

**Potensi Antibakteri Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau
pada Bakteri *Staphylococcus aureus* Penyebab Jerawat**

Skripsi



Samuel Stanleyce

31210393

Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Yogyakarta

2025

**Potensi Antibakteri Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau
pada Bakteri *Staphylococcus aureus* Penyebab Jerawat**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains (S,Si)
Pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana



Samuel Stanleyce

31210393

Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Yogyakarta

PERNYATAAN PENYERAHAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Samuel Stanleyen
NIM/NIP/NIDN : 312102803
Program Studi : Biologi
Judul Karya Ilmiah : Potensi Antibakteri Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau
pada Bakteri Staphylococcus aureus Penyebab Jerawat

dengan ini menyatakan:

- bahwa karya yang saya serahkan ini merupakan revisi terakhir yang telah disetujui pembimbing/promotor/reviewer.
- bahwa karya saya dengan judul di atas adalah asli dan belum pernah diajukan oleh siapa pun untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Kristen Duta Wacana maupun di universitas/institusi lain.
- bahwa karya saya dengan judul di atas sepenuhnya adalah hasil karya tulis saya sendiri dan bebas dari plagiasi. Karya atau pendapat pihak lain yang digunakan sebagai rujukan dalam naskah ini telah dikutip sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.
- bahwa saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku berupa pencabutan gelar akademik jika di kemudian hari didapati bahwa saya melakukan tindakan plagiasi dalam karya saya ini.
- bahwa Universitas Kristen Duta Wacana tidak dapat diberi sanksi atau tuntutan hukum atas pelanggaran hak kekayaan intelektual atau jika terjadi pelanggaran lain dalam karya saya ini. Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran dalam karya saya ini akan menjadi tanggung jawab saya pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Kristen Duta Wacana.
- menyerahkan hak bebas royalti noneksklusif kepada Universitas Kristen Duta Wacana, untuk menyimpan, melestarikan, mengalihkan dalam media/format lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), dan mengunggahnya di Repositori UKDW tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta atas karya saya di atas, untuk kepentingan akademis dan pengembangan ilmu pengetahuan.

- g. bahwa saya bertanggung jawab menyampaikan secara tertulis kepada Universitas Kristen Duta Wacana jika di kemudian hari terdapat perubahan hak cipta atas karya saya ini.
- h. bahwa meskipun telah dilakukan pelestarian sebaik-baiknya, Universitas Kristen Duta Wacana tidak bertanggung jawab atas kehilangan atau kerusakan karya atau metadata selama disimpan di Repositori UKDW.
- i. mengajukan agar karya saya ini: *(pilih salah satu)*

- ☐ Dapat diakses tanpa embargo.
- ☒ Dapat diakses setelah 2 tahun.*
- ☐ Embargo permanen.*

Embargo: penutupan sementara akses karya ilmiah.

*Halaman judul, abstrak, dan daftar pustaka tetap wajib dibuka.

Alasan embargo *(bisa lebih dari satu)*:

- ☐ dalam proses pengajuan paten.
- ☐ akan dipresentasikan sebagai makalah dalam seminar nasional/internasional.**
- ☒ akan diterbitkan dalam jurnal nasional/internasional.**
- ☐ telah dipresentasikan sebagai makalah dalam seminar nasional/internasional ... dan diterbitkan dalam prosiding pada bulan ... tahun ... dengan DOI/URL ... ***
- ☐ telah diterbitkan dalam jurnal ... dengan DOI/URL artikel ... atau vol./no. ... ***
- ☐ berisi topik sensitif, data perusahaan/pribadi atau informasi yang membahayakan keamanan nasional.
- ☐ berisi materi yang mengandung hak cipta atau hak kekayaan intelektual pihak lain.
- ☐ terikat perjanjian kerahasiaan dengan perusahaan/organisasi lain di luar Universitas Kristen Duta Wacana selama periode tertentu.
- ☐ Lainnya (mohon dijelaskan)

**Setelah diterbitkan, mohon informasikan keterangan publikasinya ke repository@staff.ukdw.ac.id.

***Tuliskan informasi kegiatan atau publikasinya dengan lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

Yogyakarta, 23 Juni 2025

Mengetahui,



Tri Yahya Budiarso, S.Si., M.P.

Tanda tangan & nama terang pembimbing
NIDN/NIDK 0503036902

Yang menyatakan,



Samuel Stanleycey

Tanda tangan & nama terang pemilik karya/penulis
NIM 31210393

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi dengan judul:

**Potensi Antibakteri Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau pada Bakteri
Staphylococcus aureus Penyebab Jerawat**

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:

SAMUEL STANLEYCEN

31210393

Dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada tanggal 5 Juni 2025

Nama Dosen

Tanda Tangan

1. Dr. Charis Amarantini, M.Si.
(Ketua Tim Penguji)

: 

2. Tri Yahya Budiarso, S.Si., M.P.
(Dosen Pembimbing I/Dosen Penguji II)

: 

3. Dwi Aditiyarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc.
(Dosen Pembimbing II/Dosen Penguji III)

: 

Yogyakarta, 4 Juli 2025

Dekan,

Ketua Program Studi



Dr. Charis Amarantini, M.Si.
NIK. 914 E 155



Dwi Aditiyarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc.
NIK. 214 E 556

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Judul Skripsi : Potensi Antibakteri Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau
pada Bakteri *Staphylococcus aureus* Penyebab
Jerawat

Nama : Samuel Stanleycen

NIM : 31210393

Pembimbing 1 : Tri Yahya Budiarmo, S.Si., M.P.

Pembimbing 2 : Dwi Aditriyarni, S.Si., M.Biotech., M.Sc

Hari/Tanggal Ujian : Kamis, 5 Juni 2025

Yogyakarta, 23 Juni 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Tri Yahya Budiarmo, S.Si., M.P.

NIK: 934 E 209



Dwi Aditriyarni, S.Si., M.Biotech.,
M.Sc

NIK: 214 E 556

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi,



Dwi Aditriyarni, S.Si., M.Biotech., M.Sc

NIK: 214 E 556

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Samuel Stanleyceen

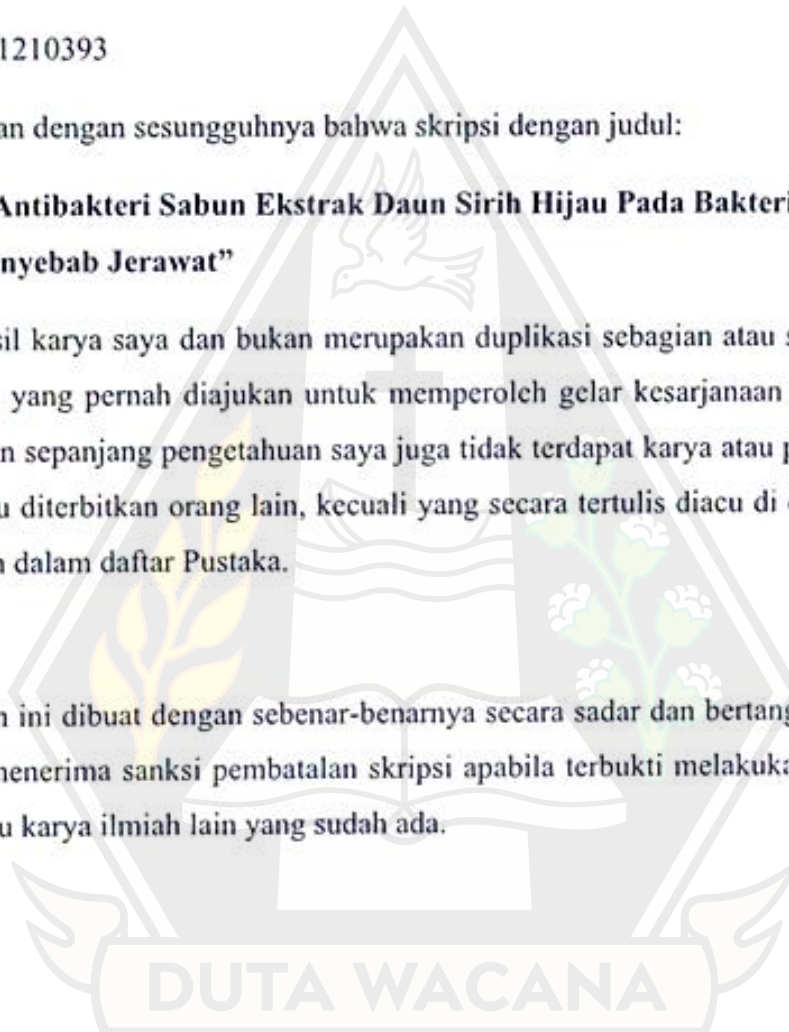
NIM : 31210393

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

“Potensi Antibakteri Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau Pada Bakteri *Staphylococcus aureus* Penyebab Jerawat”

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan dari suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggungjawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.



Yogyakarta



Samuel Stanleyceen

31210393

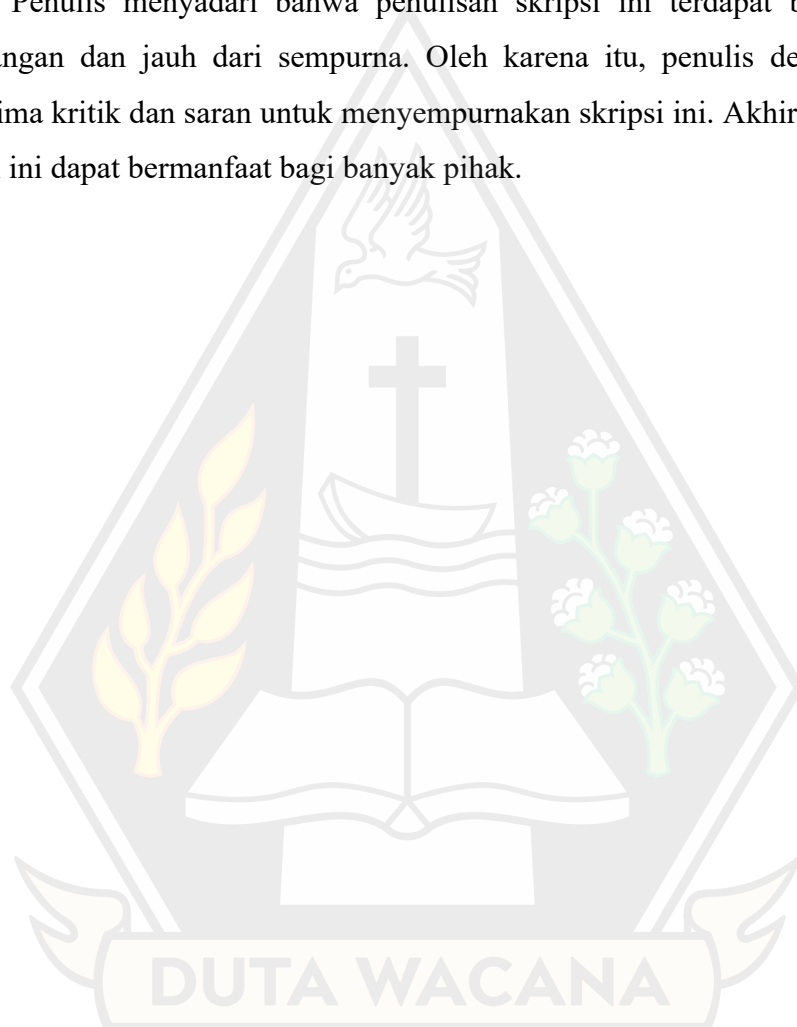
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih dan berkat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi dengan judul “**Potensi Antibakteri Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau pada Bakteri *Staphylococcus aureus* Penyebab Jerawat**”. Tugas akhir Skripsi menjadi salah satu kewajiban mahasiswa yang harus dikerjakan dan menjadi syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana (S.Si) di Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana. Proses penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik berkat bimbingan, semangat, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus yang selalu memberikan berkat sukacita dan perlindungan serta penguatan kepada penulis selama berlangsungnya penelitian hingga penulisan naskah skripsi sehingga dapat terselesaikan.
2. Keluarga terkasih Bapak Karim, Ibu Ariani, Kakak Stefani, Kakak Inggrit Ari Pitaloka, Kakak Hermanto, Kakak Wilsen, Keponakan Christian, dan Keponakan Gaby yang selalu memberikan dukungan secara mental dan materi dengan cinta kasihnya.
3. Dr. Charis Amarantini, M.Si selaku Dekan Fakultas Bioteknologi sekaligus dosen penguji utama yang memberikan arahan dan dukungan selama penelitian.
4. Tri Yahya Budiarso, S.Si., M.P. dan Dwi Aditiyarini, S.Si., M.Si., M.Biotech. selaku dosen pembimbing pertama dan kedua yang memberikan arahan, motivasi, dan dukungan selama penelitian hingga penyelesaian naskah skripsi.
5. Seluruh dosen, staff, dan laboran Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana yang telah membimbing, memberikan ilmu dan pengetahuan dalam proses perkuliahan penulis.
6. Natalia Fitriyani yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, dan membantu proses penelitian dan penulisan naskah skripsi.
7. Diva, Stefani, Devita, dan Eunike yang menjadi teman seperjuangan dan membantu proses penelitian serta memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi.

8. Arya, Ruben, Lauretta, dan Edward yang sudah menjadi teman terbaik penulis selama proses perkuliahan.
9. Kak Vincent Santosa yang sudah menjadi teman yang membantu dalam proses penulisan naskah skripsi.
10. Seluruh mahasiswa Bioteknologi angkatan 2021, yang sudah berjuang bersama dalam proses perkuliahan.

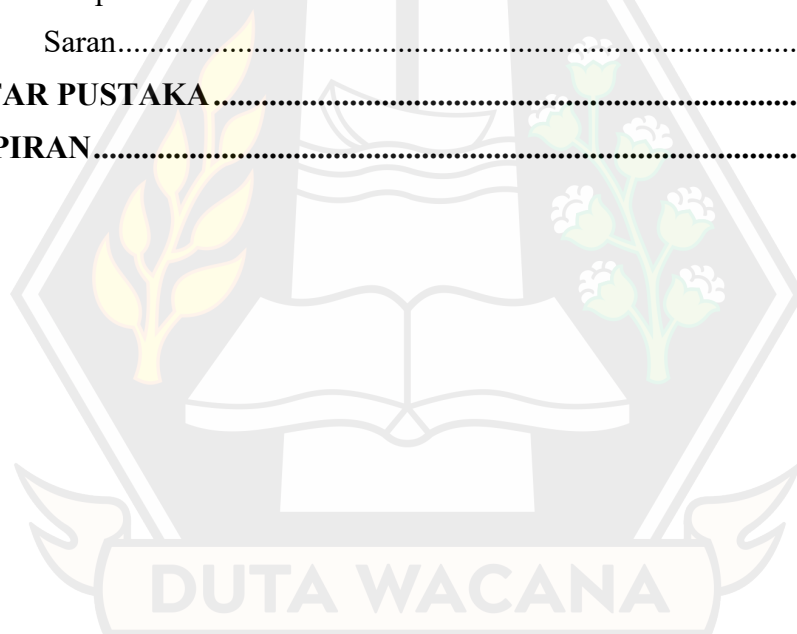
Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini terdapat banyak sekali kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka menerima kritik dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.



DAFTAR ISI

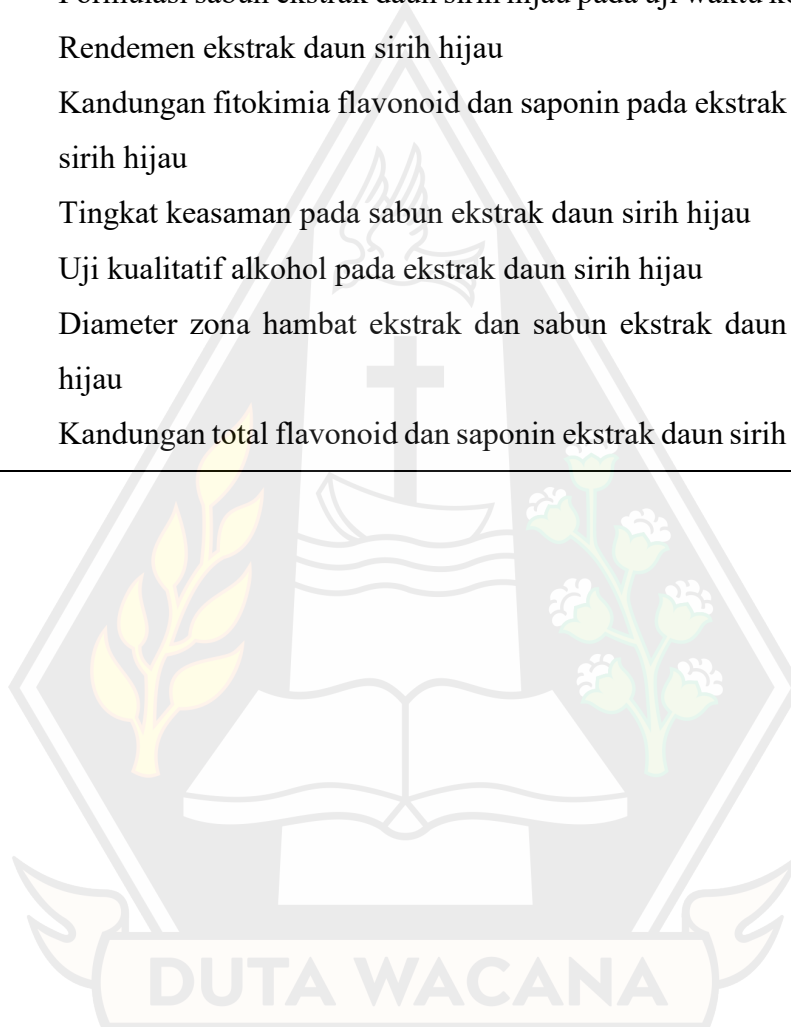
HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN SAMPUL DALAM.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Jerawat dan Penyebabnya	4
2.2 Mekanisme Pembentukan Jerawat Secara Fisiologi dan Mikrobiologi ..	5
2.3 Sabun dan Kemampuannya dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri.	8
2.4 Potensi Kandungan Fitokimia Pencegah Jerawat pada Daun Sirih Hijau	9
2.5 Mekanisme Flavonoid dan Saponin dalam Mencegah Jerawat	11
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan.....	13
3.3 Alat.....	13
3.4 Cara Kerja	13
3.4.1 Pembuatan Simplisia.....	13
3.4.2 Ekstraksi Sampel.....	14
3.4.3 Pembuatan Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau	14
3.4.4 Uji Tingkat Keasaman (pH)	15
3.4.5 Skrining Flavonoid.....	15

3.4.6	Skrining Saponin.....	15
3.4.7	Kandungan Total Flavonoid.....	15
3.4.8	Kandungan Total Saponin.....	16
3.4.9	Uji Kualitatif Alkohol	17
3.4.10	Sterilisasi Alat	18
3.4.11	Peremajaan Bakteri	18
3.4.12	Uji Zona Hambat.....	18
3.4.13	Uji Waktu Kontak Sabun dan Bakteri.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Ekstrak Daun Sirih Hijau	21
4.2	Tingkat Keasaman Pada Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau	26
4.3	Daya Hambat Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau	27
4.4	Waktu Kontak Sabun dan Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	31
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		35
5.1	Simpulan	35
5.2	Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....		36
LAMPIRAN.....		42



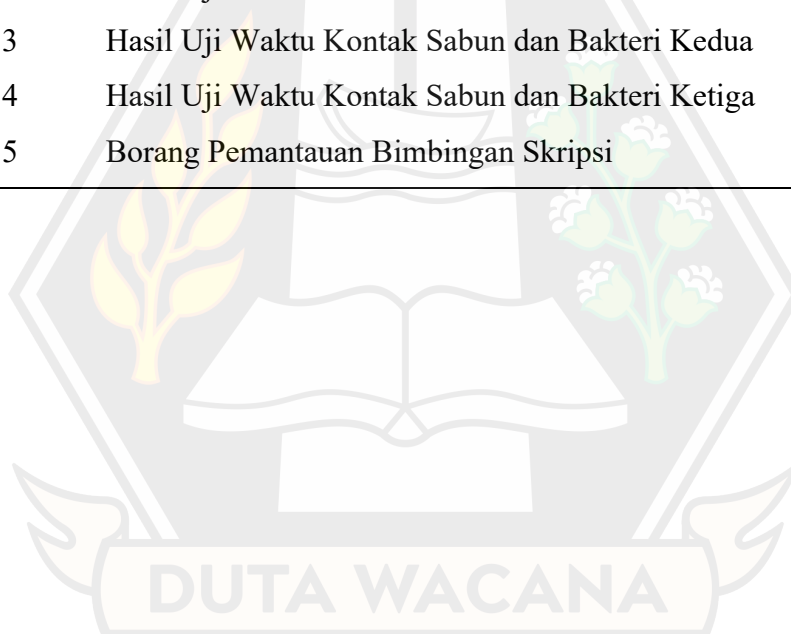
DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul Tabel	Hal
3.1	Formulasi sabun ekstrak daun sirih hijau	15
3.2	Formulasi ekstrak daun sirih hijau pada uji zona hambat	19
3.3	Formulasi sabun ekstrak daun sirih hijau pada uji zona hambat	19
3.4	Formulasi sabun ekstrak daun sirih hijau pada uji waktu kontak	20
4.1	Rendemen ekstrak daun sirih hijau	21
4.2	Kandungan fitokimia flavonoid dan saponin pada ekstrak daun sirih hijau	23
4.3	Tingkat keasaman pada sabun ekstrak daun sirih hijau	26
4.4	Uji kualitatif alkohol pada ekstrak daun sirih hijau	28
4.5	Diameter zona hambat ekstrak dan sabun ekstrak daun sirih hijau	29
4.6	Kandungan total flavonoid dan saponin ekstrak daun sirih hijau	30



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1	Pembuatan Simplisia, Ekstraksi, dan Perhitungan Rendemen
2	Hasil Skrining Fitokimia
3	Formulasi Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau pada Uji Zona Hambat
4	Formulasi Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau pada Uji Waktu Kontak
5	Tabel Hasil Uji pH pada Sabun
6	Perhitungan Kadar Total Flavonoid
7	Perhitungan Kadar Total Saponin
8	Morfologi Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>
9	Kadar flavonoid dan saponin pada ekstrak daun sirih hijau
10	Hasil Uji Zona Hambat Ekstrak Daun Sirih Hijau
11	Hasil Uji Zona Hambat Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau
12	Hasil Uji Waktu Kontak Sabun dan Bakteri Pertama
13	Hasil Uji Waktu Kontak Sabun dan Bakteri Kedua
14	Hasil Uji Waktu Kontak Sabun dan Bakteri Ketiga
15	Borang Pemantauan Bimbingan Skripsi



ABSTRAK

Potensi Antibakteri Sabun Ekstrak Daun Sirih Hijau pada Bakteri *Staphylococcus aureus* Penyebab Jerawat

Samuel Stanleyceen

Jerawat merupakan gangguan kulit yang disebabkan oleh peradangan kronis akibat patogenesis kompleks. Faktor utama jerawat adalah penumpukan sebum yang menyumbat pori-pori dan menciptakan lingkungan anaerobik yang mendukung pertumbuhan bakteri penyebab jerawat, terutama *Staphylococcus aureus*. Ketika jumlah *S. aureus* mencapai 10^6 CFU, bakteri ini dapat memproduksi toksin yang memperparah pembentukan dan keparahan jerawat. Oleh karena itu, menjaga kebersihan kulit penting dilakukan untuk mengurangi risiko jerawat. Daun sirih hijau diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder, seperti flavonoid dan saponin, yang memiliki aktivitas antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas antibakteri sabun ekstrak daun sirih hijau terhadap *S. aureus*. Nilai rendemen ekstrak daun sirih hijau yang didapatkan, sebesar 14,47%, dengan kadar total flavonoid $7,353 \pm 0,216$ mg QE/g ekstrak dan kadar total saponin $9,931 \pm 0,339$ mg SE/g ekstrak. Tingkat keasaman sabun ekstrak daun sirih hijau berkisar antara 8,58-8,91, sesuai dengan Standar Nasional Indonesia 4085:2017. Ekstrak daun sirih hijau 81,63% memiliki diameter zona hambat $21 \text{ mm} \pm 1,633$ terhadap bakteri *S. aureus*, dan sabun ekstrak daun sirih hijau 16,33% memiliki diameter zona hambat $20 \text{ mm} \pm 0,816$. Keduanya termasuk dalam kategori sensitif sesuai dengan *Clinical and Laboratory Standards Institute* (2013). Sabun ekstrak daun sirih hijau 10% dengan waktu kontak selama 30 detik, mampu menurunkan jumlah koloni bakteri *S. aureus* mencapai $5,8 \times 10^5$ CFU, yang berada dalam ambang batas normal flora kulit manusia. Penelitian ini menunjukkan potensi sabun ekstrak daun sirih hijau sebagai agen antibakteri alami untuk pengelolaan jerawat.

Kata Kunci: Antibakteri, Daun Sirih Hijau, *Staphylococcus aureus*, Jerawat, Sabun

ABSTRACT

Antibacterial Potential of Green Betel Leaf Extract Soap Against Staphylococcus aureus Bacteria Causing Acne

Samuel Stanleycen

Acne is a chronic inflammatory skin disorder resulting from complex pathogenic mechanisms. A primary contributing factor is the accumulation of sebum, which obstructs pores and creates an anaerobic environment conducive to the proliferation of acne-associated bacteria, notably *Staphylococcus aureus*. When *S. aureus* reaches a population density of 10^6 CFU, it produces toxins that exacerbate acne formation and severity. Therefore, maintaining proper skin hygiene is essential to reduce the risk of acne. Green betel leaf contain secondary metabolites, including flavonoids and saponins, known for their antibacterial properties. This study aimed to evaluate the antibacterial efficacy of *Piper betle* extract soap against *S. aureus*. The extraction yield of *Piper betle* extract was 14.47%, with a total flavonoid content of 7.353 ± 0.216 mg QE/g extract and a total saponin content of 9.931 ± 0.339 mg SE/g extract. The pH of the *Piper betle* extract soap ranged from 8.58–8.91, complying with Indonesian National Standard 4085:2017. The 81.63% *Piper betle* extract exhibited an inhibition zone diameter of $21 \text{ mm} \pm 1.633$ against *S. aureus*, while the 16.33% extract soap produced an inhibition zone of $20 \text{ mm} \pm 0.816$. Both classified as sensitive category according to the Clinical and Laboratory Standards Institute (2013). Furthermore, treatment with 10% *Piper betle* extract soap for 30 seconds reduced *S. aureus* colony counts to 5.8×10^5 CFU, consistent with normal human skin flora levels. These findings demonstrate the potential of *Piper betle* extract soap as a natural antibacterial agent for acne management.

Keywords: *Antibacterial, Green Betel Leaf, Staphylococcus aureus, Acne, Soap*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jerawat merupakan salah satu masalah kulit yang banyak dialami oleh berbagai kalangan termasuk remaja dan dewasa. *World Health Organization* (WHO) mengklasifikasikan jerawat ini sebagai penyakit kronis karena bukan hanya gangguan sementara. Beberapa faktor yang menjadikan jerawat menjadi penyakit kronis diantaranya: jerawat dapat berlangsung dalam jangka waktu yang lama, memiliki sifat yang berulang, dan memberikan efek psikologis yang signifikan. Jerawat memberikan dampak negatif yang dapat menurunkan tingkat percaya diri, kecemasan, bahkan depresi (Zouboulis, 2014). Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri gram positif dan termasuk dalam flora normal kulit manusia. Jumlah bakteri *S. aureus* yang mencapai 10^6 dapat menghasilkan toksin yang berujung pada pembentukan jerawat dan meningkatkan keparahan jerawat. Walaupun bakteri ini merupakan bakteri flora kulit normal, *S. aureus* cenderung lebih umum muncul pada kulit yang meradang. Bakteri ini juga dapat menghasilkan berbagai faktor virulensi, termasuk racun dan enzim yang merusak jaringan inang. Secara garis besar *S. aureus* dapat mempengaruhi respon imun lokal dengan peningkatan sitokin pro-inflamasi yang memperburuk kondisi jerawat (Dreno *et al.*, 2017). Dalam mencegah pembentukan jerawat, jumlah bakteri flora normal pada kulit harus berada pada rentang ambang batas flora normal sebesar 10^2 hingga 10^6 CFU/cm² (Trampuz & Widmer, 2004).

Perawatan kulit merupakan solusi dari masalah jerawat, namun tidak dapat berjalan secara instan dan memiliki biaya cukup besar yang berdampak menjadi beban finansial bagi banyak orang (Durairaj *et al.*, 2023). Dalam mencegah jerawat dan meningkatkan kualitas kulit diperlukan penanganan yang tepat dalam membersihkan area kulit. Sabun memberikan dampak yang signifikan karena dapat membantu menghilangkan kotoran, minyak berlebih, dan sel-sel kulit mati pada permukaan kulit. Hal ini penting karena penumpukan kotoran dan minyak dapat menyumbat pori-pori yang menjadi penyebab utama

jerawat. Sabun juga dapat menjaga tingkat keasaman pada kulit yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri penyebab jerawat. Kebersihan kulit menjadi hal terpenting dalam menjaga kondisi kulit tetap baik agar mencegah infeksi dan peradangan yang secara langsung mempengaruhi tingkat keparahan jerawat (Conforti *et al.*, 2021).

Salah satu bahan alam yang kerap dimanfaatkan masyarakat dalam mengatasi masalah jerawat adalah daun sirih hijau. Pada penelitian Supriyanta dkk. (2019), ekstrak daun sirih hijau diformulasikan ke dalam bedak tabur anti jerawat. Hasil uji menunjukkan bahwa bedak tabur dengan ekstrak daun sirih hijau 15% menghasilkan zona hambat terbesar terhadap bakteri *S. aureus*, yaitu sebesar 6,31 mm. Namun, nilai tersebut masih termasuk dalam kategori resisten menurut standar CLSI (2013). Berdasarkan hal tersebut, penelitian selanjutnya mengembangkan formulasi sabun dengan ekstrak daun sirih hijau, untuk melihat tingkat penghambatan sabun tersebut terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Daun sirih hijau dikenal memiliki aroma alami yang menyegarkan, sehingga tidak hanya berfungsi sebagai bahan aktif dalam sabun, tetapi juga memberikan sensasi segar sekaligus menutupi bau badan. Daun sirih hijau mengandung berbagai senyawa zat aktif seperti flavonoid dan saponin, yang berpotensi dalam mengatasi masalah jerawat. Flavonoid pada daun sirih hijau memiliki kemampuan untuk mengatur metabolisme asam amino, lipid, dan asam lemak, yang berhubungan dengan kondisi hiperseborrhea, reaksi inflamasi, dan keratinisasi folikel yang abnormal dan menjadi faktor utama dalam pembentukan jerawat (Ramsis *et al.*, 2024). Flavonoid berperan dalam memodulasi jalur inflamasi sehingga dapat mengurangi peradangan pada lesi jerawat. Sementara itu, saponin memiliki sifat antibakteri yang kuat terhadap bakteri penyebab jerawat. Saponin dapat mendenaturasi dinding sel bakteri dengan berdifusi melalui membran tersebut dan mengikat membran sitoplasma yang menyebabkan kematian pada sel bakteri. Dengan demikian, pemanfaatan ekstrak daun sirih hijau, khususnya flavonoid dan saponin, dalam produk perawatan kulit seperti sabun berpotensi menjadi solusi alami yang efektif untuk pencegahan dan pengobatan jerawat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah ekstrak daun sirih hijau dan sabun ekstrak daun sirih hijau memiliki kandungan flavonoid dan saponin yang memiliki kekuatan daya hambat sensitif terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*?
2. Berapa konsentrasi sabun ekstrak daun sirih hijau dan lama waktu kontak yang memberikan penghambatan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* hingga mencapai rentang ambang batas flora normal pada kulit?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui konsentrasi terendah ekstrak daun sirih hijau dan sabun ekstrak daun sirih hijau yang memiliki kekuatan daya hambat sensitif terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.
2. Mengetahui konsentrasi sabun ekstrak daun sirih hijau dan lama waktu kontak yang memberikan penghambatan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* hingga mencapai rentang ambang batas flora normal pada kulit.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat bagi masyarakat:

Penelitian dapat menjadi sumber informatif terkait sabun ekstrak daun sirih hijau dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* hingga mencapai rentang batas ambang flora normal kulit.

Manfaat bagi ilmu pengetahuan:

Penelitian dapat menjadi sumber untuk studi lanjutan terkait potensi antibakteri senyawa ekstrak daun sirih hijau.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian sabun ekstrak daun sirih hijau memiliki potensi dalam menghambat bakteri *S. aureus*, sehingga dapat disimpulkan bahwa:

1. Ekstrak daun sirih hijau mengandung kadar total flavonoid sebesar $7,353 \pm 0,216$ mg QE/g ekstrak dan kadar total saponin sebesar $9,931 \pm 0,339$ mg SE/g ekstrak. Uji zona hambat menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih hijau 81,63% dan sabun ekstrak daun sirih hijau 16,33% memiliki daya hambat yang termasuk kategori sensitif terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, dengan diameter zona hambat masing-masing sebesar 21 mm dan 20 mm.
2. Sabun ekstrak daun sirih hijau 10% dengan waktu kontak 30 detik mampu menurunkan jumlah koloni bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 hingga mencapai $5,8 \times 10^5$ CFU. Jumlah tersebut berada dalam rentang ambang batas flora normal pada kulit, sehingga menunjukkan potensi antibakteri sabun ekstrak daun sirih hijau terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang perlu dikaji lebih lanjut, yaitu:

1. Perlu dilakukan uji zona hambat dan uji waktu kontak bakteri dengan menggunakan jenis bakteri penyebab jerawat yang lebih spesifik, seperti *Propionibacterium acnes*.
2. Uji keamanan perlu dilakukan sebelum produk sabun ekstrak daun sirih hijau digunakan secara komersial, guna memastikan keselamatan pengguna.
3. Perlu dilakukan uji lanjutan MIC dan MBC untuk mengkaji potensi ekstrak daun sirih hijau sebagai agen antibiotik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abozeid, D., Fawzy, G., Issa, M., Abdeltawab, N., & Soliman, F. (2022). Medicinal Plants and their Constituents in the Treatment of *Acne vulgaris*. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 13(2), 189. <https://doi.org/10.33263/BRIAC132.189>
- Aditiyarini, D., Sipayung, N. S., & Prakasita, V. C. (2024). Antibacterial Activity of *Scurrula ferruginea* (Roxb. Ex Jack) Leaves Extract Against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Jurnal Biodjati*, 9(1), 90–101. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v9i1.30445>
- Alam, M. A. W., & Nur, S. (2021). Formulasi dan Uji Efektivitas Antibakteri Sediaan Sabun Cair Ekstrak Herba *Centella asiatica* L. *Fito Medicine: Journal Pharmacy and Sciences*, 13(1), 32-40.
- Amelinda, E., Widarta, I. W. R., & Darmayanti, L. P. T. (2018). Pengaruh Waktu Maserasi terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 7(4), 165. <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i04.p03>
- Azizah, M., Lingga, L. S., & Rikmasari, Y. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Seledri (*Apium graveolens* L.) Dan Madu Hutan Terhadap Beberapa Bakteri Penyebab Penyakit Kulit. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(1), 37. <https://doi.org/10.56064/jps.v22i1.547>
- Aznury, M., & Sari, R. P. (2020). Produk gel hand sanitizer berbahan dasar ekstrak cair daun sirih hijau (*Piper betle* L.) sebagai antiseptik. *Kinetika*, 11(1), 27-35.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibensouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Conforti, C., Giuffrida, R., Fadda, S., Fai, A., Romita, P., Zalaudek, I., & Dianzani, C. (2021). Topical dermocosmetics and acne vulgaris. *Dermatologic Therapy*, 34(1). <https://doi.org/10.1111/dth.14436>
- Ding, R.-L., Zheng, Y., & Bu, J. (2023). Physiological and Psychological Effects of Isotretinoin in the Treatment of Patients with Acne: A Narrative Review. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology, Volume 16*, 1843–1854. <https://doi.org/10.2147/CCID.S416267>
- Dréno, B. (2017). What is new in the pathophysiology of acne, an overview. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 31(S5), 8–12. <https://doi.org/10.1111/jdv.14374>
- Dreno, B., Bagatin, E., Blume-Peytavi, U., Rocha, M., & Gollnick, H. (2018). Female type of adult acne: Physiological and psychological considerations and management. *JDDG: Journal Der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 16(10), 1185–1194. <https://doi.org/10.1111/ddg.13664>
- Dreno, B., Martin, R., Moyal, D., Henley, J. B., Khammari, A., & Seit  , S. (2017). Skin microbiome and *acne vulgaris*: *Staphylococcus*, a new actor in acne. *Experimental Dermatology*, 26(9), 798–803. <https://doi.org/10.1111/exd.13296>
- Durairaj, A., Elumalai, K., & Shanmugam, A. (2023). Cystic acne treatment: A comprehensive review. *Medicine Advances*, 1(4), 318–329. <https://doi.org/10.1002/med4.43>

- Eka, K. A. (2022). Pengaruh jumlah pelarut terhadap rendemen ekstrak daun katuk (*Sauropus androgynus* L. Merr). *SITAWA: Jurnal Farmasi Sains dan Obat Tradisional*, 1(2), 125-135.
- Eko, R. E., Nopriyanti, M., Kholil, M., Novitasari, D., & Septiana, E. (2023). Karakteristik Kimia dan Organoleptik Sabun Padat Dengan Penambahan Serbuk Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata* L.). *Jurnal Teknologi Pangan dan Industri Perkebunan (LIPIDA)*, 3(2), 21–27. <https://doi.org/10.58466/lipida.v3i2.1458>
- Fajrina, R. F. N., Rahayu, I. G., Wahyuni, Y., & Rahmat, M. (2019). Aktivitas Anatibakteri Ekstrak Kulit Pisang Ambon (*Musa Acuminata Colla*) terhadap *Staphylococcus aureus* Secara In-vitro, *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(1), 230–235. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v11i1.744>
- Fatmawati, S., Landyyun Rahmawan, S., Nadiyya Maulida, U., & Kartini. (2021). Total Phenolic, Total Flavonoid Content and in vitro Sun Protection Factor test of Arabica Coffee Leaves Extract (*Coffea arabica* L). *Journal of Pharmaceutical Policy and Practice*, 14(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40545-021-00308-9>
- Fatmawaty, A., Aisyah, A. N., & Nisa, M. (2016). *Uji Aktivitas dan Formulasi Krim Anti Jerawat dari Beberapa Bahan Alam*.
- Fox, L., Csongradi, C., Aucamp, M., Du Plessis, J., & Gerber, M. (2016). Treatment Modalities for Acne. *Molecules*, 21(8), 1063. <https://doi.org/10.3390/molecules21081063>
- Handayani, D., Hepriyeni, Y., Amir, H., Ginting, S. M., & Nurhamidah, N. (2024). Physicochemical and antibacterial pathogenic characterization of papaya leaf extract liquid soap (*Carica papaya* L.). *Jurnal Pendidikan Kimia*, 16(1), 7–14. <https://doi.org/10.24114/jpkim.v16i1.55515>
- Handayani, T. W., Yusuf, Y., & Tandi, J. (2020). Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Metabolit Sekunder Ekstrak Biji Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis: Qualitative and Quantitative Analysis of Secondary Metabolite of Moringa Seed Extract (*Moringa oleifera* Lam.) with UV-Vis Spectrophotometry Method. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 6(3), 230–238. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2020.v6.i3.15324>
- Handoyo, D. L. Y. (2020). The Influence of Maseration Time (Immeration) on the Vocity of Birthleaf Extract (*Piper Betle*). *Jurnal Farmasi Tinctura*, 2(1), 34–41. <https://doi.org/10.35316/tinctura.v2i1.1546>
- Hasanuddin, A. R. P., & Salnus, S. (2020). Uji Bioaktivitas Minyak Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans* Penyebab Karier Gigi Antibacterial Activity of Clove Oil (*Syzygium Aromaticum*) In Inhibiting the Growth of *Streptococcus mutans* causing Dental Disease. (2020): 241-250.
- Herslambang, R. A., Rahmawanty, D., & Fitriana, M. (2015). Aktivitas Sediaan Gel Kuersetin terhadap *Staphylococcus Epidermidis*. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 1(1), 59–64. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2015.v1.i1.7901>
- Holderman, M. V., De Queljoe, E., & Rondonuwu, S. B. (2017). Identifikasi bakteri pada pegangan eskalator di salah satu pusat perbelanjaan di kota Manado.

- Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1), 13-18.
<https://doi.org/10.35799/jis.17.1.2017.14901>
- Hosny, K. M., Al Nahyah, K. S., & Alhakamy, N. A. (2020). Self-Nanoemulsion Loaded with a Combination of Isotretinoin, an Anti-Acne Drug, and Quercetin: Preparation, Optimization, and In Vivo Assessment. *Pharmaceutics*, 13(1), 46. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13010046>
- Hutasuhut, D. A., Aspriyanto, D., & Krishnawan Firdaus, I. W. A. (2022). Uji Fitokimia Kualitatif dan Kuantitatif Ekstrak Kulit Buah Rambai (*Baccaurea Motleyana*) Konsentrasi 100%. *Dentin*, 6(2). <https://doi.org/10.20527/dentin.v6i2.6394>
- Jalaluddin, J., Zulnazri, Z., Ibrahim, I., Hakim, L., & Daulay, S. H. (2023). Proses Pembuatan Sabun Padat dengan Proses Saponifikasi Melalui Reaksi Minyak Jarak dan VCO dengan NaOH dan Menambahkan Bubuk Coklat (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 12(1), 23. <https://doi.org/10.29103/jtku.v12i1.11611>
- Jović, A., Marinović, B., Kostović, K., Čeović, R., Basta-Juzbašić, A., & Mokos, Z. B. (2017). The Impact of Psychological Stress on Acne. *Acta Dermatovenerologica Croatia*.
- Julianti, E., Rajah, K. K., & Fidrianny, I. (2017). Antibacterial Activity of Ethanolic Extract of Cinnamon Bark, Honey, and Their Combination Effects against Acne-Causing Bacteria. *Scientia Pharmaceutica*, 85(2), 19. <https://doi.org/10.3390/scipharm85020019>
- Kang, H.-J., & Kim, J.-H. (2020). Removal of Residual Toluene and Methyl Tertiary Butyl Ether from Amorphous Paclitaxel by Simple Rotary Evaporation with Alcohol Pretreatment. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 25(1), 86–93. <https://doi.org/10.1007/s12257-019-0337-6>
- Kemit, N., Widarta, I. W. R., & Nocianitri, K. A. (2016). Pengaruh Jenis Pelarut dan Waktu Maserasi terhadap Kandungan Senyawa Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Alpukat (*Persea Americana* Mill). *Jurnal Ilmu Teknologi Pangan*, 5(2), 130-141.
- Kim, H. J., & Kim, Y. H. (2024). Exploring Acne Treatments: From Pathophysiological Mechanisms to Emerging Therapies. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(10), 5302. <https://doi.org/10.3390/ijms25105302>
- Lale Budi Kusuma, D., Wulandari, A. N., & Wiadnya, I. B. R. (2023). Modifikasi Metode Kalium Bikromat Untuk Uji Kualitatif Alkohol Dalam Urine. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 6(2), 143–151. <https://doi.org/10.30651/jmlt.v6i2.15456>
- Li, L., Zhang, J., Cheng, W., Di, F., Wang, C., & An, Q. (2024). Saponins of Paris polyphylla for the Improvement of Acne: Anti-Inflammatory, Antibacterial, Antioxidant and Immunomodulatory Effects. *Molecules*, 29(8), 1793. <https://doi.org/10.3390/molecules29081793>
- Mubarokah, L., & Efendi, M. R. S. (2024). Qualitative and Quantitative Identification of Alcohol using the Conway Microdiffusion Method and Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC- FID) on Evidence at the East Java Regional Police (Polda) Forensic Laboratory. *Indonesian Journal of Chemical Science* 13, no. 2 (2024): 135-142.

- Novaryatiin, S., Handayani, R., & Chairunnisa, R. (2018). Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Umbi Hati Tanah (*Angiotepris* Sp.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Surya Medika*, 3(2), 23–31. <https://doi.org/10.33084/jsm.v3i2.93>
- Pertiwi, R. D., Kristanto, J., & Praptiwi, G. A. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Formulasi Gel untuk Sariawan dari Ekstrak Daun Saga (*Abrus precatorius* L.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 2(2), 239–247. <https://doi.org/10.51352/jim.v2i2.72>
- Prayoga, E. (2013). *Perbandingan Efek Ekstrak Daun Sirih Hijau (Piper betle L.) dengan Metode Difusi Disk dan Sumuran terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus*.
- Puji Astutik, Richa Yuswantina, & Rissa Laila Vifta. (2021). Perbandingan Aktivitas Antifungi Ekstrak Etanol 70% Dan 96% Buah Parijoto (*Medinilla speciosa*) terhadap *Candida albicans*. *Journal of Holistics and Health Science*, 3(1), 32–41. <https://doi.org/10.35473/jhhs.v3i1.66>
- Puspita, W., Awaliah, P. D., & Hairunnisa. (2020). In Vitro Antibacterial Activity of Lime Fruit Juice (*Citrus Aurentifolia*) on *Staphylococcus Aereus* Bacteria. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari Weni Puspita*, 11(1).
- Putri, A. T., Suproborini, A., & Kusumawati, D. (2023). *Kandungan metabolit sekunder ekstrak etanol daun sirih hijau (Piper betle L.)*. In *Prosiding Seminar Nasional Program Studi Farmasi UNIPMA (SNAPFARMA)*, vol. 1, no. 1, pp. 226-229. 2023.
- Rahayu, S., Kurniasih, N., & Amalia, V. (2015). Ekstraksi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid dari Limbah Kulit Bawang Merah sebagai Antioksidan Alami. *al-Kimiya*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.15575/ak.v2i1.345>
- Rahmadani, A. F., Shinta Nuriyah, W., Hosiyah, Imam Taufiq, A. H., & Faisal. (2023). Isolasi dan Identifikasi Awal Bakteri Patogen pada Kolam Maturasi IPLT Supit Urang Kota Malang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Sains Unisma Malang*, 1(2), 41. <https://doi.org/10.33474/jimsum.v1i2.22559>
- Ramsis, T., Refat M. Selim, H. M., Elseedy, H., & Fayed, E. A. (2024). The role of current synthetic and possible plant and marine phytochemical compounds in the treatment of acne. *RSC Advances*, 14(33), 24287–24321. <https://doi.org/10.1039/D4RA03865G>
- Rosmainar, L. (2021). Formulasi dan Evaluasi Sediaan Sabun Cair dari Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) dan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) serta Uji Cemaran Mikroba. *Jurnal Kimia Riset*, 6(1), 58. <https://doi.org/10.20473/jkr.v6i1.25554>
- Ruan, S.-F., Hu, Y., Wu, W.-F., Du, Q.-Q., Wang, Z.-X., Chen, T.-T., Shen, Q., Liu, L., Jiang, C.-P., Li, H., Yi, Y., Shen, C.-Y., Zhu, H.-X., & Liu, Q. (2022). Explore the Anti-Acne Mechanism of Licorice Flavonoids Based on Metabonomics and Microbiome. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 832088. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.832088>
- Ruswanto, R., Lestari, T., Wardani, G. A., Yulianto, R. P. A., & Praditya R, P. A. (2022). Penyuluhan dan Workshop Pembuatan Sabun Cuci Piring di Desa Sirnaputra Tasikmalaya Jawa Barat. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 5(10), 3325–3333. <https://doi.org/10.33024/jkpm.v5i10.7187>

- Sapara, T. U., Waworuntu, O., & Juliatri. (2016). Efektivitas Antibakteri Daun Pacar Air (*Impatiens balsamina* L.) terhadap Pertumbuhan *Porphyromonas gingivalis*. *Pharmakon*, 5(4).
- Sari, T. I., Kasih, J. P., & Sari, T. J. N. (2010). Pembuatan Sabun Padat dan Sabun Cair dari Minyak Jarak. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(1).
- Sasaki, J.-I., & Imazato, S. (2020). Autoclave sterilization of dental handpieces: A literature review. *Journal of Prosthodontic Research*, 64(3), 239–242. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.07.013>
- Senduk, T. W., Montolalu, L. A. D. Y., & Dotulong, V. (2020). The rendement of boiled water extract of mature leaves of mangrove *Sonneratia alba*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 11(1), 9. <https://doi.org/10.35800/jpkt.11.1.2020.28659>
- Supriyanta, J., & Novita, D. (2019). Formulasi Ekstrak Etanol 96% Daun Sirih Hijau (*Piper Betle* L.) Dalam Bedak Tabur Anti Jerawat Dan Uji Aktivitas Antiacne Terhadap *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Farmagazine*, 6(2), 18-26.
- Suryantarini, N. W. P. W., Hasbi, N., & Ayunda, R. D. (2024). Antibiotics Susceptibility Testing Against *Staphylococcus Aureus* from Nasal Isolates in Food Handlers in Canteen of Mataram University. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1b), 51-63.
- Susatyo, J. H. (2016). Perbedaan Pengaruh Pengolesan dan Perendaman Alkohol 70% terhadap Penurunan Angka Hitung Kuman Pada Alat Kedokteran Gigi. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 2(2), 160-164.
- Szabó, K., Erdei, L., Bolla, B. Sz., Tax, G., Bíró, T., & Kemény, L. (2017). Factors shaping the composition of the cutaneous microbiota. *British Journal of Dermatology*, 176(2), 344–351. <https://doi.org/10.1111/bjd.14967>
- Tan, J. K. L., & Bhate, K. (2015). A global perspective on the epidemiology of acne. *British Journal of Dermatology*, 172, 3–12. <https://doi.org/10.1111/bjd.13462>
- Totté, J. E. E., Van Der Feltz, W. T., Bode, L. G. M., Van Belkum, A., Van Zuuren, E. J., & Pasmans, S. G. M. A. (2016). A systematic review and meta-analysis on *Staphylococcus aureus* carriage in psoriasis, acne and rosacea. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 35(7), 1069–1077. <https://doi.org/10.1007/s10096-016-2647-3>
- Trampuz, A., & Widmer, A. F. (2004). Hand Hygiene: A Frequently Missed Lifesaving Opportunity During Patient Care. *Mayo Clinic Proceedings*, 79(1), 109–116. <https://doi.org/10.4065/79.1.109>
- Tsai, P.-J., Huang, W.-C., Hsieh, M.-C., Sung, P.-J., Kuo, Y.-H., & Wu, W.-H. (2015). Flavones Isolated from *Scutellariae radix* Suppress *Propionibacterium Acnes*-Induced Cytokine Production In Vitro and In Vivo. *Molecules*, 21(1), 15. <https://doi.org/10.3390/molecules21010015>
- Verma, V., Chaudhary, M., & Srivastava, N. (2019). Antioxidative properties of isolated saponins of *Verbesina encelioides* (Cav.) Benth. & Hook. Fil ex Gray and SEM studies of synthesized green nanoparticles for acne management. *Plant Science Today*, 6(sp1), 575–582. <https://doi.org/10.14719/pst.2019.6.sp1.675>
- Wei, M., Yu, H., Guo, Y., Cheng, Y., Xie, Y., & Yao, W. (2022). Synergistic antibacterial combination of Sapindoside A and B changes the fatty acid

- compositions and membrane properties of *Cutibacterium acnes*. *Microbiological Research*, 255, 126924. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126924>
- Yang, Y., Wang, C., Wang, J., Yang, L., Lv, Z., An, Q., Wang, Y., Shao, X., Wang, F., Huo, T., Liu, J., Luo, H., & Quan, Q. (2024). Rhizoma Paridis saponins attenuate Gram-negative bacteria-induced inflammatory acne by binding to KEAP1 and modulating Nrf2 and MAPK pathways. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 28(6), e18146. <https://doi.org/10.1111/jcmm.18146>
- Zian, Z., Ita, U., & Harmami. (2016). Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi Remazol Violet 5R Menggunakan Adsorben. 5(2).
- Zouboulis, C. C. (2014). Acne as a chronic systemic disease. *Clinics in Dermatology*, 32(3), 389–396. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2013.11.005>
- Zouboulis, C. C. (2020). Endocrinology and immunology of acne: Two sides of the same coin. *Experimental Dermatology*, 29(9), 840–859. <https://doi.org/10.1111/exd.14172>

