

SINTESIS ANTI-SARIAWAN *HYDROGEL PATCH FILM* DARI EKSTRAK KULIT PISANG KEPOK TERHADAP *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* MENGGUNAKAN METODE *ULTRASOUND ASSISTED EXTRACTION*

Yunita Fahni^{1*}, Safira Anggarini¹, Ridho Ramadhan Jakop¹, Agriadi Dwi Nugroho Putro¹, Cika Amalia Shabira¹, Azzaima Ayu Uliya², Desi Riana Saputri¹, Wika Atro Auriyani¹, Damayanti¹, Andri Sanjaya¹, Ibnu Maulana Hidayatullah³

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, 35365, Indonesia

²Program Studi Farmasi, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, 35365, Indonesia

³Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, 16424, Indonesia

*Email: yunita.fahni@tk.itera.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengeksplorasi potensi antibakteri dari ekstrak kulit pisang kepok (*Musa spp.*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (*Sp. aureus*) menggunakan metode *ultrasound assisted extraction* (UAE) dan mengaplikasikannya dalam bentuk *patch hydrogel* untuk pengobatan sariawan. Ekstrak kulit pisang kepok, yang mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, saponin, dan fitosterol, menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap *Sp. aureus*. Penelitian ini menemukan bahwa waktu sonikasi 50 menit mampu menghasilkan rendemen tertinggi pada ekstraksi kulit pisang kepok. Ekstrak kulit pisang kepok bekerja efektif sebagai antibakteri terhadap *Sp. aureus* pada konsentrasi 60-80%. Analisis GC-MS mengidentifikasi senyawa antimikroba dan antiinflamasi dalam ekstrak. Formulasi *hydrogel patch film* dengan ekstrak 60-80% memenuhi standar fisik dan kimia, termasuk ketahanan lipatan dan pH yang sesuai untuk penggunaan di rongga mulut, menunjukkan potensi sebagai bahan anti-sariawan.

Kata Kunci: Anti-sariawan; Ekstrak kulit pisang kepok; *Patch hydrogel*; *Staphylococcus aureus*; *Ultrasound assisted extraction* (UAE)

Abstract

This study looks at how well kepok banana peel extract kills *Staphylococcus aureus* (*Sp. aureus*) bacteria using the *Ultrasound-Assisted Extraction* (UAE) method and how it can be used in *hydrogel patches* to treat mouth ulcers. The banana peel extract, containing active compounds such as flavonoids, tannins, saponins, and phytosterols, demonstrated significant antibacterial activity against *Sp. aureus*. The research concluded that the optimal sonication time reached at 50 minutes in the extraction of kepok banana peel enhances the yield of active components. The banana peel extract was effective as an antibacterial agent against *Sp. aureus* at concentrations of 60–80%. GC-MS analysis identified antimicrobial and anti-inflammatory compounds in the extract. The *hydrogel patch film* formulation with 60–80% extract met physical and chemical standards, such as withstanding folding and having a suitable pH for use in the mouth. This suggests that it could be used to treat mouth ulcers.

Keywords: Anti-mouth ulcers; Banana peel extract; *Hydrogel patch*; *Staphylococcus aureus*; *Ultrasound-assisted extraction* (UAE)

1. PENDAHULUAN

Limbah kulit pisang yang selama ini hanya dimanfaatkan sebagai pupuk cair mempunyai manfaat lain pada bidang kesehatan. Riset yang ada secara konsisten menunjukkan adanya senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, saponin, dan fitosterol pada tanaman pisang kepok. Salah satu bakteri yang dapat dipengaruhi oleh senyawa antibiotik dari kulit pisang kepok yaitu *Staphylococcus aureus* (*Sp. aureus*). Riset sebelumnya menunjukkan bahwa *Sp. aureus* memiliki resistensi terhadap beberapa antibiotik seperti penisilin (58,4%), gentamicin (49,4%), dan beberapa jenis antibiotik lain. Sehingga, ekstrak antibiotik dari kulit pisang dapat menjadi solusi alternatif penanganan bakteri *Sp. aureus* (Garbacz *et al.*, 2021).

Sp. aureus menjadi salah satu bakteri penyebab sariawan (DeLeo *et al.*, 2009). Berdasarkan riset yang telah dilakukan oleh (Hayet *et al.*, 2021). Sariawan yang sering terjadi pada selaput lendir mulut termasuk gusi dapat menjadi indikator penurunan imun tubuh. Bakteri yang bertumbuh pada luka sariawan sebanyak 75% dari total 60 sampel. Rongga mulut dapat menjadi sumber infeksi silang *Sp. aureus* dan penyebarannya ke bagian tubuh yang lain (McCormack *et al.*, 2015). *Sp. aureus* yang dianggap merugikan akan lebih berbahaya jika berinteraksi dengan *Candida albicans* (*C. Albicans*) karena *Sp. Aureus* dapat menempel pada *C. Albicans* dan menembus penghalang mukosal. Hal ini meningkatkan resiko infeksi yang menghambat penyembuhan dan dapat menimbulkan komplikasi pada tubuh yang sedang lemah (Schlecht *et al.*, 2015). Studi klinis menunjukkan bahwa bakteri seperti *Staphylococcus aureus* sering kali terlibat dalam infeksi sekunder pada sariawan. Hal ini menyebabkan peningkatan rasa sakit dan memperlambat proses penyembuhan (Nanggita *et al.*, 2023). Oleh karena itu, meskipun penyebab awal sariawan dapat bervariasi, agen antibakteri yang efektif terhadap *S. aureus* dapat membantu mencegah komplikasi lebih lanjut.

Terinspirasi dari keberhasilan investigasi sebelumnya terhadap aktivitas biologis ekstrak kulit pisang (*Musa spp.*) oleh Al-Jassani (2023). Riset sebelumnya telah menyebutkan *Sp. aureus* sebagai salah satu patogen bawaan makanan yang mencemari makanan dan menghasilkan enterotoksin, sehingga menimbulkan risiko bagi kesehatan masyarakat. Analisis ini telah mengungkap sejumlah besar senyawa fenolik seperti *caffeic acid*, *catechin*, *cinnamic acid*, dan *ferulic acid* dalam ekstrak etanol yang berasal dari kulit pisang melalui *high-performance liquid chromatography* (HPLC). Senyawa fenolik aktif ini menunjukkan potensi sebagai agen antibakteri untuk melawan infeksi yang meningkat akibat *Sp. aureus* yang ditularkan melalui makanan.

Penelitian mengenai pengembangan obat alami sariawan berdasarkan efektifitasnya mengurangi bakteri *Sp. aureus* juga telah dilakukan oleh Yousefa *et al.* (2022) menggunakan ekstrak daun saga dan etanol. Bahan lain yang telah digunakan juga seperti ekstrak rimpang kunyit yang telah diteliti oleh Muadifah (2019) dan menghasilkan zona hambat sebesar 12,5 hingga 19 mm.

Metode yang dipilih untuk mengekstraksi senyawa bioaktif ini adalah *ultrasonic assisted extraction* (UAE), sebuah pendekatan non-konvensional yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mempercepat proses ekstraksi tanpa merusak integritas senyawa aktif tanaman. Pemilihan metode UAE untuk proses ekstraksi karena kemampuannya untuk meningkatkan efisiensi tanpa membahayakan senyawa aktif sesuai dengan tujuan riset ini. Variabel seperti suhu dan durasi ekstraksi merupakan pertimbangan penting, menuntut pemahaman yang mendalam untuk mengoptimalkan proses ekstraksi secara efektif.

Riset ini mempelajari potensi antibakteri dari ekstrak kulit pisang kepok melalui metode UAE sebagai obat sariawan dalam bentuk *hydrogel patch*. Produk ini diharapkan menjadi solusi obat kesehatan alami yang lebih efektif, ekonomis, dan minim rasa sakit. Senyawa antibakteri ini melalui uji karakterisasi yaitu evaluasi sediaan *hydrogel patch film* dan uji GC-MS yang memberikan informasi terkait komposisi senyawa antibakteri pada *hydrogel patch* hasil ekstraksi kulit pisang.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam riset ini adalah kulit pisang kapok muda, etanol 96% teknis (produksi PT Anugrah Visi Gemilang), media Mueller Hinton Agar (MHA), bakteri *Sp. aureus*, akuades, *polyvinyl alcohol* (PVA), polietilen glikol (PEG) 400 Da (Merck), dan sukrosa.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Preparasi simplisia

Preparasi dilakukan dengan mencuci 5 kg kulit pisang kepok (muda dan baru dikupas) hingga bersih dan ditiriskan. Setelah ditiriskan, kulit pisang kepok dipotong dengan ukuran 2×2 cm untuk memudahkan pengeringan. Pengeringan dilakukan menggunakan media oven bersuhu 60°C selama 12 jam. Kulit pisang kering dihaluskan hingga menjadi serbuk menggunakan grinder untuk kemudian diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

2.2.2 Ekstraksi sampel menggunakan metode *ultrasound assisted extraction* (UAE)

Sebanyak 60 gram serbuk kulit pisang dilarutkan menggunakan pelarut n-heksana sebanyak 600 ml di dalam labu leher 2. Labu leher 2 dimasukkan ke dalam sonikator dengan daya 300 W dan frekuensi 50 Hz, dilengkapi dengan suhu digital dan kontrol waktu. Simplisia diekstraksi pada suhu 30°C dengan variasi waktu 10, 20, 30, 40, dan 50 menit.

2.2.3 Proses pemekatan

Ekstrak yang dihasilkan kemudian disaring menggunakan kertas saring sampai diperoleh filtrat. Selanjutnya filtrat dipekatkan menggunakan *rotary evaporation* pada suhu 45°C dengan kecepatan 100 rpm selama 10 menit. Kemudian, rendemen ekstrak kulit pisang yang sudah dipekatkan dihitung.

2.2.4 Proses pembuatan sediaan *hydrogel patch film*

Polyvinyl alcohol (PVA) merupakan polimer yang tidak beracun dan paling efektif dalam pembentukan film dan mempunyai daya rekat yang sangat baik (Yousefa *et al.*, 2022). PVA dilarutkan dalam aquadeion dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada 500 rpm dan 80°C hingga larut sepenuhnya. Selanjutnya, 1 mL polietilen glikol (PEG) 400 Da sebagai peningkat fleksibilitas film ditambahkan dan diaduk untuk memastikan keseragaman. Dalam 5 mL aquadeion terpisah, sukrosa dilarutkan untuk meningkatkan rasa manis pada sediaan, dan larutan yang dihasilkan dicampur dengan PVA dan PEG 400 Da dalam gelas beaker sampai tercampur sempurna. Ekstrak kemudian dimasukkan dan diaduk hingga homogen. Seluruh campuran kemudian dituangkan ke dalam cawan petri dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 40°C hingga kering. Lapisan *hydrogel* yang dihasilkan dikeluarkan dari cawan dan dipotong menjadi kotak-kotak berukuran 2×1 cm.

2.2.5 Uji karakterisasi

2.2.5.1 Uji rendemen

Perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui persentase perolehan ekstrak yang diperoleh. Perhitungan rendemen dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{M_1}{M_0} \times 100\% \quad (1)$$

dimana R merupakan hasil rendemen ekstrak (%), M_1 merupakan massa ekstrak (g), dan M_0 merupakan massa simplisia kulit pisang yang digunakan (g).

2.2.5.2 Evaluasi sediaan *patch hydrogel film*

Evaluasi sediaan *patch hydrogel film* meliputi : uji organoleptik, pengukuran ketebalan film, pengujian pH, dan ketahanan lipatan. Uji organoleptik dilakukan dengan mengamati secara visual sediaan yang meliputi bentuk, warna, tekstur, dan bau. Pengujian ketebalan *hydrogel patch film* dilakukan menggunakan mikrometer sekrup dengan lima posisi berbeda, diantaranya bagian titik atas, bawah, kanan, kiri, dan tengah. Uji ketahanan pelipatan merupakan pengujian dengan melipat film di lipatan yang sama berkali-kali hingga film robek. Sediaan diharapkan memiliki ketahanan lipatan yang baik dan saat dilipat berkali-kali tidak mengalami kerusakan sehingga tidak mudah rusak saat penyimpanan dan pada saat akan digunakan.

2.2.5.3 Uji aktivitas antibakteri sediaan *hydrogel patch film*

Sediaan *hydrogel patch film* diuji menggunakan metode difusi cakram dengan menggabungkan media Mueller Hinton Agar (MHA) dengan suspensi bakteri. Hal ini diikuti dengan membuat lubang pada media yang telah dipadatkan, masing-masing diberi label dengan formula yang sesuai. Selanjutnya, *hydrogel patch film* yang mengandung ekstrak, masing-masing berukuran 2×1 cm, dilarutkan dengan dimetil sulfoksida (DMSO). Hasil uji aktivitas antibakteri dibagi

menjadi empat kategori sebagaimana tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria daya hambat bakteri

Kategori Daya Hambat	Diameter Zona Hambat
Lemah	< 5mm
Sedang	5 – 10 mm
Kuat	10 – 20 mm
Sangat Kuat	>20 mm

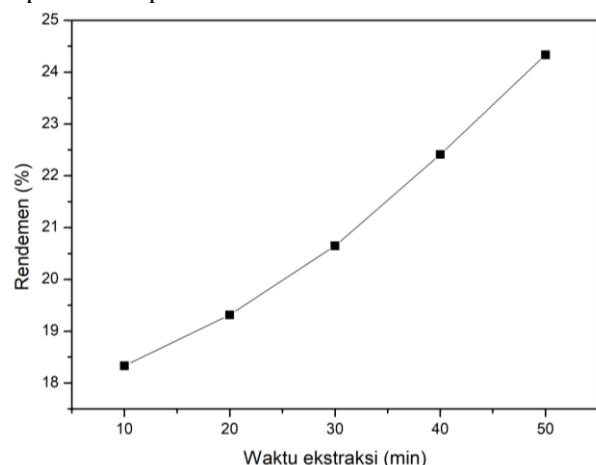
2.2.5.4 Analisis *gas chromatography-mass spectrometry* (GCMS)

Analisis GCMS dilakukan untuk mengetahui senyawa kimia yang terdapat pada kulit pisang kepok. Alat GCMS (Shimadzu QP 2010) yang digunakan memiliki oven dengan suhu awal 40°C selama 5 menit, diikuti dengan pemanasan 20°C/menit hingga mencapai 250°C dan tahan selama 9,5 menit. Injektor beroperasi pada suhu 200°C dengan mode split 50:1, menggunakan gas pembawa helium. Suhu transfer line dan sumber ion juga ditetapkan pada 200°C, dengan rentang pemindaian antara 30 hingga 600 Da. Kolom yang digunakan memiliki panjang 30 m dan diameter 250 µm. Uji analisis GCMS menggunakan sampel ekstrak kulit pisang kepok menggunakan perbandingan 1:10 (b/v) dengan pelarut n-heksana pada waktu ekstraksi 50 menit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Waktu Sonikasi Terhadap Nilai Rendemen

Rendemen merupakan perbandingan ekstrak kulit pisang yang diperoleh dengan masa bahan baku (simplisia kulit pisang kepok). Ekstrak kulit pisang kepok diperoleh menggunakan metode UAE dengan variasi waktu ekstraksi 10, 20, 30, 40, dan 50 menit. Nilai rendemen yang diperoleh pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh waktu sonikasi terhadap nilai rendemen

Penggunaan pelarut yang tepat sangat penting dalam ekstraksi komponen dari bahan alam. Pelarut n-heksana dipilih untuk ekstraksi kulit pisang kepok muda karena banyak metabolit sekunder dalam kulit pisang tersebut bersifat non-polar, seperti saponin dan flavonoid non-polar. Gambar 1 menunjukkan bahwa

rendemen ekstrak kulit pisang kepok muda meningkat seiring dengan lamanya waktu ekstraksi. Peningkatan waktu sonikasi meningkatkan efek kavitasi, yang meningkatkan hidrasi, fragmentasi, dan penghancuran pori tanaman, serta menyebabkan kerusakan struktural pada zat terlarut, sehingga lebih banyak zat terlarut masuk ke dalam pelarut. Menurut Muthoharoh, (2019), semakin lama waktu ekstraksi, semakin tinggi rendemen yang diperoleh, disebabkan oleh peningkatan durasi interaksi antara bahan pangan dan pelarut, yang meningkatkan penetrasi pelarut ke dalam sel bahan, sehingga lebih banyak senyawa yang berdifusi keluar dari sel. Ketika membandingkan hasil rendemen yang diperoleh dari ekstraksi kulit pisang kepok muda dalam penelitian ini dengan penelitian lain yang serupa, terlihat bahwa rendemen hasil yang diperoleh berkisar antara 18% hingga 25% dengan metode UAE dan pelarut n-heksana. Berdasarkan studi oleh Berdasarkan studi oleh Sampoerna et al., (2022), yang menggunakan metode maserasi pada kulit pisang kepok dengan pelarut etanol, rendemen yang diperoleh adalah 8.07%, lebih rendah dibandingkan penelitian ini.

3.2 Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Terhadap Daya Hambat Bakteri

Ekstrak kulit pisang kepok mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Sp.aureus* karena mengandung saponin, tanin, dan flavonoid yang berperan sebagai antibakteri. Semakin besar konsentrasi ekstrak, semakin besar zona hambatan yang dihasilkan, karena lebih banyak zat aktif yang terkandung. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pelarut n-heksana dapat mengikat senyawa antibakteri yang terkandung pada kulit pisang kepok. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa masing-masing konsentrasi yang berbeda dapat menghambat pertumbuhan bakteri *S.aureus*.

Tabel 2. Data diameter zona hambat bakteri

Konsentrasi Ekstrak (%)	Diamater Zona Hambat	
	Vertikal (mm)	Horizontal (mm)
10	7,4	6,3
20	8,4	7,2
30	9,1	7,5
40	9,2	7,0
50	8,7	8,0
60	9,3	9,4
70	8,5	10,2
80	9,1	10,3

Tabel 2 menunjukkan bahwa diameter zona hambat bakteri terendah terdapat pada konsentrasi ekstrak 10%, sedangkan yang tertinggi pada konsentrasi ekstrak 80%. Pada arah vertikal,

konsentrasi 60% menghasilkan diameter zona hambat terbesar, yaitu 9,3 mm, sementara pada arah horizontal, konsentrasi 80% menghasilkan diameter tertinggi, yaitu 10,3 mm. Sebagai pembanding negatif dalam uji aktivitas antibakteri, digunakan larutan DMSO, yang tidak menunjukkan adanya zona hambat.

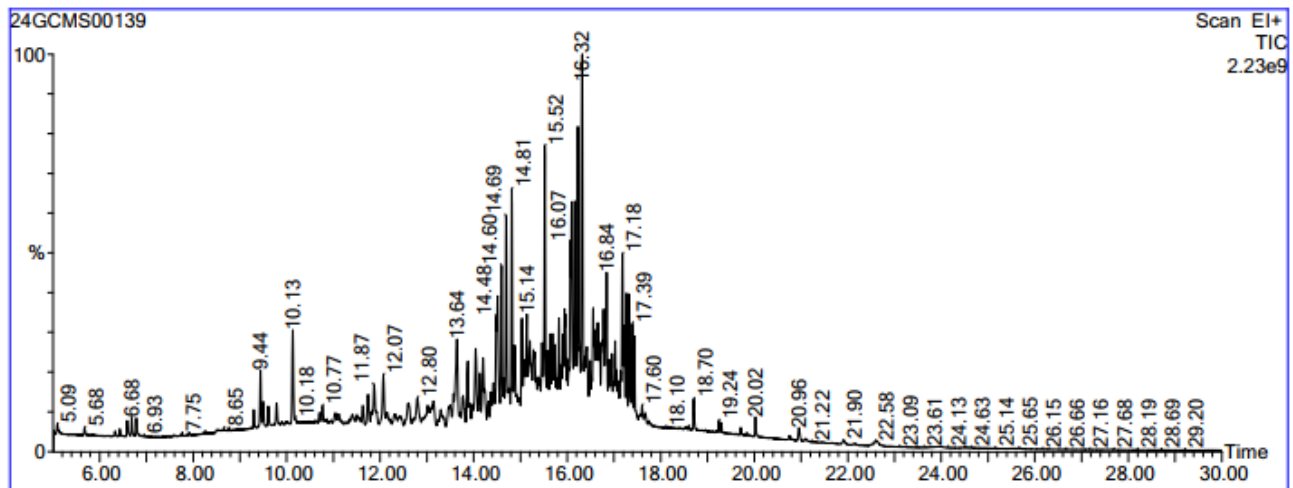
Peningkatan konsentrasi di atas 60% tidak selalu menyebabkan peningkatan signifikan pada diameter zona hambat. Berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu Rahmadeni (2019), diameter zona hambat tidak selalu naik sebanding dengan meningkatnya konsentrasi senyawa antibakteri. Hal ini kemungkinan terjadi karena perbedaan kecepatan difusi senyawa antibakteri dalam media agar, serta variasi jenis dan konsentrasi senyawa antibakteri yang berbeda, yang dapat mempengaruhi ukuran zona hambat yang dihasilkan. Pada konsentrasi tertentu, interaksi senyawa aktif dengan membran sel bakteri bisa mencapai kejenuhan, sehingga penambahan konsentrasi lebih lanjut tidak lagi menghasilkan peningkatan efek penghambatan yang signifikan.

Jika dilihat dari rata-rata diameter zona hambat, konsentrasi 60 dan 70% menghasilkan zona hambat sebesar 3,35 mm, sedangkan konsentrasi 80% menghasilkan 3,7 mm. Berdasarkan standar umum, zona hambat dengan diameter < 5 mm dikategorikan sebagai lemah. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa aktivitas antibakteri ekstrak kulit pisang kepok pada penelitian ini, meskipun meningkat pada konsentrasi yang lebih tinggi, masih tergolong lemah pada semua konsentrasi yang diuji.

Penelitian sebelumnya oleh Fitriahani (2017) menunjukkan bahwa uji aktivitas antibakteri ekstrak limbah kulit pisang menghasilkan diameter zona hambat rata-rata sebesar 4,693 mm terhadap bakteri *Sp. aureus*. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa ekstrak kulit pisang kepok dalam penelitian ini memiliki efektivitas antibakteri yang lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak limbah kulit pisang dalam penelitian Fitriahani (2017). Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti perbedaan metode ekstraksi yang digunakan, kualitas bahan baku, dan konsentrasi senyawa aktif dalam ekstrak. Selain itu, perbedaan *strain* bakteri, dan kondisi uji juga dapat mempengaruhi hasil penelitian (Hafizah et al., 2024).

3.3 Hasil Uji GCMS pada Ekstrak Kulit Pisang Kepok

Analisis GCMS dilakukan untuk mengetahui senyawa kimia yang terdapat pada ekstrak kulit pisang kepok. Setiap jenis ekstrak yang telah menjadi simplisia akan diekstrak dengan metode UAE selama 50 menit dan dilanjutkan dengan proses pemekatan dengan menguapkan pelarut menggunakan *rotary evaporator*. Gambar hasil kromatogram GCMS pada ekstrak kulit pisang kepok dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil kromatogram GCMS dari ekstrak kulit pisang

Uji analisis GCMS ini mengidentifikasi kandungan di dalam ekstrak kulit pisang kepok sebanyak 50 senyawa. Senyawa ini memiliki waktu retensi dan *peak area* yang beragam. Berbagai senyawa ini memiliki kegunaannya masing-masing seperti antibakteri,

antioksidan, dan bahkan tidak memiliki kegunaan secara spesifik terhadap bakteri yang diuji. Tabel 3. menyajikan data senyawa-senyawa tersebut secara lebih spesifik.

Tabel 3. Hasil analisis senyawa kromatogram GCMS dari ekstrak kulit pisang

Nama Senyawa	Formula	Berat Molekul (gr/mole)	Waktu Retensi (menit)	Luas Area (%)	Ref
3-Pentanol, 3-methyl-	C ₆ H ₁₄ O	102,17	5,679	3,333	(Mujeeb <i>et al.</i> , 2014)
3-Hexanone	C ₆ H ₁₂ O	100,16	6,329	0,772	(Kawuri & Darmayasa, 2019)
Cyclopentanol, 1-methyl-	C ₆ H ₁₂ O	100,16	6,589	0,776	(Anzian <i>et al.</i> , 2020)
2-Hexanol, (R)-	C ₆ H ₁₄ O	102,17	6,784	1,860	(Kyoui <i>et al.</i> , 2023)
2,2-Dimethyl-propyl 2,2-dimethyl propanesulfinyl sulfone	C ₈ H ₁₈ O ₂ S	178,29	7,589	0,950	(Kumari <i>et al.</i> , 2022)
n-Butyl ether	C ₈ H ₁₈ O	130,23	8,500	0,896	(Suomi, 2006)
Arg-Ile-Lys	C ₁₈ H ₃₆ N ₆ O ₄	400,52	9,230	0,824	(Wojciechowska <i>et al.</i> , 2021)
Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	C ₉ H ₁₂	120,19	9,440	1,055	(Wijaya <i>et al.</i> , 2023)
Benzene, 1,3,5-trimethyl-	C ₉ H ₁₂	120,19	10,130	2,518	(Erik <i>et al.</i> , 2022)
Decane, 4-methyl-	C ₁₁ H ₂₄	156,31	11,741	0,714	(Alijani <i>et al.</i> , 2019)
Decane, 2-methyl-	C ₁₁ H ₂₄	156,31	11,866	1,312	(Guerzoni & Marin, 2013)
Decane, 3-methyl-	C ₁₁ H ₂₄	156,31	12,066	1,079	(Tyagi <i>et al.</i> , 2013)
Cyclohexane, 1-ethyl-2-propyl-	C ₁₁ H ₂₂	154,29	13,137	0,820	(Baky <i>et al.</i> , 2021)
trans-Decalin, 2-methyl-	C ₁₁ H ₂₀	152,28	13,642	1,680	(Don <i>et al.</i> , 2016)
Dodecane, 2,6,10-trimethyl-	C ₁₅ H ₃₂	212,42	13,872	0,793	(Zheng, 2021)
Undecane, 5-methyl-	C ₁₂ H ₂₆	170,34	14,512	2,390	(Kushwaha <i>et al.</i> , 2017)

Undecane, 4-methyl-	C ₁₂ H ₂₆	170,34	14,597	1,405	(Baky <i>et al.</i> , 2021)
Undecane, 2-methyl-	C ₁₂ H ₂₆	170,34	14,692	2,030	(Baky <i>et al.</i> , 2021)
Undecane, 3-methyl-	C ₁₂ H ₂₆	170,34	14,812	1,988	(Baky <i>et al.</i> , 2021)
Decane, 1,1'-oxybis-	C ₂₀ H ₄₂ O	298,55	15,033	0,818	(Setyati <i>et al.</i> , 2024)
Cyclohexane, 1-methyl-3-pentyl-	C ₁₄ H ₂₆	168,32	15,138	0,928	(Safavi <i>et al.</i> , 2023)
Cyclohexane, 1,1'-(1,2-dimethyl-1,2-ethanediyl)bis-, (R*,R*)-(ññ)-	C ₁₃ H ₂₄	194,36	15,203	0,923	(Ahmad and Hussain, 2011)
Cyclohexane, 1,4-dimethyl-2-(2-methylpropyl)-, (1à,2à,5à)-	C ₁₂ H ₂₄	180,33	15,278	0,832	(Ahmad and Hussain, 2011)
Undecane, 2,5-dimethyl-	C ₁₃ H ₂₈	184,37	15,518	2,434	(Varshney <i>et al.</i> , 2017)
Cyclohexane, hexyl-	C ₁₂ H ₂₄	168,32	15,943	1,145	(Ara <i>et al.</i> , 2012)
Undecane, 2,6-dimethyl-	C ₁₃ H ₂₈	184,37	16,068	1,121	(Anietie <i>et al.</i> , 2023)
Decane, 4-ethyl-	C ₁₂ H ₂₆	170,34	16,093	1,328	(Joshi <i>et al.</i> , 2020)
Dodecane, 2-methyl-	C ₁₃ H ₂₈	184,37	16,228	2,151	(El-Hawary <i>et al.</i> , 2020)
Hexadecane, 7-methyl-	C ₁₇ H ₃₆	240,47	16,318	3,850	(Abdel-Hady <i>et al.</i> , 2016)
Cyclohexane, (1-methylbutyl)-	C ₁₄ H ₂₈	196,37	16,618	0,711	(El-Hawary <i>et al.</i> , 2020)
Tetradecane	C ₁₄ H ₃₀	198,39	16,843	1,900	(Faridha Begum <i>et al.</i> , 2016)
Tridecane, 2-methyl-	C ₁₄ H ₃₀	198,39	17,323	1,261	(Padma <i>et al.</i> , 2019)
Tridecane, 5-methyl-	C ₁₄ H ₃₀	198,39	17,213	0,859	(Padma <i>et al.</i> , 2019)
Tetradecane, 4-methyl-	C ₁₄ H ₃₀	198,39	17,388	0,879	(Faridha Begum <i>et al.</i> , 2016)
2,4-Pentanedione, ion(1-), lithium	C ₅ H ₇ O ₂ Li	110,05	8,260	0,827	(Oluwatola <i>et al.</i> , 2019)
Total %area senyawa antibakteri				48.283	
Formic acid, 1,1-dimethylethyl ester	C ₅ H ₁₀ O ₂	102,13	5,093	3,920	-
Benzene, (1-methylethyl)-	C ₉ H ₁₂	120,19	9,785	0,949	-
Naphtalene, decahydro-2-methyl-	C ₁₁ H ₂₀	152,28	14,042	1,096	-
trans-2-Undecen-1-ol	C ₁₁ H ₂₂ O	170,29	14,202	1,153	(Amudha & Rani, 2014)
Dodecane, 4-methyl-	C ₁₃ H ₂₈	184,37	16,158	1,388	-
Cyclopentane, 1-butyl-2-pentyl-	C ₁₄ H ₂₈	196,37	16,418	0,857	-
Cyclotridecane	C ₁₃ H ₂₆	182,35	16,553	1,075	-
Sulfurous acid, cyclohexymethyl dodecyl ester	C ₁₉ H ₃₆ O ₃ S	344,56	16,578	0,679	-
Heptane, 1,1-dicyclohexyl-	C ₁₉ H ₃₄	262,47	16,653	1,159	-
Undecane, 6-ethyl-	C ₁₃ H ₂₈	184,37	16,773	1,973	(Padma <i>et al.</i> , 2019)

1-Decanol, 2-hexyl	C ₁₆ H ₃₄ O	242,44	16,953	0,807	(Mensah-Agyei <i>et al.</i> , 2021)
Dichloroacetic acid, tridecyl ester	C ₁₅ H ₂₇ Cl ₂ O ₂	311,29	17,178	1,966	(Reddy, <i>et al.</i> , 2020)
Tridecane, 4-methyl-	C ₁₄ H ₃₀	198,29	17,268	1,054	-
Dodecane, 2,6,10-trimethyl-	C ₁₅ H ₃₂	212,42	17,433	0,788	(Padma <i>et al.</i> , 2019)

Berdasarkan Tabel 3. dapat diketahui bahwa senyawa 1,1-dimetiletil ester sebagai salah satu senyawa asam format memiliki *peak area* paling tinggi dibandingkan senyawa lainnya di dalam ekstrak. Persentase luas area ini mencapai angka 3,92% pada keseluruhan ekstrak kulit pisang kepok.

1,1-dimetiletil ester bekerja aktif sebagai antimikroba sekaligus antiinflamasi. Hal ini dikarenakan ikatan senyawa 1,1-dimetiletil ester cenderung kuat yang didorong oleh entropi dengan enzim seperti yang ditunjukkan oleh analisis ITC, afinitas pengikatan situs aktif yang tinggi seperti yang ditunjukkan oleh pembentukan kristal kompleks biner dengan PLA2 dalam larutan molar 1:1, dan pengikatannya ke situs aktif enzim dalam struktur sinar-X, asam n-heksadekanoat, dan turunannya mungkin memiliki efek antiinflamasi (Jimoh *et al.*, 2023). Senyawa dengan luas area terbesar kedua yakni *hexadecane*, 7-methyl-. *Hexadecane* ini tergolong dalam senyawa hidrokarbon (alkana) jenuh yang hanya mengandung ikatan tunggal antara 16 atom karbon dalam rantai lurus tanpa cabang (Ulfah *et al.*, 2022). Senyawa asam lemak dengan rantai panjang seperti *hexadecane* ini dapat menghambat mikroorganisme khususnya bakteri gram positif, kapang, dan juga khamir (Sogandi *et al.*, 2019). Senyawa asam lemak mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara menyerap nutrisi yang ada pada bakteri, menghambat masuknya air, dan menghalangi kerja enzim pada beberapa bakteri (Ulfah *et al.*, 2022). Oleh karena itu, senyawa *hexadecane*, 7-methyl- di dalam ekstrak kulit pisang ini dapat bekerja sebagai antimikroba.

3.4 Hasil Evaluasi Sediaan *Hydrogel Patch Film*

Konsentrasi formula yang digunakan yaitu untuk satu lembar sediaan *patch hidrogel film*. Formula sediaan *patch hidrogel film* ekstrak kulit pisang kepok dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Formula sediaan *hydrogel film* ekstrak kulit pisang kepok

Bahan	Konsentrasi			Keterangan
	FI	FII	FIII	
Ekstrak kulit pisang	60%	70%	80%	Zat Aktif
PEG 400	1 g	1 g	1 g	Plasticizer
PVA	1 g	1 g	1 g	Polimer
HPMC	0,5 g	0,5 g	0,5 g	Polimer
Sukrosa	1 g	1 g	1 g	Pemanis
Aquades	q.s	q.s	q.s	Pelarut

Konsentrasi ekstrak kulit pisang kepok yang digunakan sebesar 60, 70, dan 80% dikarenakan pada konsentrasi tersebut dapat menghambat bakteri *S. aureus*.

Tabel 5. Hasil evaluasi sediaan *patch hidrogel film*

Pengujian	F0	FI	FII	FIII
a. Bentuk	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat
b. Tekstur	Lengket	Lengket	Lengket	Lengket
c. Warna	Putih	Kuning pucat	Kuning pucat	Kuning pucat
d. Bau	Bau khas	Bau khas	Bau khas	Bau khas
e. Rasa	Manis	Manis	Manis	Manis
Ketebalan (mm)	0,75	0,74	0,74	0,75
pH	5,6	6,8	6,7	6,8
Ketahanan lipatan	>500	>500	>500	>500

Keterangan: F0 = Formula tanpa konsentrasi (blangko)

FI = Formula dengan konsentrasi ekstrak kulit pisang kepok (60%)

FII = Formula dengan konsentrasi ekstrak kulit pisang kepok (70%)

FIII=Formula dengan konsentrasi ekstrak kulit pisang kepok (80%)

Dari penelitian ini didapatkan hasil ketiga formula yang hampir serupa yaitu bentuknya bulat, teksturnya lengket, berwarna kuning pucat, berbau khas, dan memiliki rasa manis. Hal ini berarti sediaan memiliki sifat fisik yang baik (Maddeppungeng *et al.*, 2023).

Pada pengujian ketebalan, dilakukan rata-rata dan diperoleh ketebalan film sebesar 0,75 mm. Standar ketebalan film adalah sebesar <1 mm (Fuziyanti *et al.*, 2022). Sehingga dapat disimpulkan jika ketiga formula memenuhi standar. pH diuji untuk menyesuaikan tingkat keasaman *hydrogel* dengan lingkungan mulut. Tingkat pH yang kurang sesuai dengan keadaan lingkungan mulut akan menyebabkan ketidaknyamanan pengguna dan bahkan dapat menyebabkan iritasi pada kulit. Hasil pengujian pH didapat kecenderungan pH netral antara 6-7. Mulut memiliki kondisi pH yaitu berkisar pada pH 5,5- 7,9, maka sediaan harus dibuat dalam rentang tersebut agar tidak menimbulkan iritasi pada mukosa mulut (Pratiwi & Tobi, 2023). Sediaan yang diuji telah memenuhi standar pH.

Ketiga formula yang diuji yaitu FI, FII, dan FIII dengan konsentrasi ekstrak secara berturut-turut adalah 60, 70, dan 80% memiliki hasil yang sama yaitu ketahanan lipatan sebesar >500 lipatan. Sehingga ketiganya memenuhi standar yang ada yaitu sebesar lebih dari 300 lipatan (Purwasih *et al.*, 2023). Dari pengujian ketahanan lipatan yang telah dilakukan,

tidak ada perbedaan yang signifikan antara ketiga konsentrasi dengan hasil lipatan yang diperoleh. Ketahanan lipat yang baik tersebut didapatkan dari kombinasi kedua polimer yang digunakan. PVA bersifat hidrofilik dan mampu meningkatkan elastisitas sediaan sehingga tidak mudah patah. Sedangkan HPMC dapat menghasilkan *film* dengan fleksibilitas yang baik.

4. KESIMPULAN

Waktu sonikasi dalam proses ekstraksi kulit pisang kepek dengan metode UAE berpengaruh signifikan terhadap peningkatan rendemen, di mana waktu sonikasi optimal tercapai pada 50 menit. Waktu ekstraksi yang lebih lama meningkatkan jumlah komponen aktif yang berhasil terekstrak. Ekstrak kulit pisang kepek menunjukkan potensi antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, dengan konsentrasi ekstrak 60-80% yang paling efektif. Konsentrasi ekstrak 80% memiliki diameter zona hambat terbesar, yaitu 3,7 mm. Analisis GCMS mengidentifikasi beberapa senyawa kimia dalam ekstrak, termasuk yang memiliki aktivitas antimikroba dan antiinflamasi, yang mendukung potensi ekstrak ini sebagai bahan aktif dalam formulasi *hydrogel patch film* anti-sariawan. Produk *hydrogel patch film* diuji dan menunjukkan hasil yang memenuhi standar fisik dan kimia, termasuk ketahanan lipatan dan pH yang sesuai untuk penggunaan di rongga mulut, dengan konsentrasi ekstrak optimal pada 60-80%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi (Kemdikbudristek) atas hibah pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Riset Eksakta tahun 2024, serta Institut Teknologi Sumatera atas pendanaan tambahan, pendampingan dan fasilitas pelaksanaan PKM.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Hady, H., Tamim, M., Abdel-Wareth, A., Ahmed El-Wakil, E., & Helmy, E. A. (2016). Identification and evaluation of antimicrobial and cytotoxic activities of *Penicillium islandicum* and *Aspergillus tamarii* ethyle acetate extracts. *World Journal Of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences SJIF Impact Factor* 6, 5(9), 2021–2039.
- Ahmad, R., Ahmad, T., & Hussain, B. (2011). Guava fruit fly, *Bactrocera correcta bezzii* (Diptera: Tephritidae), new threat to temperate fruits and vegetables of Kashmir, India. (Issue June).
- Al-Jassani, M. J. (2023). Evaluation of the antimicrobial potential of phenolic compounds extracted from banana peels (*Musa paradisiaca* L.) against *S. aureus* and *S. typhimurium* in meat and fish. In *Journal of Survey in Fisheries Sciences* (Vol. 10, Issue 3S).
- Alijani, Z., Amini, J., Ashengroph, M., & Bahramnejad, B. (2019). Antifungal activity of volatile compounds produced by *Staphylococcus sciuri* strain MarR44 and its potential for the biocontrol of *Colletotrichum nymphaeae*, causal agent strawberry anthracnose. *International Journal of Food Microbiology*, 307(June), 108276.
- Amudha, M., & Rani, S. (2014). GC-MS Analysis of Bioactive components of *Cordia retusa* (Boraginaceae). *Research Review Hygeia.J.D.Med*, 6(1), 12–19.
- Anietie, B. R., Ini-ibehe, N. E., Alfred, N. B., & Andy, E. (2023). GCMS analysis and phytochemical constituents in *Anthocleista vogelii* and *Leuceana leucocephala* obtained from Calabar, Cross River State, Southern Nigeria.
- Anzian, A., Muhialdin, B. J., Mohammed, N. K., Kadum, H., Marzlan, A. A., Sukor, R., & Meor Hussin, A. S. (2020). Antibacterial activity and metabolomics profiling of torch ginger (*Etlingera elatior* Jack) flower oil extracted using subcritical carbon dioxide (CO₂). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020.
- Ara, I., Bukhari, N. A., Solaiman, D., & Bakir, M. A. (2012). Antimicrobial effect of local medicinal plant extracts in the Kingdom of Saudi Arabia and search for their metabolites by gas chromatography-mass spectrometric (GC-MS) analysis. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(45), 5688–5694.
- Baky, M. H., Shawky, E. M., Elgindi, M. R., & Ibrahim, H. A. (2021). Comparative volatile profiling *Ofludwigia stolonifera* aerial parts and roots using VSE-GC-MS/MS and screening of antioxidant and metal chelation activities. *ACS Omega*, 6(38), 24788–24794.
- DeLeo, F. R., & Chambers, H. F. (2009). Reemergence of antibiotic-resistant *Staphylococcus aureus* in the genomics era. *Journal of Clinical Investigation*, 119(9), 2464–2474.
- Don, D., Duraisamy, R., Raju, I., & Raju, I. (2016). GC-MS analysis of n-hexane extract of stem bark of *Symplocos*. 8(6), 520–524.
- El-Hawary, S. ., El-Tantawy, M. ., Rabeh, M. ., & Badr, W. (2020). Chemical composition and antimicrobial activity of volatile constituents of cladodes, fruits peel and fruits pulp from *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. (Prickly Pear) growing in Egypt. *Egyptian Journal of Chemistry*, 64(1), 437–444.
- Erik, I., Kilic, G., Korkmaz, B., Fandakli, S., Yayli, N., & Karaoglu, S. A. (2022). Volatile constituents and antimicrobial activity of *Vinca major* L . subsp . *hirsuta* (Boiss) stearn grown in Turkey. *January* 2021.
- Faridha Begum, I., Mohankumar, R., Jeevan, M., & Ramani, K. (2016). GC-MS analysis of bio-active molecules derived from *Paracoccus pantotrophus* FMR19 and the antimicrobial activity against bacterial pathogens and MDR0s. *Indian Journal of Microbiology*, 56(4), 426–432.
- Fitriahani, F. (2017). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol 70% limbah kulit pisang (*Musa Acuminata* X *Musa Balbisiana* Cv Candi) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Journal of Materials Processing Technology*, 1(1), 1–8.
- Fuziyanti, N., Najihudin, A., & Hindun, S. (2022). Pengaruh kombinasi polimer PVP:EC dan HPMC:EC terhadap sediaan transdermal pada karakteristik patch yang baik : review. *Pharmaceutical Journal of*

- Indonesia, 7(2), 147–152.
- Garbacz, K., Wierzbowska, M., Kwapisz, E., Kosecka-Strojek, M., Bronk, M., Saki, M., & Międzobrodzki, J. (2021). Distribution and antibiotic-resistance of different *Staphylococcus* species identified by matrix assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) isolated from the oral cavity. *Journal of Oral Microbiology*, 13(1).
- Guerzoni, M. E., & Marin, P. D. (2013). Assessment of the chemical composition and in vitro antimicrobial potential of extracts of the Liverwort *Scapania aspera*.
- Hafizah, Q., Permatasari, L., & Muchlishah, N. R. I. (2024). Faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. 5, 3829–3836.
- Hayet, S., Sujan, K. M., Mustari, A., & Miah, M. A. (2021). Hemato-biochemical profile of turkey birds selected from Sherpur district of Bangladesh. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci*, 8(6), 1–5.
- Jimoh, T. A., Tukur, A., Musa, N. M., & Muhammad, R. (2023). Phytochemical and Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis of ethyl acetate root extract of *Indigofera diphylla*. 5(2), 173–183.
- Joshi, S., Amatya, S., Pandey, R. D., Khadka, P., & Bhattarai, J. (2020). Antimicrobial, antioxidant, antidiabetic, cytotoxic activities and GC-MS analysis of methanolic extract of *Elaeocarpus sphaericus* leaves from Nepal. *Www.Arcjournals.Org International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 8(1), 11–23.
- Kawuri, R., & Darmayasa, I. B. G. (2019). Bioactive compound from extract filtrat *streptomyces* sp.Sp1. as biocontrol of vibriosis on larvae of *Macrobrachium rosenbergii* shrimps. *Hayati Journal of Biosciences*, 26(1), 15–25.
- Kumari, S., Kumari, S., Attri, C., Sharma, R., Kulshreshtha, S., Benali, T., Bouyahya, A., Güreş, E. S., & Sharifi-Rad, J. (2022). GC-MS analysis, antioxidant and antifungal studies of different extracts of *Chaetomium globosum* isolated from *Urginea indica*. *Genetics Research*, 2022.
- Kushwaha, P., Singh, D., & Bisht, G. (2017). Chemical composition of volatile extract of *Gnaphalium luteoalbum* L. and its antibacterial activity. *Journal of Drug Discovery and Therapeutics*, 3(30), 22–28.
- Kyoui, D., Saito, Y., Takahashi, A., Tanaka, G., Yoshida, R., Maegaki, Y., Kawarai, T., Ogihara, H., & Suzuki, C. (2023). Antibacterial activity of hexanol vapor in vitro and on the surface of vegetables. *Foods*, 12(16).
- Maddeppungeng, N. M., Tahir, K. A., Nurdin, N. C., & Wahyuni, S. (2023). Formulasi dan evaluasi dermal patch ekstrak metanol rimpang lempuyang gajah (*Zingibe zerumbet* L.) sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* secara in vitro dan in vivo. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 9(2), 621–631.
- McCormack, M. G., Smith, A. J., Akram, A. N., Jackson, M., Robertson, D., & Edwards, G. (2015). *Staphylococcus aureus* and the oral cavity: An overlooked source of carriage and infection? *American Journal of Infection Control*, 43(1), 35–37.
- Mensah-Agyei, G. O., Enitan, S. S., & Omolara, A. E. (2021). Medicinal properties of bioactive compounds identified in the acetone extract of *Daedalea elegans* using gas chromatography-mass spectrometry. *International Journal of Medical, Pharmacy and Drug Research*, 5(5), 01–10.
- Muadifah, A., Amini, H. W., Amini, H. W., Putri, A. E., Putri, A. E., Latifah, N., & Latifah, N. (2019). Aktivitas antibakteri ekstrak rimpang kunyit (*Curcuma Domestica* Val) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal SainHealth*, 3(1), 45.
- Mujeeb, F., Bajpai, P., & Pathak, N. (2014). Phytochemical evaluation, antimicrobial activity, and determination of bioactive components from leaves of *aegle marmelos*. *BioMed Research International*, 2014.
- Muthoharoh. (2019). Pengaruh variasi suhu dan waktu ekstraksi metode ultrasonik terhadap rendemen ekstrak dan aktivitas antioksidan ekstrak daun *Stevia rebaudiana* Bert. M. Skripsi, Hlm:14.
- Nanggita, P. P., Mu'arofah, B., Imasari, T., & Santoso, K. (2023). Deteksi bakteri *Staphylococcus* sp. pada swab rongga mulut mahasiswa D3 TLM IIK Bhakti Wiyata Kediri yang memakai kawat gigi. *Jurnal Sintesis: Penelitian Sains, Terapan Dan Analisisnya*, 4(1), 9–15.
- Oluwatola, H., Dorcas, O., & Ekpenyong, A. (2019). Preparation, characterisation and antimicrobial activity of mixed ligand nickel (II) and copper (II) complexes of 2, 4-pentanedione, salicylaldehyde and their adducts. *Ii*, 65–71.
- Padma, M., Ganesan, S., Jayaseelan, T., Azhagumadhavan, S., Sasikala, P., Senthilkumar, S., & Mani, P. (2019). Phytochemical screening and GC-MS analysis of bioactive compounds present in ethanolic leaves extract of *Silybum marianum* (L). *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 9(1), 85–89.
- Pratiwi, M. E., & Tobi, C. H. B. (2023). Formulasi dan evaluasi edible film dari ekstrak terpurifikasi daun beluntas (*Pluchea indica* L.) Sebagai anti-sariawan. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, 5(2), 178–187.
- Purwasih, R., Endah, S. R. N., & Nofriyaldi, A. (2023). Formulasi dan uji aktivitas sediaan plester hidrogel ekstrak etanol daun randu (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) sebagai antipiretik. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 5(6), 941–952.
- Rahmadeni, Y., Febria, F. A., & Biologi, M. J. (2019). Potensi Pakih Sipasan (*Blechnum orientale*) sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Biological Sciences*, 6(2), 224–229.
- Reddy, G. J., Reddy, K. B., & Reddy, G. V. S. (2020). GC-MS analysis and in-vitro anti-diabetic activity of bioactive fractions of *Feronia elephantum* fruit. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 11(5), 2415.
- Safavi, F., Moridi Farimani, M., Golalipour, M., & Bayat,

- H. (2023). In vitro wound healing potential of cyclohexane extract of *Onosma dichroantha* Boiss. based on bioassay-guided fractionation. *Scientific Reports*, 13(1), 1–14.
- Sampoerna, M., & Nasution, M. P. (2022). Uji sitotoksitas ekstrak etanol kulit buah pisang kepok (*Musa Paradisiaca* L.) dengan metode brine shrimp lethality test (BSLT). *Journal of Health and Medical Science*, 1(3), 203–218.
- Schlecht, L. M., Peters, B. M., Krom, B. P., Freiberg, J. A., Hänsch, G. M., Filler, S. G., Jabra-Rizk, M. A., & Shirliff, M. E. (2015). Systemic *Staphylococcus aureus* infection mediated by *Candida albicans* hyphal invasion of mucosal tissue. *Microbiology (United Kingdom)*, 161(1), 168–181.
- Setyati, D., Su'udi, M., Ravitamala, E. S., Miladina, F. F., Babudin, B., Utarti, E., Arimurti, S., Nugraha, A. S., Putri, Y. A., Farhan, A. M., & Ulum, F. B. (2024). Antimicrobial and phytochemistry study of *Dendrobium linearifolium* Teijsm. & Binn. from Gunitir, Jember, Indonesia. *BIO Web of Conferences*, 101, 1–12.
- Sogandi, G., Darma, W. S. T., & Jannah, R. (2019). Potential of antibacterial compounds from sweet root extract (*Glycyrrhiza glabra* L) on *Bacillus cereus*. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 22(4), 105–111.
- Suomi, F. (2006). Fl 20185450A1 Patent Application. 19.
- Tyagi, A. K., Bukvicki, D., Gottardi, D., Veljic, M., Guerzoni, M. E., Malik, A., & Marin, P. D. (2013). Antimicrobial potential and chemical characterization of serbian liverwort (*Porella arboris-vitae*): SEM and TEM Observations. 2013.
- Ulfah, M., Efriani, L., & Aliyah, M. (2022). Aktivitas Antibakteri ekstrak aseton kulit pisang tanduk (*Musa paradisiaca*) terhadap bakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia coli*. *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 7(4), 925–934.
- Varshney, H., Ahmad, A., Rauf, A., Husain, F. M., & Ahmad, I. (2017). Synthesis and antimicrobial evaluation of fatty chain substituted 2,5-dimethyl pyrrole and 1,3-benzoxazin-4-one derivatives. *Journal of Saudi Chemical Society*, 21, S394–S402.
- Wijaya, M., Surya, P. R., Udiyani, D. P., & Indraningrat, A. A. (2023). Phytochemical and antioxidant activities of chloroform extract of *Sonneratia alba* leaves from Ngurah Rai Mangrove Forest, Bali-Indonesia. *Phytochemical and antioxidant activities of chloroform extract of Sonneratia alba leaves from Ngurah Rai Mangrove F. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*.
- Wojciechowska, M., Macyszyn, J., Miskiewicz, J., Grzela, R., & Trylska, J. (2021). Stapled anoplin as an antibacterial agent. *Frontiers in Microbiology*, 12(December).
- Yousefa, V., Nurdianti, L., & Nurviana, V. (2022). Patch hidrogel film ekstrak etanol daun saga (*Abrus precatorius* Linn.) sebagai antisariawan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Prosiding Seminar Nasional Diseminasi Hasil Penelitian Program Studi S1 Farmasi Formulasi*
- Zheng, X. (2021). Influence of electric field strength on the microbial degradation of petroleum hydrocarbons. January.