrak etanol *Eucheuma cottonii* serta mengevaluasi aktivitas antibakterinya. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% dan menghasilkan rendemen sebesar 4,5%. Identifikasi senyawa bioaktif dilakukan menggunakan Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS) yang menunjukkan adanya 20 senyawa bioaktif dari golongan asam lemak, terpenoid, fenolik, heterosiklik, dan alkana. Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi cakram pada konsentrasi 30, 40, 50, 60, dan 70 ppm dengan *chloramphenicol* sebagai kontrol positif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh konsentrasi ekstrak mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji dengan kategori sedang (6–10 mm). Zona hambat tertinggi diperoleh pada konsentrasi 70 ppm terhadap *Propionibacterium acnes* sebesar 9,66 mm. Analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar konsentrasi dan waktu inkubasi (24 dan 48 jam), dan tidak terdapat perbedaan antar jenis bakteri. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Eucheuma cottonii* berpotensi dikembangkan sebagai agen antibakteri alami dalam penanganan jerawat.

Kata kunci: Antibakteri, *Eucheuma cottonii*, GC–MS, Jerawat, Senyawa Bioaktif

ABSTRACT

PROFILE OF BIOACTIVE COMPOUNDS FROM *Eucheuma cottonii* AS POTENTIAL ANTIBACTERIAL AGENTS AGAINST ACNE-CAUSING BACTERIA

By

MIRANDA ZAHWA MAHA CAKRI

Eucheuma cottonii is a red seaweed with potential as a natural antibacterial agent against acne-causing bacteria, namely *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, and *Propionibacterium acnes*. This study aimed to identify the bioactive compound profile of the ethanol extract of *Eucheuma cottonii* and to evaluate its antibacterial activity. Extraction was carried out using the maceration method with 96% ethanol, resulting in a yield of 4.5%. Identification of bioactive compounds was performed using Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS), which revealed 20 bioactive compounds belonging to the groups of fatty acids, terpenoids, phenolics, heterocyclic compounds, and alkanes. Antibacterial activity was tested using the disc diffusion method at concentrations of 30, 40, 50, 60, and 70 ppm, with chloramphenicol as the positive control. The results showed that all extract concentrations were able to inhibit the growth of the tested bacteria with moderate inhibition categories (6–10 mm). The highest inhibition zone was observed at 70 ppm against *Propionibacterium acnes*, measuring 9.66 mm. Statistical analysis indicated significant differences among concentrations and incubation times (24 and 48 hours), and no significant differences among bacterial species. These findings suggest that *Eucheuma cottonii* has potential to be developed as a natural antibacterial agent for acne treatment.

Keywords: Antibacterial, Acne, Bioactive Compounds, *Eucheuma cottonii*, GC–MS

Judul skripsi : PROFIL SENYAWA BIOAKTIF *Eucheuma cottonii*
SEBAGAI POTENSI ANTIBAKTERI TERHADAP
BAKTERI PENYEBAB JERAWAT

Nama Mahasiswa : **Miranda Zahwa Maha Cakri**

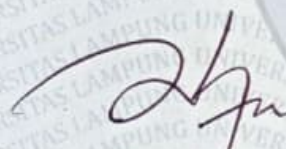
Nomor Pokok Mahasiswa : 2014221022

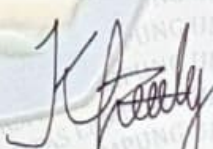
Program Studi : Ilmu Kelautan

Fakultas : Pertanian


MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.
NIP. 196402151996032001


Muhammad Kholiqul Amiin, S.Pi., M.Si.
NIP. 199407132022031010

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan


Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.

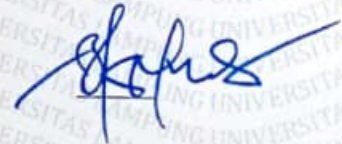


Sekretaris

: Muhammad Kholiqul Amiin, S.Pi., M.Si.



Penguji Bukan Pembimbing : Eko Efendi, S.T., M.Si.

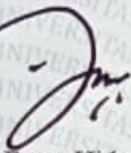


2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

196411181989021002



Tanggal lulus ujian skripsi: 09 Februari 2026



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN

Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145 Telp (0721) 704946 Fax (0721) 770347

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi yang berjudul "**Profil Senyawa Bioaktif *Eucheuma cottonii* Sebagai Potensi Antibakteri Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat**" tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur fabrikasi, falsifikasi, plagiat dan konflik kepentingan saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Bandar Lampung, 06 April 2026

Yang membuat pernyataan

Miranda Zahwa Maha Cakri
NPM. 2014221022

RIWAYAT HIDUP

Miranda Zahwa Maha Cakri adalah nama lengkap penulis, lahir di Bandar Lampung, Provinsi Lampung, pada tanggal 10 Juli 2001. Penulis lahir dari sepasang suami istri, Bapak Syamsuddin, S.H. dan Ibu Sasmawati sebagai anak ketiga. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 1 Kampung Baru, Bandar Lampung pada tahun 2007–2013, dilanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SMPN 8 Bandar Lampung pada tahun 2013–2016, dan pendidikan menengah atas di SMA YP Unila Bandar Lampung pada tahun 2016–2019.

Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Universitas Lampung, hingga akhirnya dapat menempuh kuliah Strata 1 di Prodi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2020.

Selama masa studi, penulis pernah mengikuti Lomba Karya Tulis Ilmiah (LKTI) dalam rangka Dies Natalis ke-56 FKIP Universitas Lampung pada tahun 2022. Penulis juga pernah mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Pekon Lok, Pulau Pisang, Lampung Barat, dan kegiatan Praktik Umum (PU) di Balai Besar Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan (BBKIPM).

Kepada Allah SWT yang selalu memberikan kekuatan dan rasa syukur serta untuk kedua orang tua, kakak, adik yang tidak pernah lupa memberikan semangat, do'a, dan cinta terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan ucapan rasa syukur panjatkan kepada Allah SWT, atas berkat rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi dengan judul “*Profil Senyawa Bioaktif Eucheuma cottonii Sebagai Potensi Antibakteri Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan.
3. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama.
4. Muhammad Kholiqul Amiin, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris.
5. Eko Efendi, S.T., M.Si. selaku Dosen Penguji Utama.
6. Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Kedua orang tua, Bapak Syamsuddin, S.H. dan Ibu Sasmawati.

Bandar Lampung, April 2026

Miranda Zahwa Maha Cakri
2014221022

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
I. PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pikir.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i>	6
2.2 Potensi Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i>	8
2.3 Identifikasi Senyawa Bioaktif Ekstrak <i>Eucheuma cottonii</i> Menggunakan GC-MS	9
2.4 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	10
2.5 Bakteri <i>Staphylococcus epidermidis</i>	12
2.6 Bakteri <i>Propionibacterium acnes</i>	14
2.7 Mekanisme Antibakteri	15
2.8 Uji Aktivitas Antibakteri	17
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.1.1 Waktu Penelitian	19
3.1.2 Tempat Penelitian.....	19
3.2 Bahan dan Alat	19
3.2.1 Bahan.....	19
3.2.2 Alat	20
3.3 Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1 Penepungan <i>Eucheuma cottonii</i>	24
3.3.2 Ekstraksi <i>Eucheuma cottonii</i>	24

3.3.3 Analisis Senyawa Bioaktif Ekstrak <i>Eucheuma cottonii</i> Menggunakan GC-MS	25
3.3.4 Pembuatan Media	26
3.3.5 Kultur Isolat Bakteri	26
3.3.6 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak	27
3.3.7 Uji Pendahuluan.....	27
3.3.8 Uji Aktivitas Antibakteri	28
3.4 Pengolahan dan Analisis Data.....	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil	30
4.1.1 Ekstrak Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i>	30
4.1.2 Profil Senyawa Bioaktif <i>Eucheuma cottonii</i>	30
4.1.3 Senyawa Bioaktif Antibakteri <i>Eucheuma cottonii</i>	33
4.1.4 Uji Aktivitas Antibakteri	34
4.2 Pembahasan.....	36
4.2.1 Ekstrak Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i>	36
4.2.2 Profil Senyawa Bioaktif <i>Eucheuma cottonii</i>	36
4.2.3 Senyawa Bioaktif Antibakteri <i>Eucheuma cottonii</i>	41
4.2.4 Uji Aktivitas Antibakteri	46
V. SIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Simpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nama bahan, konsentrasi, merek, dan fungsi/kegunaan bahan.....	19
2. Nama alat, spesifikasi, merek, dan fungsi/kegunaan alat.....	20
3. Nama senyawa, rumus molekul, area %, RT (min), dan keterangan	31
4. Nama senyawa, rumus molekul, area %, RT (min), dan keterangan	33
5. Rerata uji zona hambat ekstrak <i>Eucheuma cottonii</i> terhadap bakteri uji	34
6. Hasil uji statistik terhadap zona hambat berdasarkan waktu inkubasi yang berbeda	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	5
2. Rumpun laut <i>Eucheuma cottonii</i>	7
3. Bentuk bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	11
4. Bentuk bakteri <i>Staphylococcus epidermidis</i>	13
5. Bentuk bakteri <i>Propionibacterium acnes</i>	15
6. Prosedur Penelitian.....	23
7. Kromatogram GC–MS ekstrak <i>Eucheuma cottonii</i>	31

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kulit merupakan jaringan terluar yang menutupi seluruh permukaan tubuh dan berperan sebagai pelindung utama terhadap berbagai pengaruh lingkungan eksternal. Struktur kulit bersifat kompleks dan menunjukkan variasi berdasarkan faktor iklim, usia, jenis kelamin, ras, serta letaknya pada bagian tubuh tertentu. Secara anatomi, kulit tersusun atas tiga lapisan utama, yaitu epidermis, dermis, dan hipodermis. Pada lapisan epidermis yang merupakan lapisan terluar, terdapat struktur pelengkap kulit seperti rambut, kuku, serta kelenjar minyak (*glandula sebacea*). Kelenjar sebacea berfungsi menghasilkan sebum yang berperan dalam menjaga kelembapan dan keseimbangan kulit. Pada masa pubertas, aktivitas kelenjar minyak meningkat secara signifikan sehingga produksi sebum meningkat. Kondisi tersebut menyebabkan penumpukan sebum dan sel kulit mati yang berpotensi menyumbat pori-pori kulit. Penyumbatan pori-pori dapat memicu proliferasi bakteri penyebab jerawat seperti *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Propionibacterium acnes*, yang mengakibatkan terjadinya peradangan pada kulit. Peradangan ditandai dengan munculnya lesi, papul, pustul, serta kemerahan pada permukaan kulit yang dikenal sebagai jerawat (*Acne vulgaris*) (Anggraeni et al., 2023; Wardani, 2020).

Jerawat merupakan salah satu masalah kulit dengan prevalensi yang terus meningkat secara global. Studi Global Burden of Disease (GBD) tahun 2021 melaporkan bahwa prevalensi *Acne vulgaris* pada kelompok usia 10–24 tahun meningkat dari 8.563 per 100.000 jiwa pada tahun 1990 menjadi 9.790 per 100.00 jiwa pada tahun 2021, dengan dengan laju peningkatan tahunan sebesar 0,43% (Zhu et al., 2025). Di

Indonesia, prevalensi jerawat juga tergolong tinggi, di mana sekitar 80–85% kasus dialami oleh remaja berusia 15–18 tahun yang mulai mengalami perubahan hormonal pada masa pubertas (Kristianti et al., 2024). Data laporan rumah sakit di Provinsi Lampung menunjukkan bahwa kasus *Acne vulgaris* lebih banyak terjadi pada perempuan (69,7%) dibandingkan laki-laki (30,3%), dengan kelompok usia terbanyak berada pada rentang 16–25 tahun (53,2%) (Sibero et al., 2019). Berdasarkan tingginya angka kejadian tersebut, baik secara global maupun nasional, jerawat merupakan masalah dermatologis yang memerlukan penanganan yang lebih optimal.

Pengobatan jerawat umumnya dilakukan dengan menggunakan antibiotik yang berfungsi menghambat proses inflamasi serta membunuh bakteri penyebab infeksi. Beberapa jenis antibiotik yang sering digunakan antara lain klindamisin, tetrasiklin, eritromisin, dan doksisisiklin (Karim et al., 2022). Penggunaan antibiotik sebagai agen antibakteri memiliki sejumlah efek samping, seperti iritasi kulit, serta resiko resistensi bakteri akibat penggunaan jangka panjang. Selain itu, pemakaian antibiotik dalam jangka panjang dapat menimbulkan gangguan fungsi organ dan reaksi imunohipersensitivitas (Kurnia et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengobatan yang lebih aman dan ramah lingkungan, salah satunya dengan memanfaatkan bahan alami yang memiliki potensi sebagai antibakteri. Penggunaan bahan alami dinilai lebih aman karena umumnya tidak mengandung bahan kimia berbahaya, lebih ekonomis, mudah diperoleh, serta dapat diolah dengan cara yang sederhana. Selain itu, pemanfaatan bahan alami sebagai agen antibakteri juga dianggap ramah lingkungan dibandingkan obat konvensional yang diproduksi melalui proses industri berbasis bahan kimia.

Eucheuma cottonii merupakan salah satu jenis rumput laut yang diketahui memiliki potensi sebagai agen antibakteri alami. Berbagai penelitian melaporkan bahwa *Eucheuma cottonii* mengandung senyawa bioaktif dengan aktivitas farmakologis yang luas, meliputi aktivitas antioksidan, antivirus, antijamur, dan antimikroba (Sari et al., 2022). Berdasarkan hasil skrining fitokimia, ekstrak etanol *Eucheuma cottonii* diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, polifenol, tanin, dan saponin (Tandi et al., 2020). Kandungan senyawa-senyawa

bioaktif tersebut berperan penting dalam memberikan efek antibakteri yang dapat dimanfaatkan untuk menghambat pertumbuhan bakteri penyebab jerawat. Selain itu, aktivitas antioksidan yang dimiliki *Eucheuma cottonii* berpotensi membantu proses detoksifikasi kulit dari radikal bebas dan zat toksik yang dapat memicu pembentukan komedo maupun jerawat (Azmin et al., 2019).

Berdasarkan studi terdahulu, penelitian mengenai kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antibakteri *Eucheuma cottonii* telah banyak dilakukan, namun umumnya masih terbatas pada skrining fitokimia dan pengujian terhadap bakteri tertentu. Mutamimah et al. (2022) melaporkan keberadaan metabolit sekunder pada *Eucheuma cottonii*, tetapi belum mengidentifikasi senyawa bioaktif secara spesifik. Sementara itu, Nurjanah et al. (2018) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Propionibacterium acnes*, namun belum menguji bakteri lain yang juga berperan dalam patogenesis jerawat seperti *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis*. Dengan demikian, kajian mengenai profil senyawa bioaktif yang dikaitkan langsung dengan aktivitas antibakteri terhadap ketiga bakteri utama penyebab jerawat masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi senyawa bioaktif *Eucheuma cottonii* menggunakan GC–MS serta menguji aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Propionibacterium acnes*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan agen antibakteri alami serta melengkapi kajian di bidang bioteknologi dan farmasi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian untuk mengetahui profil senyawa bioaktif ekstrak rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan GC–MS (Gas Chromatography–Mass Spectrometry) dan aktivitas antibakteri dari ekstrak rumput laut *Eucheuma cottonii* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Propionibacterium acnes*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian, yaitu memberikan informasi mengenai profil senyawa bioaktif dalam ekstrak rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan GC–MS (Gas Chromatography–Mass Spectrometry) dan aktivitas antibakteri dari ekstrak rumput laut *Eucheuma cottonii* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Propionibacterium acnes*.

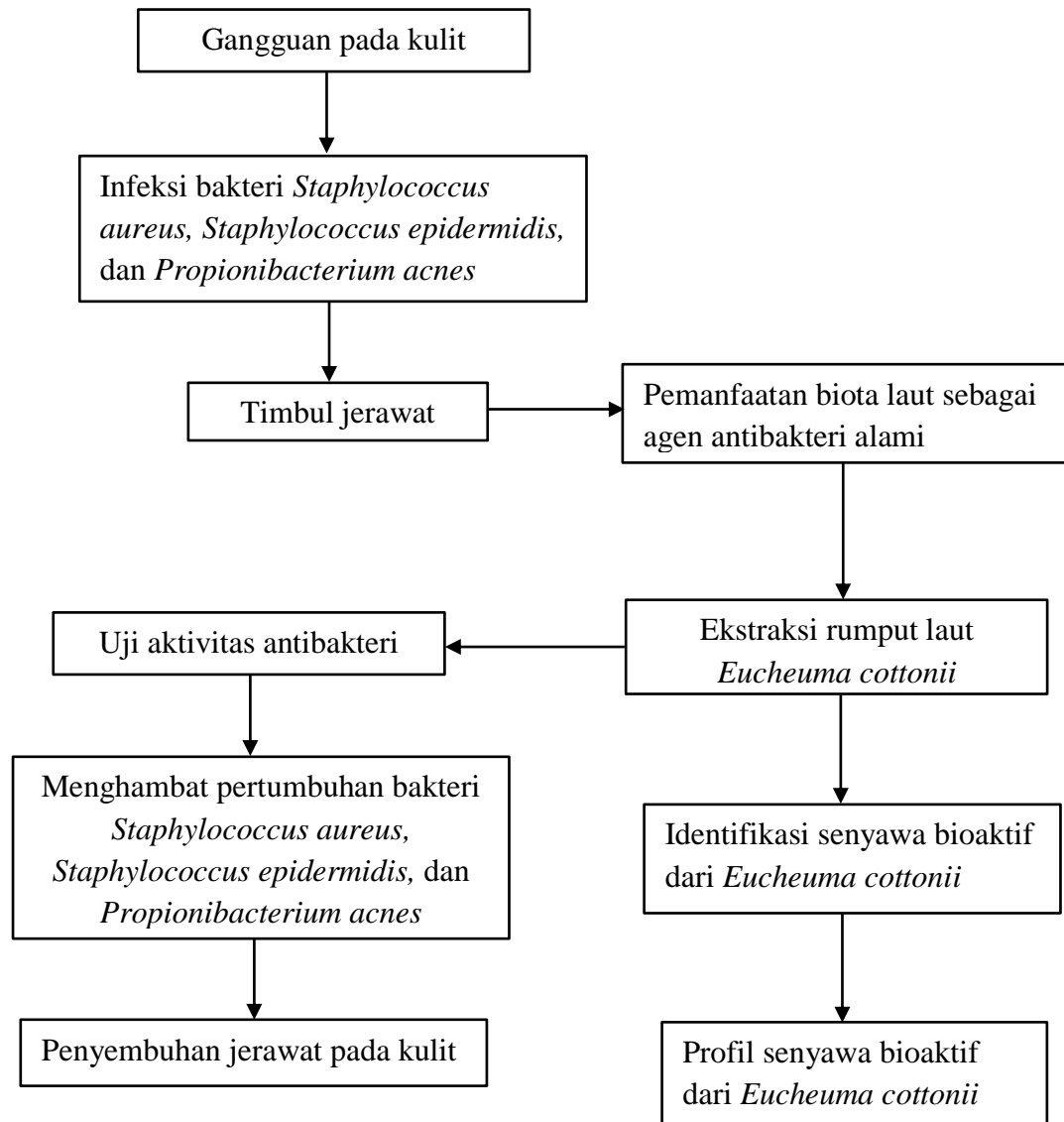
1.4 Kerangka Pikir

Jerawat merupakan gangguan kulit yang terjadi akibat interaksi antara peningkatan produksi sebum, penyumbatan pori-pori oleh sel kulit mati, dan aktivitas bakteri patogen. Kondisi tersebut menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan bakteri, terutama *Propionibacterium acnes*, serta bakteri lain seperti *Staphylococcus epidermidis* dan *Staphylococcus aureus*, yang berperan dalam memicu respons inflamasi pada kulit. Pengobatan jerawat umumnya menggunakan antibiotik seperti klindamisin, tetrasiklin, eritromisin, dan doksisisiklin. Namun, penggunaan jangka panjang berpotensi menimbulkan iritasi kulit, resistensi bakteri, serta efek samping sistemik. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengobatan yang lebih aman, salah satunya melalui pemanfaatan bahan alami dari biota laut yang berpotensi sebagai agen antibakteri.

Rumput laut *Eucheuma cottonii* merupakan salah satu biota laut yang diketahui mengandung metabolit sekunder dengan potensi aktivitas antibakteri. Penelitian ini diawali dengan proses ekstraksi *Eucheuma cottonii* untuk memperoleh senyawa bioaktif, kemudian dilanjutkan dengan proses identifikasi senyawa guna mengetahui komponen kimia yang terkandung di dalamnya. Selanjutnya, ekstrak rumput laut diuji aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Propionibacterium acnes* untuk mengetahui kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab jerawat. Apabila ekstrak tersebut terbukti efektif, maka hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung pemanfaatan *Eucheuma cottonii*

sebagai agen antibakteri alami yang berpotensi digunakan dalam penanganan jerawat, serta memberikan dasar ilmiah mengenai profil senyawa bioaktif yang berperan.

Kerangka pikir penelitian disajikan dalam bentuk bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Klasifikasi *Eucheuma cottonii* menurut Guiry & Guiry (2021) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Biliphyta
Filum : Rhodophyta
Subfilum : Eurhodophytina
Kelas : Florideophyceae
Subkelas : Rhodymeniophycidae
Ordo : Gigartinales
Famili : Solieriaceae
Genus : *Eucheuma*
Spesies : *Eucheuma cottonii*

Rumput laut merupakan salah satu tumbuhan laut yang termasuk dalam kelompok makroalga bentik yang hidupnya di dasar perairan dengan cara melekat (Agustang et al., 2021). Secara taksonomi rumput laut termasuk ke dalam divisi *Thalophyta* (tumbuhan bertalus), karena tidak dapat dibedakan dengan jelas antara akar, batang dan daunnya. Berdasarkan kandungan pigmen yang ditemukan di dalamnya rumput laut diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) kelas besar dari divisi *Thalophyta*, yaitu : *Chlorophyta* (alga hijau), *Phaeophyta* (alga coklat), dan *Rhodophyta* (alga merah) (Kepel & Mantiri, 2019). Rumput laut banyak mengandung senyawa kimia sebagai metabolit primer yang disebut hidrokoloid. Hidrokoloid telah dimanfaatkan untuk

berbagai industri seperti alginat, agar-agar, karaginan dan sebagainya (Julyasih, 2022). Selain produk metabolit primer, produk metabolit sekunder juga sudah banyak diamati untuk dijadikan sebagai bahan obat-obatan. Metabolit sekunder yang banyak diteliti adalah senyawa bioaktif.

Eucheuma cottonii memiliki ciri-ciri morfologi berupa talus yang bercabang-cabang dengan bentuk silindris atau pipih, serta percabangan yang tidak teratur dan bertekstur kasar. Ujung cabang talus dapat berbentuk tumpul atau runcing dengan warna bervariasi, antara cokelat keunguan hingga hijau kekuningan. Permukaan talus licin dan bersifat kartilaginous, dilapisi spina yang tersusun tidak teratur pada cabang-cabangnya. Warna talus umumnya hijau, hijau kekuningan, abu-abu, atau merah dengan bentuk yang bervariasi dari sederhana hingga kompleks (Sarita et al., 2021). *Eucheuma cottonii* biasanya memiliki warna hijau atau cokelat kemerahan sehingga sering dibedakan menjadi dua varietas, yaitu varietas hijau dan varietas cokelat (Hidayatulbaroroh, 2020). Seperti halnya tumbuhan tingkat tinggi, *Eucheuma cottonii* memerlukan sinar matahari sebagai sumber energi untuk melakukan proses fotosintesis. Proses pertumbuhan *Eucheuma cottonii* sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, melalui fotosintesis sel-sel rumput laut menyerap unsur hara yang berperan dalam aktivitas pembelahan sel (Darmawati, 2013). Sebagai organisme autotrof atau produsen, *Eucheuma cottonii* menghasilkan senyawa hasil metabolisme yang digunakan untuk membentuk dan memperbanyak jaringan talus (Nurqomar et al., 2022). Morfologi rumput laut *Eucheuma cottonii* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rumput laut *Eucheuma cottonii*
Sumber : Sarita et al., 2021.

2.2 Potensi Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Rumput laut *Eucheuma cottonii* telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, baik pangan maupun non-pangan (Syafitri et al., 2022). Pada bidang non-pangan, pemanfaatannya berfokus pada kandungan senyawa kimia yang memiliki aktivitas fisiologis, yang dikenal sebagai senyawa bioaktif (Lantah et al., 2017). Beberapa penelitian melaporkan bahwa *Eucheuma cottonii* mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, fenol, hidrokuinon, triterpenoid, dan alkaloid, yang berperan sebagai antioksidan, antivirus, antijamur, dan antimikroba (Sari et al., 2022). Selain itu, *Eucheuma cottonii* juga merupakan penghasil utama karagenan yang berfungsi sebagai stabilizer dan pengemulsi dalam produk kosmetik serta memiliki kemampuan melembapkan kulit. Kombinasi kandungan karagenan dan senyawa bioaktif tersebut memberikan potensi besar bagi *Eucheuma cottonii* untuk dikembangkan dalam industri farmasi dan kosmetik sebagai bahan alami dengan aktivitas antioksidan dan tabir surya yang baik (Nurjanah et al., 2019).

Rumput laut *Eucheuma cottonii* memiliki aktivitas antibakteri spektrum luas, karena mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram-positif maupun Gram-negatif (Kurnia et al., 2022). Mekanisme kerja *Eucheuma cottonii* meliputi penghambatan pertumbuhan bakteri penyebab jerawat, penekanan respon inflamasi pada kulit berjerawat, serta perlindungan terhadap kerusakan sel akibat radikal bebas (Husna et al., 2022; Awaluddin et al., 2024). Potensi tersebut menunjukkan bahwa *Eucheuma cottonii* merupakan sumber bahan alami yang prospektif untuk dikembangkan sebagai bahan baku produk kesehatan dan kosmetik yang efektif serta ramah lingkungan.

2.3 Identifikasi Senyawa Bioaktif Ekstrak *Eucheuma cottonii* Menggunakan GC–MS

Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS) merupakan teknik analisis yang menggabungkan kemampuan pemisahan Gas Chromatography (GS) dengan kemampuan identifikasi Mass Spectrometry (MS). Gas Chromatography (GS) digunakan melacak suatu senyawa yang bersifat volatil atau gampang menguap dalam keadaan vakum tinggi dan tekanan rendah apabila dipanaskan. Kegunaan dari Mass Spectrometry (MS) yaitu menentukan rumus molekul, bobot molekul, dan menghasilkan molekul bermuatan (Hotmian et al., 2021). Teknik GC–MS memiliki ketajaman yang tinggi, memungkinkan pemisahan senyawa yang tercampur dan analisis senyawa dalam berbagai kadar atau konsentrasi yang rendah. Metode ini digunakan secara luas dalam analisis senyawa volatil dan semi-volatil, termasuk senyawa bioaktif dari bahan alam seperti tumbuhan, alga, dan mikroorganisme (Candraningrat et al., 2021).

Pada tahap Gas Chromatography (GC), sampel yang telah dipreparasi diinjeksikan ke *injection port* dan diuapkan. Gas pembawa inert, seperti helium atau nitrogen, membawa uap sampel ke dalam kolom kapiler yang berisi fase diam. Pemisahan komponen sampel terjadi di dalam kolom berdasarkan perbedaan volatilitas dan interaksi antar komponen dengan fase diam. Tahap Mass Spectrometry (MS) dimulai ketika senyawa yang telah terpisah dari Gas Chromatography (GC) masuk ke *ion source* dan mengalami ionisasi, umumnya menggunakan metode *Electron Impact* (EI). Proses ionisasi menghasilkan ion-ion molekul dan ion fragmen yang khas untuk setiap senyawa. Ion-ion tersebut dipisahkan oleh *mass analyzer* berdasarkan rasio massa terhadap muatan (m/z) dan dideteksi, menghasilkan spektrum massa yang berfungsi sebagai “sidik jari” molekul. Hasil tersebut dicocokkan dengan basis data pustaka yang ada pada komputer berupa kromatogram dan spektra massa, sehingga dapat diketahui komponen senyawa volatil apa saja yang teridentifikasi (Surani et al., 2023).

Teknik GC–MS telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif seperti terpenoid, fenolik, alkaloid, dan asam lemak dari sumber alami (Ralte et al., 2022). Hasil analisis memberikan informasi mengenai profil kromatogram dan

struktur molekul senyawa dalam sampel. Keunggulan GC–MS adalah metode ini memiliki sensitivitas yang lebih tinggi terhadap senyawa yang mudah menguap (volatil) dan mampu melakukan analisis profiling pada ekstrak yang lebih kompleks. Selain itu, keunggulan lain dari analisis senyawa dengan metode GC–MS adalah pengoperasian alat yang mudah dilakukan, pemeliharaan yang lebih mudah dan biaya yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan metode Liquid Chromatography–Mass Spectrometry (LC–MS) (Indriani et al., 2023).

2.4 Bakteri *Staphylococcus aureus*

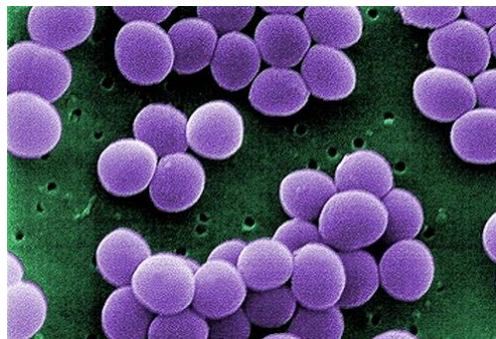
Klasifikasi *Staphylococcus aureus* menurut Soedarto (2015) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Bacteria
Subkingdom : Eubacteria
Filum : Firmicutes
Kelas : Bacilli
Ordo : Bacillales
Famili : Staphylococcaceae
Genus : *Staphylococcus*
Spesies : *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram-positif berbentuk bulat dengan diameter 0,7–1,2 μm , berkelompok tidak teratur seperti buah anggur, tidak membentuk spora, fakultatif anaerob, dan tidak berflagel (non motil). Bakteri ini tumbuh pada suhu optimum 37°C, tetapi membentuk pigmen paling baik pada suhu kamar (20–25°C). Bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki rona ungu dan menyerupai tandan anggur yang asimetris (Candrawati et al., 2025). Lebih dari 90% isolat klinik menghasilkan *Staphylococcus aureus* yang mempunyai kapsul polisakarida atau selaput tipis yang berperan dalam virulensi bakteri. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri koagulase positif, dan memfermentasi mannitol. Hal ini yang membedakan

Staphylococcus aureus dengan spesies *Staphylococcus* lainnya (Lestari & Salasia, 2015).

Staphylococcus aureus merupakan bagian dari flora normal manusia atau bakteri yang biasanya terdapat pada permukaan kulit maupun hidung manusia. *Staphylococcus aureus* yang jumlahnya melebihi kadar normal di kulit dapat menghasilkan toksin yang memicu terjadinya infeksi kulit. Pada kulit wajah, produksi minyak berlebih yang bercampur dengan keringat, debu, dan kotoran dapat menyumbat pori-pori, sehingga terbentuk komedo. Jika komedo terinfeksi bakteri, akan terjadi peradangan yang dikenal sebagai jerawat (Imasari & Emasari, 2021). Selain menyebabkan jerawat, *Staphylococcus aureus* dapat menginfeksi kulit melalui luka akibat gesekan, goresan, atau penyakit kulit lainnya. Bakteri ini dapat masuk ke jaringan yang lebih dalam bahkan ke aliran darah, menyebabkan bakteremia dan menyebar ke berbagai organ tubuh. Infeksi yang disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* dapat berupa bisul, jerawat, impetigo, dan infeksi luka (Hanina et al., 2022). Pada kasus yang lebih berat, bakteri ini dapat menimbulkan pneumonia, mastitis, plebitis, meningitis, infeksi saluran kemih, osteomielitis, dan endokarditis (Rahman et al., 2023). Berikut merupakan bentuk bakteri *Staphylococcus aureus* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk bakteri *Staphylococcus aureus*
Sumber : Deshmukh et al., 2021.

2.5 Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

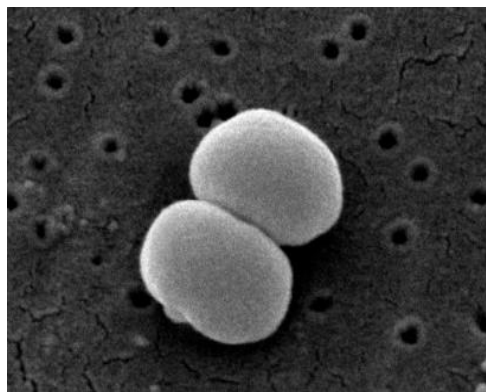
Menurut Garrity et al. (2004) klasifikasi bakteri *Staphylococcus epidermidis* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Bacteria
Subkingdom	: Eubacteria
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Staphylococcaceae
Genus	: <i>Staphylococcus</i>
Spesies	: <i>Staphylococcus epidermidis</i>

Staphylococcus epidermidis merupakan bakteri Gram-positif, tersusun dalam kelompok seperti buah anggur, koloni berwarna putih, tumbuh optimum pada suhu 30°C–37°C dan bakteri patogen yang bersifat oportunistik. Koloni pada pembenihan padat berbentuk bulat halus, menonjol, berkilau, tidak menghasilkan pigmen, koagulase negatif, tidak meragi manitol, berwarna putih porselen sehingga *Staphylococcus epidermidis* disebut *Staphylococcus albus*. Bakteri ini memiliki ciri-ciri morfologi yaitu tidak berspora, tidak motil, warna koloni putih susu atau krem, bentuk koloni bulat, tepian timbul, serta sel berbentuk bola, diameter 0,5–1,5 µm dan bersifat anaerob fakultatif. Bakteri ini dapat menyebabkan infeksi kulit ringan yang disertai dengan pembentukan abses (Fardani & Apriliani, 2023).

Staphylococcus epidermidis secara alami hidup di kulit manusia sebagai flora normal. Dalam kondisi seimbang, bakteri ini bersifat komensal dan dapat membantu menjaga kesehatan kulit, dengan menghasilkan asam laktat atau *bacteriocin* yang menghambat pertumbuhan *Propionibacterium acnes*. Namun, ketika keseimbangan mikrobiota kulit terganggu akibat faktor seperti penggunaan antibiotik berlebihan, perubahan hormon, stres, atau kebersihan kulit yang buruk, populasi *Staphylococcus epidermidis* dapat berubah. Dalam keadaan tersebut, strain *Staphylococcus epidermidis* yang resisten antibiotik dapat mendominasi sehingga memicu terjadinya jerawat.

Jerawat umumnya berawal dari sumbatan pada folikel rambut akibat produksi sebum berlebih dan penumpukan sel kulit mati. Sumbatan ini menciptakan lingkungan dengan kadar oksigen rendah (anaerob parsial), yang mendukung pertumbuhan *Propionibacterium acnes* serta memungkinkan *Staphylococcus epidermidis* bertahan dan berkolonisasi. Pada kondisi ini, *Staphylococcus epidermidis* dapat membentuk biofilm polimikroba bersama *Propionibacterium acnes*. Biofilm tersebut melindungi bakteri dari sistem imun dan antibiotik, sehingga kolonisasi bertahan lebih lama. Di dalam biofilm, *Staphylococcus epidermidis* menghasilkan enzim lipase yang memecah trigliserida sebum menjadi asam lemak bebas, yang bersifat iritan terhadap kulit dan memicu peradangan. Interaksi sinergis antara *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* memperkuat proses inflamasi, membentuk lingkaran peradangan yang menyebabkan jerawat semakin meradang dan sulit sembuh (Kumar et al., 2016). Berikut merupakan bentuk bakteri *Staphylococcus epidermidis* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk bakteri *Staphylococcus epidermidis*
Sumber : Hrubanova et al., 2018.

2.6 Bakteri *Propionibacterium acnes*

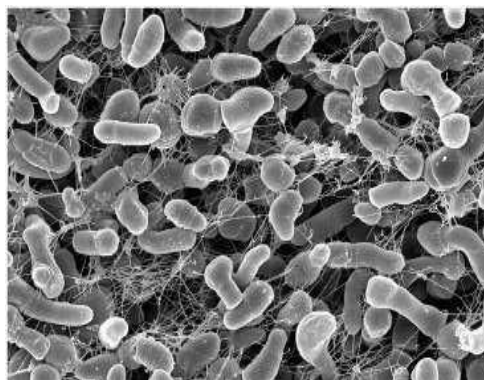
Menurut Pariury et al. (2021) klasifikasi bakteri *Propionibacterium acnes* adalah sebagai berikut :

Kingdom : Bacteria
Subkingdom : Eubacteria
Filum : Actinobacteria
Kelas : Actinobacteridae
Ordo : Actinomycetales
Famili : Propionibacteriaceae
Genus : *Propionibacterium*
Spesies : *Propionibacterium acnes*

Propionibacterium acnes adalah bakteri Gram-positif pleomorfik yang dapat tumbuh secara anaerob fakultatif (tanpa oksigen) dengan pertumbuhannya yang cenderung lambat. Karakteristik dari bakteri *Propionibacterium acnes* dapat dilihat pada pewarnaan Gram-positif yaitu bakteri berbentuk batang atau basil yang memiliki panjang dengan ujung melengkung, bakteri ini memiliki lebar 0,5–0,8 nm dan tinggi 3–4 nm. Habitat utama bakteri *Propionibacterium acnes* kulit, biasanya ditemukan di folikel *sebacea* (Pariury et al., 2021). Selain di kulit *Propionibacterium acnes* juga hidup di saluran pernafasan bagian atas, usus besar, paru-paru, konjungtiva, dan uretra (Amro, 2013).

Propionibacterium acnes merupakan flora normal bakteri pada kulit manusia yang menghasilkan lipase terurai menjadi trigliserida, salah satu komponennya adalah sebum yang terurai menjadi asam lemak bebas. Asam lemak bebas ini akan menjadi pertumbuhan yang baik bagi bakteri *Propionibacterium acnes*, kemudian penumpukan bakteri tersebut menyebabkan terjadinya inflamasi dan pembentukan komedo yang merupakan salah satu faktor yang berperan dalam pembentukan jerawat (Fitriana et al., 2024). Studi yang dilakukan tahun 2019 terhadap 66 pasien *Acne vulgaris* di rumah sakit Abdul Moeloek Lampung menemukan bahwa sebanyak 69,7% wanita terkena jerawat, dibandingkan dengan pria (30,3%) (Sibero et al., 2019).

Berikut merupakan bentuk bakteri *Propionibacterium acnes* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Bentuk bakteri *Propionibacterium acnes*
Sumber : Zahrah et al., 2018.

2.7 Mekanisme Antibakteri

Senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada rumput laut *Eucheuma cottonii* dapat bekerja sebagai antibakteri dengan mekanisme kerja sebagai berikut:

1. Heterosiklik

Senyawa heterosiklik turunan pirazol memiliki potensi antibakteri melalui berbagai mekanisme yang berperan penting dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Salah satu mekanisme utamanya yaitu menghambat sintesis dinding sel bakteri, sehingga integritas sel terganggu dan menyebabkan terjadinya lisis. Selain itu, beberapa derivatif pirazol mampu menghambat sintesis protein dengan berinteraksi pada ribosom bakteri, sehingga menghambat produksi protein esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan replikasi sel. Mekanisme lainnya meliputi penghambatan enzim penting seperti DNA gyrase dan topoisomerase yang berperan dalam proses replikasi DNA. Turunan pirazol juga diketahui dapat mengganggu pembentukan biofilm, yaitu matriks pelindung bakteri yang dapat bertahan terhadap tekanan lingkungan dan paparan antibiotik (Alam, 2022).

2. Alkana

Senyawa alkana merupakan hidrokarbon jenuh nonpolar dengan sifat lipofilik, sehingga dapat berinteraksi dengan lapisan lipid membran sel bakteri. Interaksi ini

mengganggu stabilitas dan integritas membran, meningkatkan fluiditas, dan menyebabkan permeabilitas membran meningkat. Akibatnya, terjadi kebocoran komponen intraseluler penting seperti ion, enzim, dan metabolit, yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan bakteri atau menyebabkan kematian sel. Mekanisme ini dikenal sebagai disrupsi membran dan menjadi dasar aktivitas antibakteri senyawa lipofilik, termasuk alkana (Pinheiro et al 2021; Huang-Zhu et al 2024).

3. Fenol

Senyawa fenol berperan sebagai agen antibakteri yang dapat menekan pertumbuhan *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*, yaitu bakteri yang terlibat dalam patogenesis jerawat. Mekanisme utama fenol adalah dengan menghambat aktivitas enzim bakteri serta mendenaturasi protein melalui pembentukan ikatan hidrogen, sehingga struktur protein mengalami kerusakan dan kehilangan fungsi biologisnya (Sari et al., 2018). Fenol juga menyerang struktur membran sitoplasma dan dinding sel bakteri yang sebagian besar tersusun atas protein dan lipid. Kerusakan pada membran ini menyebabkan ketidakstabilan permeabilitas, gangguan dalam proses transportasi aktif, serta hilangnya kemampuan sel untuk mempertahankan homeostasis. Akibatnya, terjadi kebocoran ion dan makromolekul penting dari dalam sel yang berujung pada lisis dan kematian bakteri (Novita, 2016).

4. Asam lemak

Senyawa asam lemak diketahui memiliki kemampuan sebagai agen antibakteri melalui beberapa mekanisme utama yang berfokus pada kerusakan membran dan gangguan proses energi seluler. Mekanisme yang paling dominan adalah disrupsi membran sel, di mana asam lemak berinteraksi dengan lapisan fosfolipid sehingga meningkatkan fluiditas, menurunkan stabilitas, dan menyebabkan kebocoran komponen intraseluler penting seperti ion, protein, dan ATP. Kondisi ini menyebabkan terganggunya keseimbangan sel dan dapat berujung pada kematian bakteri. Kerusakan membran tersebut juga berdampak pada hambatan fungsi rantai transpor elektron dan proses fosforilasi oksidatif yang berperan dalam pembentukan energi. Selain itu, asam lemak menghambat jalur biosintesis asam lemak bakteri, yaitu *fatty acid synthesis II* (FAS II), melalui inhibisi enzim FabI yang berperan dalam pembentukan fosfo-

lipid membrane sel. Ketidakmampuan bakteri untuk memperbaiki atau mensintesis membran baru menyebabkan pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya terhambat (Casillas-Vargas et al 2021; Douglas et al 2025).

5. Terpenoid

Mekanisme kerja dari senyawa terpenoid dapat menghambat pertumbuhan dengan mengganggu proses terbentuknya membran dan atau dinding sel, membran dan dinding sel tidak terbentuk atau terbentuk tidak sempurna. Mekanisme penghambatan senyawa terpenoid sebagai antibakteri ialah bereaksi dengan porin pada membran luar dinding sel bakteri dan membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengakibatkan rusaknya porin. Rusaknya porin mengakibatkan masuknya senyawa yang akan mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri sehingga sel bakteri akan kekurangan nutrisi dan pertumbuhan bakteri terhambat atau mati (Nurulita et al., 2022).

2.8 Uji Aktivitas Antibakteri

Pada uji ini yang akan diukur adalah respons pertumbuhan populasi mikroorganisme terhadap agen antibakteri. Salah satu manfaat dari uji antibakteri adalah diperolehnya satu sistem pengobatan yang efektif dan efisien. Penentuan setiap kepekaan bakteri terhadap suatu obat adalah dengan menentukan kadar obat terkecil yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *in vitro*. Pengujian aktivitas antibakteri secara *in vitro* terbagi dalam dua metode yaitu metode dilusi dan difusi (Prisnanda & Wulandari, 2022).

Metode difusi adalah metode umum digunakan dalam analisis aktivitas antibakteri. Metode difusi terbagi menjadi tiga cara yakni metode sumuran, metode cakram, dan metode silinder (Pratiwi, 2008). Metode difusi cakram dilakukan dengan cara menggunakan suatu cakram kertas saring (*paper disc*) yang berfungsi sebagai tempat menampung zat antibakteri. Kertas saring tersebut kemudian diletakkan pada permukaan medium agar yang telah diinokulasi bakteri uji, kemudian diinkubasi pada waktu dan suhu tertentu. Pada umumnya, hasil yang didapat bisa diamati setelah inkubasi selama 18–24 jam dengan suhu 37°C. Bahan antibakteri akan berdifusi keluar

dari cakram ke dalam agar. Setelah inkubasi, zona hambat di sekitar cakram diukur untuk menentukan aktivitas antibakteri dari bahan yang diuji (Januarista et al., 2023). Respon hambatan pertumbuhan bakteri dikategorikan berdasarkan diameter zona hambat. Diameter zona hambat ≥ 21 mm sebagai sangat kuat, diameter 11–20 mm sebagai kuat, diameter 6–10 mm sebagai sedang, dan diameter < 5 mm sebagai lemah (Kumowal et al., 2019).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September 2024 sampai dengan Maret 2025.

3.1.2 Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Oseanografi, Jurusan Perikanan dan Kelautan. Selain itu, penelitian juga dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nama bahan, konsentrasi, merek, dan fungsi/kegunaan bahan

No.	Nama Bahan	Konsentrasi	Merek	Fungsi/Kegunaan
1.	Rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i>	300 g	-	Sampel penelitian.
2.	Aquades	-	-	Pelarut senyawa kimia.

Tabel 1. Nama bahan, konsentrasi, merek, dan fungsi/kegunaan bahan (lanjutan)

No.	Nama Bahan	Konsentrasi	Merek	Fungsi/Kegunaan
3.	Etanol	96%	-	Pelarut yang digunakan dalam proses maserasi.
4.	Alkohol	70%	Onemed	Larutan sterilisasi pada uji aktivitas antibakteri.
5.	Media <i>Tryptic Soya Agar</i> (TSA)	-	Himedia	Media kultur agar untuk menumbuhkan bakteri.
6.	Media <i>Tryptic Soya Broth</i> (TSB)	-	Himedia	Media kultur cair untuk menumbuhkan bakteri.
7.	<i>Chloramphenicol</i>	250 mg	Bernofarm	Kontrol positif.
8.	Spirtus	-	-	Bahan bakar Bunsen.
9.	<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	Sampel penelitian.
10.	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	-	-	Sampel penelitian.
11.	<i>Propionibacterium acnes</i>	-	-	Sampel penelitian.

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini diuraikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nama alat, spesifikasi, merek, dan fungsi/kegunaan alat

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Merek	Fungsi/Kegunaan
1.	Bunsen	-	-	Alat untuk pemanasan dan sterilisasi.
2.	Erlenmeyer	1000 mL	Borosil	Alat untuk melarutkan dan memanaskan media.
3.	<i>Hot plate</i>	2000 mL	-	Alat untuk memanaskan dan mengaduk larutan.
4.	Gelas ukur	150 mL	Onelab	Alat ukur volume untuk sampel bahan cair.
5.	Cawan petri	90 mm x 15 mm	Onemed	Alat untuk mengembangbiakkan bakteri pada media padat.
6.	Autoklaf	23 L	GEA Froilabo	Sterilisasi alat dan bahan.
7.	Inkubator	-	-	Alat untuk inkubasi bakteri dengan suhu terkontrol.

Tabel 2. Nama alat, spesifikasi, merek, dan fungsi/kegunaan alat (lanjutan)

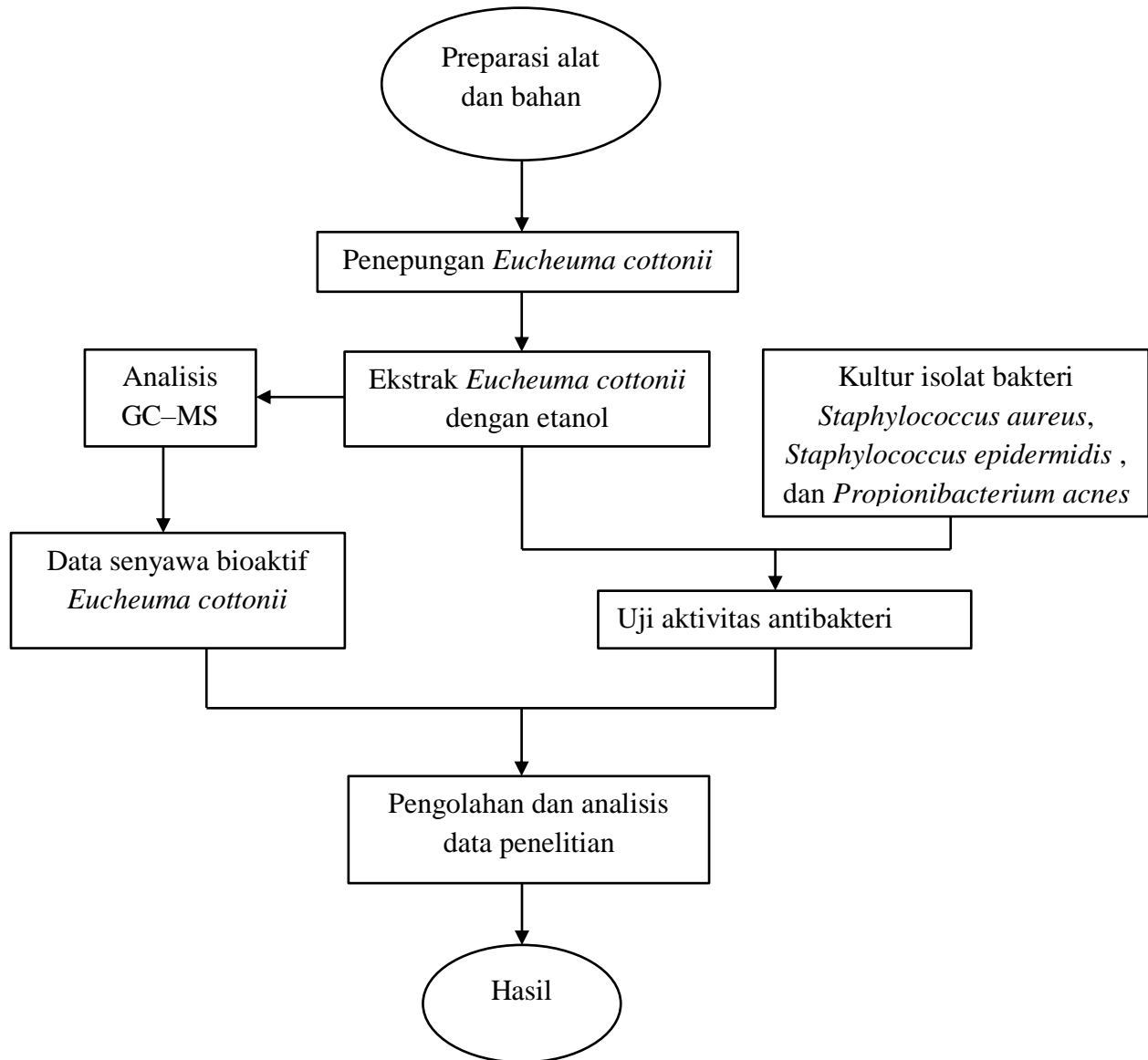
No	Nama Alat	Spesifikasi	Merek	Fungsi/Kegunaan
8.	Rotary evaporator	-	-	Alat untuk mengekstrak <i>Eucheuma cottonii</i> .
9.	GC-MS	-	Agilent	Alat untuk menganalisis senyawa bioaktif dari <i>Eucheuma cottonii</i> .
10.	Jarum ose	-	-	Alat untuk menginokulasi bakteri.
11.	Pinset	-	Onemed	Alat untuk mengambil dan meletakkan kertas cakram.
12.	Botol fial	5 mL	-	Wadah untuk menyimpan sampel ekstrak <i>Eucheuma cottonii</i> .
13.	Timbangan digital	50 g-0,001 g	-	Alat untuk menimbang media.
14.	Jangka sorong	0,1 mm-150 mm	Gtech	Alat untuk mengukur zona bening bakteri yang tumbuh di dalam cawan petri.
15.	Kertas cakram	6 mm	Marcherey-Nagel	Menyerap ekstrak yang digunakan dalam pengujian aktivitas antibakteri.
16.	Mikropipet	100-1000 μ L	Dragon lab	Memindahkan cairan dalam jumlah yang kecil.
17.	<i>Blue tip</i>	100-1000 μ L	Onemed	Mengambil larutan dengan skala mikroliter.
18.	Rak <i>blue tip</i>	-	-	Alat untuk menyimpan <i>blue tip</i> .
19.	Mikrotube	2 mL	Onemed	Wadah penyimpanan cairan.
20.	Tabung <i>centrifuge</i>	15 mL	Onemed	Alat untuk menumbuhkan bakteri pada media cair.
21.	Rak <i>centrifuge</i>	-	-	Menyimpan tabung <i>centrifuge</i> agar dapat berdiri tegak.
22.	<i>Laminar air flow</i>	-	NuAire	Meja kerja steril.
23.	Toples kaca	-	-	Alat untuk proses maserasi rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> .
24.	Blender	2 L	Miyako	Untuk menghaluskan rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> .
25.	<i>Spreader</i>	-	-	Alat meratakan kultur bakteri pada media padat.
26.	Kapas dan kassa	-	Noval husada	Untuk menutup mulut tabung reaksi dan erlenmeyer agar mencegah kontaminasi.
27.	Kertas saring	-	-	Untuk memisahkan dan menyaring larutan.

Tabel 2. Nama alat, spesifikasi, merek, dan fungsi/kegunaan alat (lanjutan)

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Merek	Fungsi/Kegunaan
28.	Alumunium foil	-	Klinpak	Untuk menutup media.
29.	Platik wrap	-	Klinpak	Membungkus tepian cawan petri.
30.	Plastik tahan panas	-	-	Melindungi alat dari suhu dan tekanan tinggi di dalam alat autoklaf.
31.	Masker	-	Onemed	Mencegah terjadinya kontaminasi.
32.	Sarung tangan medis	-	Onemed	Melindungi tangan dan mencegah kontaminasi.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diawali dengan penepungan sampel *Eucheuma cottonii*. Sampel dikeringkan dan dibuat serbuk agar mudah diekstraksi. Selanjutnya, sampel dilakukan pengecekan profil senyawa bioaktif menggunakan GC-MS dan dilakukan pengujian antibakteri dari *Eucheuma cottonii* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Propionibacterium acnes*. Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada (Gambar 6).



Gambar 6. Prosedur Penelitian

3.3.1 Penepungan *Eucheuma cottonii*

Sampel rumput laut *Eucheuma cottonii* diperoleh dari hasil budidaya rumput laut yang berada di Desa Ruguk, Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan. Sampel dicuci dengan air mengalir hingga bersih dari pasir dan kotoran. Selanjutnya dipotong-potong untuk mempermudah pengeringan. Sampel dikering anginkan pada suhu ruang sampai kering. Sampel yang telah kering, dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh bentuk serbuk. Selanjutnya, dilakukan pengayakan dan hasilnya pengayakan dikemas rapat serta ditutup menggunakan alumunium foil agar terlindung dari sinar matahari. Sampel kemudian disimpan pada suhu ruang.

3.3.2 Ekstraksi *Eucheuma cottonii*

Ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi. Maserasi merupakan proses perendaman simplisia dalam pelarut pada suhu kamar untuk memperoleh ekstrak. Serbuk simplisia *Eucheuma cottonii* sebanyak 300 g dimasukkan ke dalam wadah maserasi, kemudian ditambahkan pelarut etanol 96% sebanyak 900 mL dengan perbandingan bahan dan pelarut 1:3 (b/v). Proses maserasi dilakukan selama 5 hari pada suhu ruang, dengan pengadukan setiap 24 jam agar proses penarikan senyawa bioaktif berlangsung optimal. Semakin lama waktu maserasi, maka jumlah ekstrak yang diperoleh semakin meningkat (Afifah et al., 2023). Setelah proses maserasi selesai, hasil rendaman disaring menggunakan corong dan kertas saring untuk memperoleh filtrat. Filtrat yang dihasilkan kemudian diuapkan menggunakan *Rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental berbentuk pasta. Ekstrak kental tersebut disimpan dalam botol vial tertutup rapat dan diletakkan di lemari pendingin hingga digunakan untuk tahap pengujian selanjutnya.

Perhitungan rendemen :

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak yang didapat}}{\text{Berat simplisia yang diekstrak}} \times 100\% \\
 &= \frac{13,5 \text{ g}}{300 \text{ g}} \times 100\% \\
 &= 0,045 \times 100\% \\
 &= 4,5\%
 \end{aligned}$$

3.3.3 Analisis Senyawa Bioaktif Ekstrak *Eucheuma cottonii* Menggunakan GC-MS

Analisis senyawa bioaktif ekstrak rumput laut *Eucheuma cottonii* dilakukan di Pusat Laboratorium Forensik Bareskrim Polri, Bogor, Jawa Barat, menggunakan Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS).

Prosedur analisis sebagai berikut: Sampel diinjeksikan kedalam septum dengan cara split injeksi sebanyak 1 μL dengan rasio perbandingan 1:50, tekanan 7.58 psi, jenis kolom kapiler dengan fase diam non polar, menggunakan kolom kapiler type Agilent 19091S-433, fase diam *Phenyl Methyl Silox* dengan suhu kolom 325°C, panjang 30 m diameter 250 μm dan ukuran partikel 0,25 μm , gas pembawa helium dengan laju alir konstan 1.0 mL/menit. Suhu kolom terprogram (*temperature programming*) dengan suhu awal adalah 50°C, lalu dinaikkan perlahan-lahan dengan kenaikan 10°C/menit sampai suhu 290°C selama 20 menit, dan detektor menggunakan massa spektrometer. Total waktu analisa adalah 44 menit. Data kromatogram kemudian dibaca menggunakan library NIST20.L dan Wiley7n.l.

3.3.4 Pembuatan Media

Media yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas *Tryptic Soya Agar* (TSA) sebagai media padat dan *Tryptic Soya Broth* (TSB) sebagai media cair. Kedua media ini digunakan untuk proses kultur bakteri serta uji aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Propionibacterium acnes*. Pembuatan media dilakukan dengan menimbang bubuk TSA sebanyak 9 g dan TSB sebanyak 1,5 g, kemudian masing-masing dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya ditambahkan aquades hingga volume yang diperlukan, lalu dihomogenkan menggunakan magnetic stirrer. Erlenmeyer ditutup dengan kapas yang dibungkus kassa dan dilapisi aluminium foil untuk mencegah kontaminasi. Media disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15–20 menit. Setelah proses sterilisasi selesai, media TSA dituangkan ke dalam cawan petri, sedangkan media TSB dimasukkan ke dalam tabung reaksi untuk digunakan dalam proses kultur isolat bakteri.

3.3.5 Kultur Isolat Bakteri

Kultur isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Propionibacterium acnes*, dilakukan dengan mengambil koloni dari isolat murni, kemudian ditumbuhkan pada media agar (TSA) dan diinkubasi selama 24 jam. Setelah inkubasi, pertumbuhan koloni diamati, dan apabila telah terbentuk koloni dilakukan sub kultur menggunakan media cair (TSB) yang diberi kode sesuai dengan masing-masing sampel. Kultur diinkubasi pada suhu 37°C dengan kecepatan 120 rpm. Selanjutnya, kekeruhan media TSB diamati secara visual untuk menilai pertumbuhan bakteri di dalam tabung *centrifuge*. Apabila media tampak kurang keruh, dilakukan penambahan koloni bakteri, sedangkan jika terlalu keruh, ditambahkan media cair (TSB) dan dihomogenkan. Isolat yang telah sesuai disimpan di lemari pendingin dan siap digunakan untuk uji aktivitas antibakteri (Rosmania & Yanti, 2020).

3.3.6 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak

Ekstrak dari rumput laut *Eucheuma cottonii* dibuat larutan stok kemudian dibuat variasi konsentrasi ekstrak yakni 30, 40, 50, 60, dan 70 ppm, menggunakan rumus pengenceran Saridewi et al. (2017) sebagai berikut :

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

Keterangan :

V1 = volume larutan ekstrak etanol yang dibuat (mL)

V2 = volume larutan yang akan dibuat (mL)

M1 = konsentrasi larutan ekstrak etanol yang dibuat (mg/mL)

M2 = konsentrasi larutan yang akan dibuat (mg/mL)

3.3.7 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan merupakan tahap awal pengujian yang bertujuan untuk menentukan konsentrasi ekstrak yang efektif sehingga dapat digunakan pada tahap pengujian selanjutnya (Sinarsih et al., 2021). Pada tahap ini digunakan variasi konsentrasi ekstrak yaitu 50, 100, 1000, 5000, dan 10.000 ppm. Pada uji pendahuluan digunakan konsentrasi yang relatif tinggi untuk mengetahui kisaran efektivitas awal ekstrak. Penggunaan rentang konsentrasi besar bertujuan untuk memastikan adanya aktivitas biologis serta menentukan konsentrasi batas atas yang masih menunjukkan efek, sehingga dapat dijadikan acuan dalam pemilihan rentang konsentrasi pada uji utama (Lestari et al., 2024).

Metode yang digunakan adalah difusi cakram (*disk diffusion*). Kertas cakram steril dengan diameter 6 mm direndam larutan ekstrak sesuai konsentrasi, kemudian diletakkan di atas media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri uji dalam kondisi steril. Sebagai kontrol positif digunakan larutan *Chloramphenicol*, sedangkan kontrol negatif menggunakan aquades. Seluruh cawan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-

48 jam. Aktivitas antibakteri ditentukan dengan mengukur terbentuknya zona hambat di sekitar cakram menggunakan jangka sorong.

3.3.8 Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan untuk mengetahui kemampuan ekstrak *Eu-cheuma cottonii* dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab jerawat. Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi cakram (*disk diffusion*). Konsentrasi yang digunakan pada uji utama adalah 30, 40, 50, 60, dan 70 ppm. Pemilihan rentang konsentrasi tersebut didasarkan pada hasil uji pendahuluan yang menunjukkan bahwa ekstrak sudah memberikan aktivitas antibakteri pada konsentrasi rendah, sehingga penggunaan konsentrasi tinggi (100–10.000 ppm) tidak lagi diperlukan. Rentang konsentrasi yang lebih sempit digunakan pada uji utama karena memungkinkan pengamatan zona hambat secara lebih terperinci antar konsentrasi. Dengan variasi konsentrasi yang tidak terlalu jauh, hubungan antara konsentrasi dan respon antibakteri dapat diamati secara lebih jelas, sehingga penentuan konsentrasi efektif menjadi lebih akurat (Rivera et al., 2023).

Berikut ini merupakan langkah-langkah uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri penyebab jerawat:

1. Pengambilan bakteri uji yang telah dikultur sebanyak 100 μ L.
2. Menginokulasikan bakteri uji ke dalam cawan petri yang berisi media *Tryptic Soya Agar* dan diratakan menggunakan *spreader*.
3. Kertas cakram direndam dalam larutan stok ekstrak *Eu-cheuma cottonii* dengan konsentrasi yang digunakan 30, 40, 50, 60, dan 70 ppm, dan diletakkan di atas media agar yang telah diinokulasi bakteri.
4. *Chloramphenicol* digunakan sebagai kontrol positif dengan konsentrasi 1000 ppm.
5. Pelarut steril berupa aquades digunakan sebagai kontrol negatif.
6. Inkubasi selama 24–48 jam untuk melihat zona hambat di sekitar kertas cakram.
7. Pengukuran zona hambat menggunakan jangka sorong.

3.4 Pengolahan dan Analisis Data

Data senyawa bioaktif berupa senyawa-senyawa yang teridentifikasi berdasarkan puncak kromatogram dan spektrum massa, kemudian disajikan dalam bentuk tabel. Analisis senyawa bioaktif dilakukan secara deskriptif berdasarkan studi literatur untuk mengidentifikasi potensi biologis masing-masing senyawa. Sementara itu, data hasil pengukuran zona hambat dianalisis secara kuantitatif menggunakan uji statistik non-parametrik. Hasil analisis disajikan dalam bentuk rerata \pm standar deviasi dan diolah menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 27. Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan:

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan uji *Shapiro–Wilk* karena jumlah sampel pada setiap kelompok kurang dari 50 ($n = 21$). Menurut Santoso (2016), dasar pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan nilai probabilitas (*Asymptotic significance*), yaitu:

- Jika nilai probabilitas $> 0,05$, maka data dinyatakan berdistribusi normal.
- Jika nilai probabilitas $< 0,05$, maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal.

2. Analisis Statistik

Analisis statistik dilakukan menggunakan uji non-parametrik. Uji non parametrik digunakan karena data hasil pengukuran zona hambat tidak berdistribusi normal berdasarkan uji *Shapiro–Wilk* ($p < 0,05$) serta jumlah sampel tiap kelompok relatif kecil ($n < 30$). Dengan demikian, uji parametrik tidak memenuhi asumsi yang dipersyaratkan, sehingga analisis dilakukan menggunakan uji *Kruskal–Wallis*. Apabila uji *Kruskal–Wallis* menunjukkan perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji *Mann–Whitney* untuk membandingkan dua kelompok independen, serta uji *Wilcoxon Signed Rank* untuk membandingkan dua kelompok berpasangan. Penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai signifikansi $\alpha = 0,05$, di mana perbedaan dianggap signifikan apabila $p\text{-value (Asymp. Sig.)} < 0,05$ (Trimawartinah, 2020).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Analisa ekstrak rumput laut *Eucheuma cottonii* yang diuji menggunakan metode Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS) teridentifikasi mengandung 20 senyawa bioaktif yang tergolong dalam siloksan, DEHP, heterosiklik, alkana, terpenoid, asam lemak, fenolik, ester siklik, dan sterol. Selain itu, aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak *Eucheuma cottonii* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Propionibacterium acnes* dengan kategori daya hambat sedang (6–10 mm).

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan melalui fraksinasi atau pemurnian senyawa untuk mengidentifikasi komponen aktif yang paling berperan. Selain itu, perlu dilakukan uji *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dan *Minimum Bactericidal Concentration* (MBC) untuk menentukan konsentrasi terendah ekstrak *Eucheuma cottonii* yang mampu menghambat dan membunuh bakteri secara lebih spesifik serta pengembangan metode ekstraksi guna meningkatkan daya hambat ekstrak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelkarim, O. H., Wijffels, R. H., & Barbosa, M. J. (2025). Exploiting microalga diversity for sterol production. *Frontiers Plant Science*, *16*, 1616863. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.161686>.
- Abdel-Aal, E. I., Haroon, A. M., & Mofeed, J. (2015). Successive solvent extraction and GC–MS analysis for the evaluation of the phytochemical constituents of the filamentous green alga *Spirogyra longata*. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, *41*(3), 233–246. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejar.2015.06.001>.
- Abdi, G., Karande, V. C., Mohammed, A., Tarighat, M. A., Goh, K. W., Kari, Z. A., Wei, L. S., Zain, M. R. A. M., Mohammadi, M., Lee G. E., & Barwant, M. M. (2022). Pharmacological potential of *Sargassum* sp. of west coast of maharashtra kunkeshwar, India. *Frontiers in Marine Science*, *9*, 1011218. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1011218>.
- Afifah, N., Riyanta, A. B., & Amananti, W. (2023). Pengaruh waktu maserasi terhadap hasil skrining fitokimia pada ekstrak daun manga harum manis (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Crystal: Publikasi Penelitian Kimia Dan Terapannya*, *5*(1), 54–61. <https://doi.org/10.36526/jc.v5i1.2634>.
- Agustang., Mulyani, S., & Indrawati, E. (2021). *Budidaya Rumput Laut Potensi Perairan Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan*. Pusaka Almaida.
- Aulia, T., Mulyani, N. S., & Asy'ari, M. (2022). Interaction mechanism of inhibition of palmitic acid and α -selinene targeting FabH and FabI enzymes in *Escherichia coli*: in silico study. *Journal of Scientific and Applied Chemistry*, *25*(12), 427–435. <https://doi.org/10.14710/25.12.427-435>.
- Alam, M. A. (2022). Antibacterial pyrazoles: tackling resistant bacteria. *Future Medicinal Chemistry*, *14*(5), 343–362. <https://doi.org/10.4155/fmc-2021-0275>.
- Alhodieb, F. S., Farid, M., Sabir, M., Nisa, S., Sarwar, S., & Abbas, S. (2025). Exploring the bioactive compounds of *Carica papaya* leaves: phytol's role in

combatting antibiotic-resistant bacteria. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 15, 1564787. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2025.1564787>.

Al-Azmi, M., & Mahmoud, H. (2020). Facile synthesis and antimicrobial activities of novel 1,4-bis(3,5-dialkyl-4H-1,2,4-triazol-4-yl)benzene and 5-aryltriaz-1-en-1-yl-1-phenyl-1H-pyrazole-4-carbonitrile derivatives. *ACS Omega*, 5(16), 10160–10166. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c01001>.

Amro, I. (2013). In vitro antimicrobial and anti-inflammatory activity of Jordanian plant extracts: a potential target therapy for *Acne vulgaris*. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 7(29), 2087–2099. <https://doi.org/10.5897/AJPP2013.3497>.

Anggraeni, D., Kaniawati M., & Jafar, G. (2023). Pendekatan nanoteknologi untuk penghantaran bahan aktif farmasi dalam terapi *Acne vulgaris*. *Majalah Farmasetika*, 8(4), 283–304. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v8i4.45498>.

Awaluddin, A. M., Hujjastusnaini, N., & Nirmalasari, R. (2024). Kajian kandungan fitokimia dan efek antioksidan ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* sebagai agen terapi oftalmotonus. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 11(2), 55–64. <https://doi.org/10.33096/jffi.v11i2.1283>.

Azmin, N., Rahmawati, A., & Hidayatullah, M. E. (2019). Uji kandungan fitokimia dan etnobotani tumbuhan obat tradisional berbasis pengetahuan lokal di Kecamatan Lambitu Kabupaten Bima. *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 6(2), 101–113. <https://doi.org/10.25273/florea.v6i2.4678>.

Bitwell, C., Indra, S. S., Luke, C., & Kakoma, M. K. (2023). A review of modern and conventional extraction techniques and their applications for extracting phytochemicals from plants. *Scientific African*, 19, e01585. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01585>.

Carta, G., Murru, E., Banni, S., & Manca, C. (2017). *Palmitic acid*: physiological role, metabolism and nutritional implications. *Frontiers in Physiology*, 8, 902. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00902>.

Casillas-Vargas, G., Ocasio-Malavé, C., Medina, S., Morales-Guzmán, C., Del Valle, R. G., Carballeira, N. M., & Sanabria-Rios, D. J. (2021). Antibacterial fatty acids: an update of possible mechanisms of action and implications in the development of the next-generation of antibacterial agents. *Progress in Lipid Research*, 82, 101093. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2021.101093>.

- Candraningrat, I. D. A. A., Santika, A. A. G. J., Dharmayanti, I. A. M. S., & Prayascita, P. W. (2021). Review kemampuan metode GC–MS dalam identifikasi *Flunitrazepam* terkait dengan aspek forensik dan klinik. *Jurnal Kimia*, *15*(1), 12–19. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2021.v15.i01.p03>.
- Candrawati, T. H., Hasbi, N., & Rosyunita. (2025). Profile of *Staphylococcus aureus* originating from nasal cavity swabs of food handlers at the University of Mataram canteen. *Jurnal Biologi Tropis*, *25*(2), 1611–1622. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i2.8742>.
- Das, D., Arulkumar, A., Paramasivam, S., Lopez-Santamarina, A., del Carmen Mondragon, A., & Miranda Lopez, J. M. (2023). Phytochemical constituents, antimicrobial properties and bioactivity of marine red seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) and seagrass (*Cymodocea serrulata*). *Foods*, *12*(14), 2811. <https://doi.org/10.3390/foods12142811>.
- Darmawati, (2013). Analisis laju pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang ditanam pada berbagai kedalaman. *Jurnal Ilmu Perikanan*, *2*(2), 184–190. <https://doi.org/10.26618/octopus.v2i2.534>.
- Deshmukh, R., Chalasani, A. G., Chattopadhyay, D., & Roy, U. (2021). Ultrastructural changes in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) induced by a novel cyclic peptide asp-1 from *Bacillus subtilis*: a scanning electron microscopy (SEM) study. *Revista Argentina de Microbiología*, *53*(4), 281–286. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2020.11.006>.
- Dewatisari, W. F., Nugroho, L. H., Retnaningrum, E., & Purwestri, Y. A. (2022). Antibacterial and antibiofilm forming activity of secondary metabolites from *Sansevieria trifasciata* leaves against *Pseudomonas aeruginosa*. *Indonesian Journal of Pharmacy*, *33*(1), 100–109. <https://doi.org/10.22146/ijp.2815>.
- Douglas, E. J. A., Palk, N., Rudolph, E. R., & Laabei, M. (2025). Anti-staphylococcal fatty acids: mode of action, bacterial resistance and implications for therapeutic application. *Microbiology*, *171*(5), 001563. <https://doi.org/10.1099/mic.0.001563>.
- Fardani, R. A., & Apriliani, R. (2023). Uji Aktivitas antibakteri ekstrak daun suruhan (*Peperomia Pellucida* (L.) Kunth) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Sains Natural*, *1*(2), 41–45. <https://doi.org/10.35746/jsn.v1i2.339>.
- Fitriana, L., Ajeng, T., Sepritiarini, A. D., & Raharjo, D. (2024). Formulasi dan uji aktivitas antibakteri sediaan krim ekstrak etanol kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* Linn.) terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* ATCC 1335.

Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan, 2(1), 171–190.
<https://doi.org/10.61132/obat.v2i2.197>.

- Garrity, G. M., Bell, J. A. & Lilburn, T. G. (2004). Taxonomic outline of the prokaryotes. In Bergey's manual of systematic bacteriology (2nd ed., Release 5.0). Springer. <https://doi.org/10.1007/bergeysoutline200405>.
- Gazali, M., Suhardani, M. N., Husni, A., Nurjanah, Nursid, M., Zuriat, Hasanah, U., & Syafitri, R. (2024). Aktivitas inhibisi tirosinase ekstrak etanol rumput laut *Ulva lactuca* secara in vitro. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(7), 564–585. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v27i7.53399>.
- Gutbrod, P., Yang, W., Grujicic, G. V., Peisker, H., Gutbrod, K., Du, L. F., & Dörmann, P. (2021). Phytol derived from chlorophyll hydrolysis in plants is metabolized via phytenal. *Journal of Biological Chemistry*, 296, 100895. <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2021.008985>.
- Goetie, I. H., Sundu, R., & Supriningrum, R. (2022). Uji aktivitas antibakteri ekstrak kulit batang sekilang (*Embelia borneensis* Scheff) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* menggunakan metode *disc diffusion*. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 4(2), 144–155. <https://doi.org/10.33759/jrki.v4i2.260>.
- Guiry, M. D. & Guiry, G. M. (2021). *AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway*. <https://www.algaebase.org>.
- Hamidah, M. N., Rianingsih, L., & Romadhon. (2019). Aktivitas antibakteri isolat bakteri asam laktat dari peda dengan jenis ikan berbeda terhadap *Escherichia coli* bakteri dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(2), 11–21. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2019.6742>.
- Hanina, H., Humaryanto., Gading, P. W., Aurora, W. I. D., & Harahap, H. (2022). Peningkatan pengetahuan siswa pondok pesantren nurul iman tentang infeksi *Staphylococcus aureus* di kulit dengan metode penyuluhan. *Journal Medic*, 5(2), 426–430. <https://doi.org/10.22437/medicaldedication.v5i2.21000>.
- Hafizah, Q., Permatasari, L., & Muchlishah, N. R. I. (2024). Faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas antibakteri daun mangrove (*Rhizophora mucronata*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(2), 3829–3826. <https://doi.org/10.31004/jkt.v5i2.28302>.
- Hrubanova, K., Krzyzanek, V., Nebesarova, J., Ruzicka, F., Pilat, Z., & Samek, O. (2018). Monitoring *Candida parapsilosis* and *Staphylococcus epidermidis*

- biofilms by a combination of scanning electron microscopy and raman spectroscopy. *Sensors*, *18*(12), 4089. <https://doi.org/10.3390/s18124089>.
- Huang-Zhu, C. A., Sheavly, J. K., Chew, A. K., Patel, S. J., & Van Lehn, R. C. (2024). Ligand lipophilicity determines molecular mechanisms of nanoparticle adsorption to lipid bilayers. *ACS Nano*, *18*(8), 6424–6437. <https://doi.org/10.1021/acsnano.3c11854>.
- Hui, Y., Lyu, D., Huang, N., Luo, S., Zheng, L., Zheng, L., Hu, C., Yang, L.-E., Li, P., Lu, S., et al. (2025). Genomic analysis of carotenoid and vitamin e biosynthetic pathways in the extremophilic red alga *Cyanidioschyzon merolae*. *Antioxidants*, *14*, 1303. <https://doi.org/10.3390/antiox14111303>.
- Husna, P. A. U., Kairupan, C. F., & Lintong, P. M. (2022). Tinjauan mengenai manfaat flavonoid pada tumbuhan obat sebagai antioksidan dan antiinflamasi. *Jurnal Biomedik*, *10*(1), 76–83. <https://doi.org/10.35790/ebm.v10i1.38637>.
- Hidayatulbaroroh, R. (2020). Teknik dan finansial budidaya rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan metode jalur di kelompok tani mitra bahari Desa Tanjung Pademawu Pamekasan Madura. *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*, *2*(2), 90–103. <https://doi.org/10.47532/jiv.v2i2.93>.
- Hotmian, E., Suoth, E., Fatimawali, F., & Tallei, T. (2021). Analisis GC–MS (gas chromatography–mass spectrometry) ekstrak metanol dari umbi rumput teki (*Cyperus rotundus L.*). *Journal Pharmacon*, *10*(2), 849–856. <https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.34034>.
- Hewavitharana, G. G., Perera, D. N., Navaratne, S. B., & Wickramasinghe, I. (2020). Extraction methods of fat from food samples and preparation of fatty acid methyl esters for gas chromatography: a review. *Arabian Journal of Chemistry*, *13*, 6865–6875. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.06.079>.
- Imasari, T., & Emasari, F. A. (2021). Deteksi bakteri *Staphylococcus sp.* penyebab jerawat dengan tingkat pengetahuan perawatan wajah pada siswa kelas XI di SMK Negeri 1 Pagerwojo. *Jurnal Sintesis*, *2*(2), 58–65. <https://doi.org/10.56399/jst.v2i2.20>.
- Indriani, S., Isdaryanti., Agustia, M., Poleuleng, A. B., Syahra, N. J., & Prastiyo, Y. B. (2023). Analisis GC–MS (gas chromatography – mass spectrometry) terhadap batang kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jaq.*). *Jurnal Agrolantae*, *12*(2), 147–155. <https://doi.org/10.51978/agro.v12i2.527>.
- Januarista, T., Sari, S. N., Solikha, L. Z., Putri, D. A. S., Fadila, A., & Faisal. (2023). Kemampuan mengecap *Phenylthiocarbamide* (PTC) dan distribusi golongan

- darah sistem ABO pada mahasiswa biologi fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam Universitas Islam Malang angkatan 2022. *e- Jurnal Ilmiah Mahasiswa Sains UNISMA Malang*, 1(1), 22–27.
<https://doi.org/10.33474/jimsum.v1i1.19870>.
- Jihan, F., Retno, W. D., Rizqiana, T. S., Elvira, S. Z., Vira, M., Yasmine, E. M., Elly, E. R., Zakkiya, S., Zahratul, H., Yunil, H., Ivan, C. S. K., & Arista, W. (2025). Tinjauan literatur: efektivitas maserasi sebagai metode ekstraksi fitokimia. *Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, 3(6), 228–242.
<https://doi.org/10.61132/obat.v3i6.1927>.
- Julyasih, K. S. M. (2022). Senyawa bioaktif beberapa jenis rumput laut dan aktivitas penghambatan terhadap jamur *Aspergillus flavus* pada tanaman jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Perikanan*, 12(3), 450–456.
<https://doi.org/10.29303/jp.v12i3.363>.
- Karim, S. F., Wahyuni., & Mirnawati. (2022). Formula dan uji aktivitas sediaan gel antibakteri ekstrak daun nilam (*Pogostemon cablin Benth*) sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes*. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 10(2), 257–271.
<https://doi.org/10.52436/1.jpti.82>.
- Kartika, A. A., Hardani., Idawati, S., & Suhada, A. (2022). Aktivitas antibakteri fraksi etil asetat kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Journal Pharmaceutical and Traditional Medicine*, 6(10), 12–19. <https://doi.org/10.33651/ptm.v6i1.402>.
- Kementerian Kesehatan RI. (2017). *Materia Medika Indonesia Jilid VI*. Kementerian Kesehatan RI.
- Krishnamoorthy, K., & Subramaniam, P. (2014). Phytochemical profiling of leaf, stem, and tuber parts of *Solena amplexicaulis* (Lam.) gandhi using GC–MS. *International Scholarly Research Notices*, 567409, 1–13.
<https://doi.org/10.1155/2014/567409>.
- Kumar, B., Pathak, R., Mary, P. B., Jha, D., Sardana, K., & Gautam, H. K. (2016). New insights into acne pathogenesis: exploring the role of acne-associated microbial populations. *Dermatologica Sinica*, 34(2), 67–73.
<https://doi.org/10.1016/j.dsi.2015.12.004>.
- Kumari, N., Menghani, E., & Mithal, R. (2019). Bioactive compounds characterization and antibacterial potentials of *Actinomycetes* isolated from rhizospheric soil. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 78(11), 793–798.
<https://doi.org/10.56042/ijnpr.v11i4.31754>.

- Kumalasari, I. D., & Septiawan, E. (2025). Identification of fatty acid profiles and antibacterial activity in fermentation products of generos. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 12(3), 394–400. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v12i3.48328>.
- Kepel, R. C., & Mantiri, D. M. H. (2019). Biodiversitas makroalga di perairan pesisir kora-kora, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(2), 381–393. <https://doi.org/10.35800/jip.7.2.2019.23727>.
- Kumowal., Fatimawali., & Jayanto, I. (2019). Uji aktivitas antibakteri nanopartikel ekstrak lengkuas putih (*Alpinia galanga* (L.) willd) terhadap bakteri *Klebsiella pneumoniae*. *Jurnal Pharmacon*, 8(4), 781–790. <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29354>.
- Kurnia, D., Sari, F. B. M., & Budiana, W. (2020). Aktivitas antibakteri ekstrak mikroalga *Navicula salinicola* terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Kartika Kimia*, 3(2), 53–59. <https://doi.org/10.26874/jkk.v3i2.65>.
- Kurnia, D., Suhardiman, A., Nurdiansyah, H., & Ghazali, M. (2022). Aktivitas antibakteri ekstrak dan fraksi makroalga *Eucheuma cottoni* terhadap bakteri penyebab jerawat. *Jurnal Agrotek UMMAT*, 9(2), 86–94. <https://doi.org/10.52447/inrpj.v7i2.6476>.
- Kristianti, L. W., Hidayati, E. N., & Santoso, J. (2024). Formulasi dan uji sediaan patch ekstrak daun pacar air (*Impatiens balsamina* L) sebagai antibakteri terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* penyebab jerawat. *Majalah Farmasetika*, 9(6), 561–576. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v9i6.59459>.
- Kostetsky, E., Chopenko, N., Barkina, M., Velansky, P., & Sanina, N. (2018). Fatty acid composition and thermotropic behavior of glycolipids and other membrane lipids of *Ulva lactuca* (*Chlorophyta*) inhabiting different climatic zones. *Marine Drugs*, 16(12), 494. <https://doi.org/10.3390/md16120494>.
- Kwon, J., Lee, K., Hwang, H., Kim, S. -H., Park, S. E., Durai, P., Park, K., Kim, H. - S., Jang, D. S., Choi, J. S., et al. (2022). New monocyclic terpenoid lactones from brown algae *Sargassum macrocarpum* as monoamine oxidase inhibitors. *Plants*, 11, 1998. <https://doi.org/10.3390/plants11151998>.
- Lantah, P. L., Montolalu, L. A., & Reo, A. R. (2017). Kandungan fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak metanol rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 5(3), 73–79. <https://doi.org/10.35800/mthp.5.3.2017.16785>.

- Lee, W., Woo, E. R., & Lee, D. G. (2015). Phytol has antibacterial property by inducing oxidative stress response in *Pseudomonas aeruginosa*. *Free Radic Res*, 50(12), 1309–1318. <https://doi.org/10.1080/10715762.2016.1241395>.
- Lestari, K. S., Istiqomah, A. N., Susilawati, E., & Khasanah, N. (2024). Toksisitas akut ekstrak etanol daun dadap serep (*Erythrina subumbrans*) terhadap embrio ikan zebra (*Danio rerio*). *Jurnal Farmagazine*, 11(1), 1–8. <https://dx.doi.org/10.47653/farm.v11i1.735>.
- Lestari, F. B., & Salasia, S. I. O. (2015). Karakterisasi *Staphylococcus aureus* isolat susu sapi perah berdasar keberadaan protein-a pada media serum soft agar terhadap aktivitas fagositosis secara in vitro. *Jurnal Sain Veteriner*, 33(2), 149–155. <https://doi.org/10.22146/jsv.17888>.
- Lobiuc, A., Pav ˇal, N. -E., Mangalagiu, I. I., Gheorghit ˇa, R., Teliban, G. -C., Am ˇariuc ˇai-Mantu, D., Stoleru, V. (2023). Future antimicrobials: natural and functionalized phenolics. *Molecules*, 28, 1114. <https://doi.org/10.3390/molecules28031114>.
- McGinty, D., Letizia, C. S., & Api, A. M. (2011). Fragrance material review on Ω -pentadecalactone. *Food and Chemical Toxicology*, 49(Supplement 2), S193–S201. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.07.026>.
- Makkawi, A. J. J., Keshk, E. M., El Shamy, M. M., & Abdel-Mogib, M. (2015). Phytochemical and biological evaluation of ambrosia maritima. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological, and Chemical Sciences*, 6(4), 1678–1688. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3323.0163>.
- Magfirah., Utami, I. K., & Alaydrus, S. (2020). Efek ekstrak etanol rumput laut (*Eucheuma cottonii* J. Agardh) terhadap kadar kolesterol dan obesitas pada tikus putih jantan. *Jurnal Jamu Indonesia*, 5(3), 98–105. <https://doi.org/10.29244/jji.v5i3.175>.
- Mutamimah, D., Mufaidah, I., & Utami, A. U. (2022). Karakterisasi bioaktif ekstrak *Eucheuma cottonii* di perairan Desa Sumberkencono, Banyuwangi. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 4(2), 65–71. <https://doi.org/10.36526/lemuru.v4i2.2105>.
- Marega, M., Grob, K., Moret, S., & Conte, L. (2013). Analisis ftalat dengan kromatografi gas-spektrometri massa: masalah kosong terkait jarum suntik. *Jurnal Kromatografi A*, 1273, 105–110. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2012.11.076>.

- Marella, E. R., Dahlin, J., Dam, M. I., Horst, J. T., Christensen, H. B., Sudarsan, S., Wang, G., Holkenbrink, C., & Borodina, I. (2020). Proses fermentasi satu inang untuk produksi lakton perasa dari asam lemak non-hidroksilasi. *Teknik Metabolisme*, 61, 427–436. <https://doi.org/10.1016/j.ymben.2019.08.009>.
- Neşetoğlu, N., Özdemir, E., Ergün, B., & Ünal, D. Ö. (2025). Gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) was used for the determination of cyclic volatil *dimethylsiloxane* (D4) in personal care products. *Istanbul Journal of Pharmacy*, 55(2), 260–266. <https://doi.org/10.26650/IstanbulJPharm.2025.1515130>.
- Nurjanah., Luthfiyana, N., Hidayat, T., Nurilmala, M., & Anwar, E. (2019). Utilization of seaweed porridge *Sargassum sp.* and *Euचेuma cottonii* as cosmetic in protecting skin. *Journal IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 278(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012055>.
- Nurjanah, Aprilia, B. E., Fransiskayana, A., Rahmawati, M., & Nurhayati, T. (2018). Senyawa bioaktif rumput laut dan ampas teh sebagai antibakteri dalam formula masker wajah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 304–316. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i2.23086>.
- Nurqomar, A., Idiawati, N., & Minsas, S. (2022). Laju pertumbuhan (*Euचेuma cottonii*) dengan metode long line berbingkai di perairan Pulau Lemukutan. *Jurnal Oseanologia*, 1(3), 77–83. <https://doi.org/10.26418/jose.v1i3.54314>.
- Nurulita, Y., Yuharmen., Fitri, A., Sari, I. E., Sary, D. N., & Nugroho, T. T. (2022). Identifikasi metabolit sekunder sekresi jamur lokal tanah gambut Riau *Penicillium sp.* LBKURCC34 sebagai antimikroba. *Chimica et Natura Acta*, 10(3), 124–133. <https://doi.org/10.24198/cna.v10.n3.45994>.
- Novita, W. (2016). Uji aktivitas antibakteri fraksi daun sirih (*Piper betle L*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* secara in vitro. *Jambi Medical Journal*, 4(2), 141–155. <https://doi.org/10.22437/jmj.v4i2.3579>.
- Nayaka, S. R., Anand, J. V. S., Shareef, S. M., & Usha, N. S. (2020). Gas chromatography - mass spectroscopy [GC–MS] analysis and phytochemical screening for bioactive compounds in *Caulerpa peltata* (green alga). *Biomedical & Pharmacology Journal*, 13(4), 1921–1928. <https://dx.doi.org/10.13005/bpj/2069>.
- Nazzaro, F., Coppola, F., Fratianni, F., & Coppola, R. (2026). Fatty acids as prebiotics and their role in antibiofilm activity. *Antibiotics*, 15(1), 57. <https://doi.org/10.3390/antibiotics15010057>.

- Nazarudin, M. F., Alias, N. H., Balakrishnan, S., Wan Hasnan, W. N. I., Noor Mazli, N. A. I., Ahmad, M. I., Md Yasin, I. -S., Isha, A., Aliyu-Paiko, M. (2021). Chemical, nutrient and physicochemical properties of brown seaweed, *Sargassum polycystum* C. agardh (*Phaeophyceae*) collected from port dickson, peninsular Malaysia. *Molecules*, 26, 5216. <https://doi.org/10.3390/molecules26175216>.
- Ouchi, Y., Yanagisawa, H., & Fujimaki, S. (2019). Evaluating phthalate contaminant migration using thermal desorption gas chromatography–mass spectrometry (TD-GC–MS). *Polymers*, 11(4), 683. <https://doi.org/10.3390/polym11040683>.
- Panjaitan, R. S., & Meze, M. F. (2023). Variasi metode ekstraksi, skrining fitokimia dan uji toksisitas ekstrak metanol *Eucheuma cottonii*. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Research*, 3(2), 8–19. <https://doi.org/10.51937/IJPR.V3I2.192>.
- Pham, D. -C., Truong, D. -H., Tran, Q. H., Ho, Q. T., Nguyen, T. A. D., Nguyen, T. N. H., Nguyen, T. V., Nguyen, T. T. V., Cao, T. S., Barrow, C. J., Nguyen, H. C. (2023). Fractionation, identification of chemical constituents, and biological properties of cashew (*Anacardium occidentale* L.) leaf extracts. *Food Science & Nutrition*, 11(12), 7996–8008. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3718>.
- Pinheiro, P. G., Santiago, G. M. P., da Silva, F. E. F., de Araújo, A. C. J., de Oliveira, C. R. T., Freitas, P. R., Rocha, J. E., de Araújo Neto, J. B., da Silva, M. M. C., Tintino, S. R., de Menezes, I. R. A., Coutinho, H. D. M., & da Costa, J. G. M. (2021). Antibacterial activity and inhibition against *Staphylococcus aureus* nora efflux pump by ferulic acid and its esterified derivatives. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 11(9), 405–413. <https://doi.org/10.4103/2221-1691.321130>.
- Pejin, B., Savic, A., Sokovic, M., Glamoclija, J., Ciric, A., Nikolic, M., Radotic, K., & Mojovic, M. (2014). Further in vitro evaluation of antiradical and antimicrobial activities of phytol. *Natural Product Research*, 28(6), 372–376. <https://doi.org/10.1080/14786419.2013.869692>.
- Pelczar, M. J., & Chan, E. C. S. (2015). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Universitas Indonesia Press.
- Pariury, J. A., Herman, J. P. C., Rebecca, T., Veronica, E., & Arijana, I. G. K. N. (2021). Potensi kulit jeruk bali (*Citrus maxima* Merr) sebagai antibakteri *Propionibacterium acnes* penyebab jerawat. *Hang Tuah Medical Journal*, 19(1), 119–131. <https://doi.org/10.1080/14786419.2013.869692>.
- Pratiwi, S. T. (2008). *Mikrobiologi Farmasi*. Erlangga.

- Prasetyo, H., Nanda, F. N., Rudi, M., & Razak, N. A. A. (2025). Screening of bioactive compounds of *Spirulina platensis* as potential antioxidants: an in-silico approach. *Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan*, 11(2), 41–52. <https://doi.org/10.21009/JRSKT.112.05>.
- Pramudiyawati, A., Putri, D. E., Nurfadilah, & Wilapangga, A. (2024). Skrining studi in silico potensi farmakokinetika dan toksisitas senyawa 6,10,14-trimetil-2-pentadekanon dari ekstrak daun ekaliptus. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education (e-Journal)*, 4(1), 39–46. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v4i1.24493>.
- Prisnanda, Y. A., & Wulandari, D. (2022). Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun jeruk purut (*Cytrus hystrix*) terhadap bakteri *Salmonella typhi*. *Jurnal Biologi dan Kependidikan Biologi*, 3(2), 86–93. <https://doi.org/10.26418/edunaturalia.v3i2.59475>.
- Rahman, I. W., Arfani, N., & Tadoda, J. V. (2023). Deteksi bakteri MRSA methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* pada sampel darah pasien rawat inap. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 14(1), 48–54. <https://doi.org/10.20473/jial.v14i1.40822>.
- Rarassari, M. A., Darius., & Kartikaningsih, H. (2016). Daya hambat ekstrak *Eucheuma spinosum* dengan konsentrasi berbeda terhadap *Bacillus cereus*. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 7(1), 5–11. <https://doi.org/10.5281/jsapi.v7i1.297>.
- Rohim, A., Yunianta, & Estiasih, T. (2019). Senyawa-senyawa bioaktif pada rumput laut coklat *Sargassum sp.*: ulasan ilmiah. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(2), 115–126. <https://doi.org/10.19087/jtp.2019.20.2.115>.
- Rohim, A., Khorniyati, M. I., Utama, D. K., Rahmadina, S., & Putri, N. D. (2025). Exhaustive extraction of bioactive components from *Sargassum cristaefolium* brown seaweed: antioxidant potential and bioactivity. *Hayati Journal of Biosciences*, 32(4), 859–878. <https://doi.org/10.4308/hjb.32.4.859-878>.
- Rostinawati, T., Chaniago, R. A., & Zuhrotun, A. (2023). Activity of anting-anting (*Acalypha indica*) root extract on the growth of susceptible and resistant *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Biological Pharmacy*, 3(3), 174–182. <https://doi.org/10.24198/ijbp.v3i3.51031.g22260>.
- Ralte, L., Khiangte, L., Thangjam, N. M., Kumar, A., & Singh, Y. T. (2022). GC–MS and molecular docking analyses of phytochemicals from the underutilized plant, parkia timoriana revealed candidate anti-cancerous and anti-inflammatory

agents. *Scientific Reports*, 12(1), 3395. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07320-2>.

- Rivera, A., Vinado, B., Benito, N., Docobo-Pérez, F., Fernández-Cuenca, F., Fernández-Domínguez, J., Guineja, J., López-Navas, A., Moreno, M. Á., Larrosa, M. N., Oliver, A., & Navarro, F. (2023). Recommendations of the spanish antibiogram committee (coesant) for in vitro susceptibility testing of antimicrobial agents by disk diffusion. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (English Edition)*, 41(9), 571–576. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2022.04.015>.
- Rosmania., & Yanti, F. (2020). Perhitungan jumlah bakteri di laboratorium mikrobiologi menggunakan pengembangan metode spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(2), 76–86. <https://doi.org/10.56064/jps.v22i2.564>.
- Santoso, S. (2016). *Statistik Parametrik : Konsep dan Aplikasi dengan SPSS*. Elex Media Komputindo.
- Sarmira, M., Purwanti, S., & Yuliati, F. N. (2021). Aktivitas antibakteri ekstrak daun oregano terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Stapylococcus aureus* sebagai alternatif feed additive unggas. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 21(1), 40–49. <https://doi.org/10.24198/jit.v21i1.33161>.
- Sharma, S., Mohler, J., Mahajan, S. D., Schwartz, S. A., Bruggemann, L., & Aalinkeel, R. (2023). Microbial biofilm: a review on formation, infection, antibiotic resistance, control measures, and innovative treatment. *Microorganisms*, 12(10), 1–33. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11061614>.
- Sohn, S. -I., Rathinapriya, P., Balaji, S., Balan, D. J., Swetha, T. K., Durgadevi, R., Alagulakshmi, S., Singaraj, P., Pandian, S. (2021). Phytosterols in seaweeds: an overview on biosynthesis to biomedical applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 22,12691. <https://doi.org/10.3390/ijms22231269>.
- Soedarto. (2015). *Mikrobiologi Kedokteran*. Sagung Seto.
- Sari, N. I., Diharmi, A., Sidauruk, S. W., & Sinurat, F. M. (2022). Identifikasi komponen bioaktif dan aktivitas ekstrak rumput laut merah (*Eucheuma spinosum*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 14(1), 9–15. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v14i1.18862>.
- Sari, R., Muhani, M., & Fajriaty, I. (2018). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun gaharu (*Aquilaria microcarpa Baill.*) terhadap bakteri *Staphylococcus*

aureus dan *Proteus mirabilis*. *Pharmaceutic Science and Research (PSR)*, 4(3), 143–154. <https://doi.org/10.7454/psr.v4i3.3756>.

- Saridewi, M. N., Bahar, M., & Anisah. (2017). Uji efektivitas antibakteri perasan jus buah nanas (*Ananas comosus*) terhadap pertumbuhan isolat bakteri plak gigi di puskesmas Kecamatan Tanah Abang periode April 2017. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 5(2), 104–110. <https://doi.org/10.24252/bio.v5i2.3532>.
- Sarita, I. D. A. A. D., Subrata, I. M., Sumaryani, N. P., & Rai, I. G. A. (2021). Identifikasi jenis rumput laut yang terdapat pada ekosistem alami perairan Nusa Penida. *Jurnal Emasains: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 10(1), 141–154. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4692118>.
- Sibero, H. T., Sirajudin, A., & Anggraini, D. I. (2019). Prevalensi dan gambaran epidemiologi *Acne vulgaris* di Provinsi Lampung. *Jurnal Kedokteran Unila*, 3(2), 308–312. <https://doi.org/10.23960/jkunila.v3i2.pp308-312>.
- Sinarsih, N. K., Rita, W. S., & Puspawati, N. M. (2021). Aktivitas antibakteri fraksi ekstrak etanol daun trembesi (*Samanea saman (Jacq.) Merr*) terhadap *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Applied Chemistry Research*, 3(1), 1–5. <https://doi.org/10.23887/ijacr.v3i1.32860>.
- Surani., Pujiasmoro, C., & Kadarohman, A. (2023). Penentuan suhu terprogram optimum pada analisis asam lemak hasil ekstrak mikroalga *Chlorella* menggunakan instrument GC–MS. *Jurnal Kimia*, 12(1), 20–25. <https://doi.org/10.26740/ujc.v12n1.p20-25>.
- Syafitri, T., Hafiludin., & Chandra, A. B. (2022). Pemanfaatan ekstrak rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dari perairan Sumenep sebagai antioksidan. *Jurnal Kelautan*, 15(2), 160–168. <https://doi.org/10.21107/jk.v15i2.14905>.
- Tandi, J., Dewi, N. P., Handayani, K. R., Wirawan, R. C., & Surat, M. R. (2020). Potensi rumput laut (*Eucheuma cottonii* J.Agardh) terhadap nefropati diabetik tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*, 6(2), 286–294. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2020.v6.i2.15046>.
- Tang, C., Chen, J., Zhang, L., Zhang, R., Zhang, S., Ye, S., Zhao, Z., & Yang, D. (2020). Exploring the antibacterial mechanism of essential oils by membrane permeability, apoptosis and biofilm formation combination with proteomics analysis against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Medical Microbiology*, 310(5), 151435. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2020.151435>.

- Tiji, S., Rokni, Y., Benayad, O., Laaraj, N., Aserhaou, A., & Mimouni, M. (2021). Chemical composition related to antimicrobial activity of *Moroccan Nigella sativa L.* extracts and isolated fractions. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 8308050. <https://doi.org/10.1155/2021/8308050>.
- Trimawartinah, M. K. M. (2020). *Bahan Ajar Statistik Non Parametrik*. Uhamka.
- Verpoorte, R., Kim, H. K., & Choi, Y. H. (2022). Trivialities in metabolomics: artifacts in extraction and analysis. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 9, 972190. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2022.972190>.
- Venkata, R., La, S., Pardha, S. M., Narashima, R. B., Naga, V. K., Sudhakar, M., & Radhakrishnan, T. M. (2012). Antibacterial, antioxidant activity and GC–MS analysis of *Eupatorium odoratum*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 5(3), 99–106. <https://doi.org/10.4314/ajcpr.v5i3.8>.
- Wang, P., Chen, J., Chen, L., Shi, L., Liu, H. (2021). Characteristic volatil composition of seven seaweeds from the yellow sea of China. *Marine Drugs*, 19, 192. <https://doi.org/10.3390/md19040192>.
- Wang, F., Shen, H., Yang, X., Liu, T., Yang, Y., Zhou, X., Zhao, P., & Guo, Y. (2021). Effect of free amino acids and peptide hydrolysates from sunflower seed protein on the formation of pyrazines under different heating conditions. *RSC Advances*, 11(45), 27772–27780. <https://doi.org/10.1039/d1ra05140g>.
- Wardani, H. N. (2020). Potensi ekstrak daun sirsak dalam mengatasi kulit wajah berjerawat. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2(4), 563–570. <https://doi.org/10.37287/jppp.v2i4.218>.
- Xue, D., Zhang, X., Lu, X., Chen, G., & Chen, Z. H. (2017). Molecular and evolutionary mechanisms of cuticular wax for plant drought tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 8, 621. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00021>.
- Zahrah, H., Mustika, A., & Debora, K. 2018. Aktivitas antibakteri dan perubahan morfologi dari *Propionibacterium acnes* setelah pemberian ekstrak *Curcuma xanthorrhiza*. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 20(3), 160–169. <https://doi.org/10.20473/jbp.v20i3.2018.160-169>.
- Zhu, Z., Zhong, X., Luo, Z., Liu, M., Zhang, H., Zheng, H., Li, J. (2025). Global, regional and national burdens of *Acne vulgaris* in adolescents and young adults aged 10–24 years from 1990 to 2021: a trend analysis. *British Journal of Dermatology (Br J Dermatol)*, 192(2), 228–237. <https://doi.org/10.1093/bjd/ljae352>.

Zheng, C. J., Yoo, J. S., Lee, T. G., Cho, H. Y., Kim, Y. H., & Kim, W. G. (2005). Fatty acid synthesis is a target for antibacterial activity of unsaturated fatty acids. *FEBS Letters*, 579(23), 5157–5162.
<https://doi.org/10.1016/j.febslet.2005.08.028>.