

Antibacterial Activity of *Eichornia crassipes* Leaf and Eggshell Extracts Against *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus mutans*

Baiq Dwiyan Nugrahani^{1*}, Irhas Anugrahadi Habibie², Muhammad Rafi Bintang Ramadhan¹, Galuh Suli Pitaloka¹, Dhity Rismawati³, Wahida Hajrin¹

¹Program Studi Farmasi, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

²Program Studi Kimia, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

³Program Studi Matematika, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : June 19th, 2025

Revised : June 26th, 2025

Accepted : July 02th, 2025

*Corresponding Author: **Baiq Dwiyan Nugrahani**, Program Studi Farmasi, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia; mail:

nugrahanibaiq@gmail.com

Abstract: Dental disease remains a major health concern in Indonesia, with a high prevalence across various age groups. This study aims to formulate and evaluate herbal toothpaste using *Eichornia crassipes* (water hyacinth) leaf extract and eggshell powder, and to determine its antibacterial activity against *Streptococcus mutans* and *Staphylococcus aureus*. The toothpaste was prepared in three formulations with varying concentrations, followed by evaluation of its physical properties and antibacterial activity using the well diffusion method. Among the formulations, F1 containing 3% water hyacinth extract and 15 g eggshell powder showed optimal results. F1 fulfilled physical quality standards based on SNI 12-3524-1995, including pH, viscosity, and foam formation. Antibacterial testing demonstrated that F1 exhibited very strong inhibition zones of 21.87 mm against *S. aureus* and 21.50 mm against *S. mutans*. These findings indicate that a combination of water hyacinth extract and eggshell powder is effective as an active agent in herbal toothpaste. This research supports the utilization of abundant local waste materials as a sustainable alternative in oral health care formulations.

Keywords: Eggshells, *Eichornia crassipes*, *S. aureus*, *S. mutans*, toothpaste.

Pendahuluan

Penyakit gigi dan mulut salah satu masalah kesehatan yang paling banyak dijumpai di berbagai negara, termasuk Indonesia. Menurut World Health Organization (2022), penyebab utama kehilangan gigi pada orang dewasa dan anak-anak adalah penyakit periodontal dan karies gigi. Menurut data Riset Kesehatan Dasar 2018, keluhan sakit gigi cukup banyak dijumpai di Indonesia, terutama di kalangan anak muda. Persentasenya untuk kelompok usia 3–4 tahun, kelompok usia 5–9 tahun, dan kelompok usia 10–14 tahun masing-masing adalah 81,1%, 92,6%, dan 73,4% (Nurrochman *et al.*, 2025). Masalah ini menyoroti pentingnya mengambil tindakan pencegahan yang tepat untuk menjaga kesehatan gigi sejak usia muda.

Penyebab utama masalah kesehatan gigi adalah penggunaan pasta gigi yang tidak tepat, kebiasaan mengonsumsi makanan yang mengandung gula tinggi, dan kebersihan gigi yang buruk (Sihombing *et al.*, 2022). Bahan kimia aktif seperti fluoride, yang mencegah gigi berlubang, biasanya ditemukan dalam pasta gigi konvensional. Namun, penggunaan fluoride dalam jangka panjang menimbulkan efek samping seperti fluorosis email, yang ditandai dengan bercak putih atau cokelat pada gigi akibat kerusakan struktur email (Rihandika *et al.*, 2023). Oleh karena itu, salah satu strategi kreatif untuk mencegah penyakit gigi dengan membuat formula pasta gigi herbal dari bahan alami dengan sedikit efek samping.

Daun eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), tanaman air yang mudah diperoleh dan sering dianggap sebagai sampah air, termasuk bahan alami sebagai bahan aktif pasta

gigi. Zat bioaktif dengan sifat antibakteri, antiradang, dan antioksidan, termasuk flavonoid, polifenol, dan alkaloid, diketahui terdapat dalam daun eceng gondok (Djafar *et al.*, 2021). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak daun eceng gondok efektif melawan *Streptococcus mutans* dan *Staphylococcus aureus*, dua bakteri utama penyebab penyakit gigi dan mulut (Krismariono *et al.*, 2022; Rahimah, dkk., 2025). Selain itu, cangkang telur yang mengandung kalsium karbonat sebesar 98,5% berpotensi digunakan sebagai bahan abrasif sekaligus sumber kalsium dalam formulasi pasta gigi (Paraswati, 2025). Penggunaan limbah cangkang telur tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga meningkatkan nilai tambah dari limbah rumah tangga (Adawiyah, 2021).

Berdasarkan potensi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi formulasi pasta gigi herbal berbasis ekstrak daun eceng gondok dan kalsium dari cangkang telur. Penelitian ini penting dilakukan sebagai solusi alternatif terhadap penggunaan pasta gigi berbahan kimia, serta untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah organik sebagai bahan aktif alami. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui formula terbaik dari sediaan pasta gigi herbal yang efektif menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan *Staphylococcus aureus*.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian berlangsung di bulan April hingga Agustus 2023. Proses ekstraksi dan formulasi dilakukan di Laboratorium Teknologi Farmasi dan Biologi Farmasi, sedangkan uji aktivitas antibakteri dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram.

Jenis penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorik dengan pendekatan *post-test only control group design* untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri dari pasta gigi herbal berbahan dasar ekstrak daun eceng gondok dan kalsium karbonat cangkang telur terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dan

Staphylococcus aureus.

Populasi dan sampel penelitian

Populasi penelitian yaitu seluruh pasta gigi yang diformulasikan menggunakan ekstrak daun eceng gondok dan kalsium karbonat dari cangkang telur. Sampel penelitian terdiri dari tiga formula pasta gigi yang mengandung 3% ekstrak daun eceng gondok dengan variasi kalsium karbonat 15 g, 30 g, dan 45 g. Sampel diambil secara purposive sampling berdasarkan variasi formula. Variabel bebas adalah konsentrasi kalsium karbonat dalam formulasi pasta gigi. Variabel terikat adalah aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* dan *S. mutans* yang diukur melalui zona hambat. Data diambil melalui uji fisik sediaan dan uji zona hambat antibakteri.

Alat dan bahan

Alat-alat penelitian yaitu rotary evaporator, hot plate, magnetic stirrer, ultrasonic bath, viscometer, autoklaf, inkubator, oven, serta alat gelas laboratorium standar. Bahan meliputi daun eceng gondok, cangkang telur, etanol 70%, SLES, gliserin, Na-CMC, natrium sakarin, mentol, natrium benzoat, dan bakteri uji (*S. mutans* dan *S. aureus*).

Prosedur Penelitian

Ekstraksi Eceng Gondok

Sampel eceng gondok diambil di kawasan bendungan Batu Jai, Kecamatan Batu Jai, Lombok Tengah. Pertama, daun eceng gondok digiling menjadi serbuk. Sebanyak 30 gram serbuk diekstraksi menggunakan etanol 70% (1:10 w/v) dalam bak ultrasonik pada suhu 40 derajat Celsius selama dua puluh menit. Setelah campuran disaring, digunakan rotary vacuum evaporator yang beroperasi pada suhu 40°C dan kecepatan 100 rpm untuk menguapkan filtrat. Setelah itu, kandungan fitokimia bahan diukur, rendemen ekstrak dihitung, dan ekstrak etanol kental ditimbang (Hartanti *et al.*, 2021).

Ekstraksi Kalsium Karbonat dari Cangkang Telur

Karbonat dari Cangkang Telur Cangkang telur diambil di warung-warung sekitar Kota Mataram. Pembuatan kalsium karbonat (CaCO_3) dari cangkang telur dilakukan dengan menggunakan metode kalsinasi (Diningsih &

Rohmawati, 2022). Cangkang telur yang telah bersih direndam dalam NaClO selama 6 jam kemudian dikeringkan pada suhu 250°C selama 10 menit. Padatan dihaluskan dan dikarakterisasi dengan FTIR.

Formulasi Pasta Gigi Herbal

Bahan-bahan pembuatan pasta gigi dapat dilihat pada Tabel 1. Sediaan basis pasta dibuat dalam 100 mL dengan penambahan aquades. Komposisi kalsium karbonat dari cangkang telur yang optimum ditentukan dengan evaluasi sifat fisik terbaik. Formula terdiri dari 3 jenis dengan perbedaan ekstrak daun eceng gondok 3%.

Evaluasi Sifat Fisik Sediaan Pasta Gigi

Pengujian terdiri dari 1) Uji organoleptik dengan mengamati perubahan aroma, bentuk, dan warna 2) Uji homogenitas dengan mengamati butiran-butiran kasar pada pasta gigi 3) Uji keasaman menggunakan pH meter 4) Uji viskositas atau kekentalan dengan viskometer, dan 5) Uji pembentukan busa pada konsentrasi 1% (w/v) larutan pasta gigi dalam air (Gusnawati *et al.*, 2022)

Tabel 1. Formulasi sediaan pasta gigi herbal

Bahan	Formula		
	F1	F2	F3
Ekstrak etanol (%)	3	3	3
Cangkang telur/CaCO ₃ (g)	15	30	45
Gliserin (g)	15	15	15
Na-CMC (g)	1,5	1,5	1,5
SLS (g)	1	1	1
Na-Sakarin (g)	0,2	0,2	0,2
Metil Paraben (g)	0,02	0,02	0,02
Propil Paraben (g)	0,01	0,01	0,01
Papermint (g)	Qs	qs	Qs
Aquadest (mL)	100	100	100

Penyiapan Bakteri Uji

Media Nutrient Agar (NA) diinfeksi dengan kultur murni bakteri *S. mutans* dan *S. aureus* yang masing-masing memiliki satu loop. Bakteri dikultur selama 24 jam pada suhu 37 °C. Setelah itu, bakteri yang dikultur disuspensikan dalam 10 mililiter larutan NaCl 0,9% dalam tabung reaksi hingga tingkat kekeruhan suspensi bakteri sama dengan standar Mc.Farland, yaitu sekitar 108 CFU/mL (Gunawan & Rahayu, 2021).

Uji Aktivitas Antibakteri Karies Gigi

Pendekatan difusi yang dimodifikasi dari penelitian Ida *et al.* tahun 2021 digunakan untuk menguji kemampuan antibakteri. Sebelum pengujian, instrumen dan media Nutrient Agar (NA) diautoklaf pada suhu 121 derajat Celsius selama 15 menit. Sepuluh cawan petri steril 15 mL diisi dengan NA. Setelah mengolesi media NA dengan kapas steril yang dicelupkan ke dalam suspensi bakteri, dibuat lubang berukuran 7 mm, dan 0,1 g pasta gigi dimasukkan. Pada suhu 37°C, cawan petri diinkubasi selama sehari penuh. Zona bening yang terbentuk di sekitar sumur diukur. Selain itu, pasta gigi komersial digunakan sebagai kontrol positif dalam pengujian aktivitas, sedangkan basis pasta gigi tanpa ekstrak daun eceng gondok digunakan sebagai kontrol negatif.

Analisis Data Penelitian

Analisis aktivitas antibakteri diolah secara statistik menggunakan SPSS dengan metode *One Way ANOVA* pada taraf kepercayaan 95% lalu dilanjutkan dengan uji Post Hoc LSD. Analisis ini akan menunjukkan tingkat pengaruh formulasi terhadap diameter hambat bakteri (Djafar *et al.*, 2021). Analisis mutu fisik masing-masing formulasi dibandingkan dengan standar pasta gigi dari SNI 12-3524-1995.

Hasil dan Pembahasan

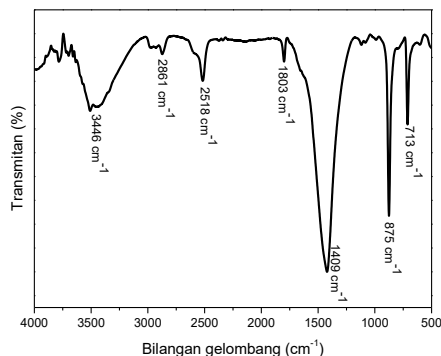
Hasil Penelitian I.

Ekstraksi dan Karakterisasi Eceng Gondok dan Cangkang Telur

Daun eceng gondok memiliki susut pengeringan sebesar 86,23% dan ekstrak kental dengan rendemen sebesar 3,172% b/b. Senyawa fitokimia ekstrak kental menunjukkan positif mengandung flavonoid yang dapat berfungsi sebagai antibakteri (Budiarti *et al.*, 2021). Hasil rendemen ini lebih tinggi dibandingkan dengan Rufchaei, dkk., (2022) dengan perolehan rendemen 2,9% b/b menggunakan metode ekstrak metanol dengan metode maserasi. Metode ekstraksi dengan ultrasonikasi pada penelitian ini lebih efisien sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama (Hartanti *et al.*, 2021).

Cangkang telur memiliki kadar air sebesar 80% dan rendemen sebesar 98,50%. Hasil ini didukung dengan penelitian oleh Diningsih &

Rohmawati, (2022) yang membuktikan tingginya konsentrasi kalsium karbonat dalam kulit telur, yang terdapat dalam fase kristal kalsit. Hasil studi FTIR pada Gambar 1 semakin mendukung sifat kalsium karbonat dalam kulit telur. Muncul puncak bilangan gelombang yang mengindikasikan ikatan tarik O-H pada 3446 cm^{-1} , ikatan tarikan simetris -CH_2 pada 2861 cm^{-1} , dan ikatan HCO_3 pada 2518 cm^{-1} (Diningsih & Rohmawati, 2022).



Gambar 1. Spektrum FTIR kalsium karbonat (CaCO_3) dari cangkang telur

Hasil Penelitian II. Evaluasi Sifat Fisik

Evaluasi sifat fisik melalui uji organoleptis yang bertujuan untuk mengamati adanya bentuk, warna, dan bau pasta gigi serbuk cangkang telur dan ekstrak eceng gondok. Pada F1, F2, dan F3, semua formulasi memiliki warna dan bau yang sama, namun rasa manis ketiga formula tersebut berbeda, dari F1 sedikit manis hingga F3 tidak manis. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan komposisi penambahan cangkang telur yang menyebabkan rasa manis berkurang (Siswanto *et al.*, 2020).

Uji Homogenitas bertujuan untuk memastikan bahan-bahan pasta gigi telah tercampur merata yang menjadi salah satu syarat ideal sediaan (Andry & Winata, 2022). Sediaan pasta gigi yang baik yaitu tidak menggumpal, terasa lembut, dan dapat menghasilkan efek antibakteri yang maksimal karena setiap bahan tercampur dengan homogen. Sediaan F1, F2, dan F3 memiliki hasil yang sama yaitu tidak terdapat gumpalan partikel sehingga dapat digunakan untuk pasta gigi.

Uji pengukuran pH merupakan salah satu syarat SNI pasta gigi yang bertujuan untuk melihat sifat sediaan pasta gigi mengandung

asam ($\text{pH} < 7$), basa ($\text{pH} > 7$), atau netral ($\text{pH} = 7$). Sediaan F1, F2, dan F3 pada Tabel 2. memiliki pH 7 atau netral sesuai syarat SNI 12-3524-1995 yaitu rentang pH pada pasta gigi yang baik sekitar 4,5-10,5 (Dalimunthe *et al.*, 2022). Eceng gondok dan kulit telur dimanfaatkan untuk membuat pasta gigi yang aman dioleskan ke gigi.

Uji Viskositas atau kekentalan pada sediaan pasta gigi dari hasil formulasi menunjukkan nilai viskositas yang meningkat pada sediaan F1, F2, dan F3 (Tabel 2). Hal ini dikarenakan nilai viskositas dinaikkan dengan penambahan kalsium karbonat dari kulit telur. Viskositas optimal menurut standar viskositas pasta gigi dari SNI 12-3524-1995 adalah antara 20.000 dan 50.000 (Cps) (Gusnawati *et al.*, 2022). Sediaan F1 memenuhi persyaratan SNI untuk viskositas.

Tinggi buih pasta gigi diukur sebagai bagian dari uji pembentukan busa untuk melihat seberapa baik pasta gigi tersebut menghilangkan partikel makanan dan plak dari gigi. Daya bersih yang baik ditunjukkan dengan kemampuan pasta gigi dalam menghasilkan banyak busa. Dengan demikian, sisa makanan pada plak gigi dapat dibersihkan dengan lebih mudah (Rati *et al.*, 2024). Berdasarkan Tabel 2, sediaan pasta gigi dari formulasi F1, F2, dan F3 membentuk busa. Jumlah kalsium karbonat dari F1 hingga F3 semakin banyak, sehingga meningkatkan jarak pembentukan busa.

Tabel 2. Uji pH, Viskositas, dan Pembentukan Busa Formulasi Sediaan Pasta Gigi

Formula	Hasil Evaluasi		
	pH	Viskositas (cP)	Pembentukan busa (cm)
F1	7	46.360	1
F2	7	427.200	6
F3	7	1.118.00	7

Hasil Penelitian III. Aktivitas Antibakteri

Kalsium karbonat dari kulit telur dan ekstrak daun eceng gondok diuji sifat antibakterinya untuk melihat apakah ekstrak tersebut dapat menekan bakteri dalam formulasi pasta gigi. *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus mutans* merupakan kuman yang digunakan untuk menyebabkan penyakit gigi. Metode difusi sumur agar digunakan untuk

melakukan pengujian. Sebelum dibandingkan dengan pasta gigi yang sudah tersedia di pasaran dari PT Unilever (kontrol positif) dan pasta gigi tanpa ekstrak daun eceng gondok (kontrol negatif), Formulasi 1 (F1) dilakukan pengujian antibakteri.

Hasil pengukuran diameter aktivitas antibakteri pada pasta gigi formulasi dengan bakteri *S.aureus* terlihat pada Tabel 3. Rata-rata diameter daya hambat yang diperoleh dari formulasi dengan konsentrasi ekstrak daun eceng gondok 3% adalah $21,87 \pm 0,530$ mm dan diameter daya hambat kontrol positif adalah $25,12 \pm 0,353$ mm. Berdasarkan hasil analisis ANOVA, aktivitas antibakteri pasta gigi ekstrak eceng gondok tidak berbeda secara signifikan dengan pasta gigi kontrol positif (nilai $p = 0,068$), meskipun hasil kontrol positif lebih tinggi dibandingkan dengan pasta gigi ekstrak daun eceng gondok.

Tabel 3. Uji aktivitas antibakteri pasta gigi F1 herbal terhadap *S. aureus* dan *S.mutans*

Rerata $\pm$ SD	Bakteri	
	<i>S.Aureus</i>	<i>S.Mutans</i>
Kontrol Negatif (mm)	0	0
Kontrol Positif (mm)	$25,12 \pm 1,944$	$31,62 \pm 0,883$
F1 (mm)	$21,87 \pm 0,530$	$21,50 \pm 0,353$

Rata-rata diameter daya hambat terhadap *S.mutans* dari Tabel 3 menunjukkan ekstrak eceng gondok 3% dari formulasi pasta gigi diperoleh sebesar $21,50 \pm 0,353$ mm dan diameter daya hambat kontrol positif sebesar $31,62 \pm 0,883$ mm. Hasil analisis ANOVA didapatkan p -value 0,00 ($<0,05$), artinya aktivitas antibakteri pasta gigi ekstrak eceng gondok memiliki perbedaan signifikan terhadap pasta gigi kontrol positif. Meskipun memiliki perbedaan aktivitas antara *S.mutans* dan *S.aureus*, keduanya memiliki daya hambat diameter lebih dari 20 mm. Berdasarkan dimensi zona hambat, kriteria kekuatan daya antibakteri dikategorikan sebagai berikut: Diameter zona hambat kategori lemah adalah kurang dari 5 mm, kategori sedang adalah antara 5-10 mm, kategori kuat adalah antara 10-20 mm, dan kategori sangat kuat adalah lebih dari 20 mm (Hasanah & Novian, 2020). Oleh karena itu, pada konsentrasi pasta gigi eceng gondok

3%, ekstrak eceng gondok dengan kulit telur memiliki zona hambat yang sangat signifikan terhadap bakteri *S. aureus* dan *S. mutans*.

Adanya senyawa kimia metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, dan tanin dalam ekstrak daun eceng gondok memberikan sifat antibakteri pada pasta gigi herbal. Dengan menghancurkan sel bakteri akibat terganggunya lapisan dinding sel peptidoglikan, alkaloid dapat berperan sebagai antibakteri (Gerrine *et al.*, 2023). Sebagai antibakteri, flavonoid akan berikatan dengan protein ekstraseluler untuk menghasilkan senyawa kimia kompleks yang mengubah fungsi membran sel bakteri dan menyebabkan kerusakan struktural (Donadio *et al.*, 2021). Karena tanin memiliki mekanisme untuk melemahkan dinding sel, tanin dapat menghambat atau bahkan membunuh perkembangan bakteri (Putri *et al.*, 2021).

Kesimpulan

Hasil formulasi pasta gigi terbaik pada formulasi 1 (F1) dengan komposisi ekstrak eceng gondok konsentrasi 3% dan cangkang telur 15 gram. Hasil evaluasi fisik pasta gigi F1 meliputi uji organoleptik, uji homogenitas, uji keasaman (pH), uji viskositas, uji pembentukan busa sudah sesuai SNI 12-3524-1995. Hasil uji antibakteri pasta gigi F1 terhadap bakteri *S. aureus* dan *S. mutans* memiliki respon hambatnya bakteri yang sangat kuat (>20 mm) dengan zona hambat 21,87 mm dan 21,50 mm.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih banyak atas bantuan pendanaan dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Indonesia melalui Program Kreativitas Mahasiswa 2023 dan Fakultas Kedokteran Universitas Mataram, serta Universitas Mataram yang telah memfasilitasi riset ini.

Referensi

- Adawiyah, R. (2021). Pengaruh Variasi Konsentrasi $\text{CaO/Fe}_2\text{O}_3$ Degradasi Methylene Orange. *Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Kalimantan*.
- Andry, M., & Winata, H. S. (2022). Uji aktivitas antibakteri *Streptococcus mutans* serta

- formulasi sediaan pasta gigi ekstrak etanol buah okra hijau (*Abelmoschus esculentus*) dan tulang ikan tuna (*Thunnini*). *Journal of Pharmaceutical And Sciences*, 5(2), 250-258.
- Budiarti, L. Y., Wirabuana, M. B., Al Ghipari, M. H., Ramadhani, N. S. A., Ambarini, S. P., Danurroeni, S., & Isnaini, I. I. (2021, August). Antibacterial Effectiveness of *Eichornia Crassipes* Solms. Extract Against Selected Bacteria Isolates In Vitro.
- Dalimunthe, A., Nurbaya, S., Priltuis, N., & br Ginting, P. (2022). Analisis Kadar Kalsium Pada Cangkang Telur Bebek (*Anas Platyrhynchos-Domesticus*) Untuk Pembuatan Pasta Gigi Dengan Pewarna Alami Dari Sari Daun Pandan (*Pandanus Amaryllifolius* Roxb). *JURNAL FARMANESIA*, 9(1), 34-40.
- Diningsih, C., & Rohmawati, L. (2022). Synthesis Of Calcium Carbonate (CaCO_3) From Eggshell By Calcination Method. *Indonesian Physical Review*, 5(3), 208–215. <https://doi.org/10.29303/ipr.v5i3.174>
- Djafar, F., Yamlean, P. V. Y., & Siampa, J. P. (2021). *Mouthwash Formulation Of Water Hyacinth Extract (Eichhornia crassipes (Mart .) Solms) As An Antibiotics For Dental Caries (Streptococcus mutans) Formulasi Mouthwash Ekstrak Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart .) Solms) Sebagai Antibakteri Kar. 10(November)*, 1169–1177.
- Donadio, G., Mensitieri, F., Santoro, V., Parisi, V., Bellone, M. L., De Tommasi, N., ... & Dal Piaz, F. (2021). Interactions with microbial proteins driving the antibacterial activity of flavonoids. *Pharmaceutics*, 13(5), 660.
- Gerrine, G., Prajitno, A., Fadjar, M., & Kenitasari, R. E. (2023). Effects of Keji Beling (*Strobilanthes crispus*) Crude Leaves Extract Against *Aeromonas hydrophila* Bacterial Infection in Vitro. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 3849-3855.
- Gunawan, H., & Rahayu, Y. P. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Formulasi Sediaan Pasta Gigi Gel Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp) Terhadap *Streptococcus mutans*. *FARMASAINKES: Jurnal Farmasi, Sains, dan Kesehatan*, 1(1), 56-67.
- Gusnawati, Sabara, Z., Munira, & Bakhri, S. (2022). Karakterisasi mutu pasta gigi dengan penambahan garam dan. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 17(1), 41–49.
- Hartanti, A. I., Gde, I. D., Permana, M., & Puspawati, G. A. K. D. (2021). *Pengaruh Konsentrasi Etanol Pada Metode Ultrasonikasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Gonda (Sphenoclea zeylanica) Effect Of Ethanol Concentration In Ultrasonication Method On Antioxidant Activity Of Gonda Leaf Extract (Sphenoclea zeylanica. 10(2)*.
- Hasanah, N., & Novian, D. R. (2020). Daya hambat ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) terhadap bakteri penyebab jerawat (*Propionibacterium acnes*). *Journal Ilmiah Farmasi*, 9(1), 46-53.
- Ida, N., Yasir, Y., & Absyar, M. S. L. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Pasta Gigi Ekstrak Etanol Daun Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) Terhadap Bakteri *Streptococcus Mutans*. *Jurnal Farmasi dan Bahan Alam: FARBAL*, 9(1), 17-25.
- Krismariono, A., Setiawatie, E. M., Rachmawati, R. Y., Setiawan, Y. A., Padmarini, H. N., & Apriliyanti, N. A. (2022). Antibacterial Activity of Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*) Leaf Extract Against Bacterial Plaque from Gingivitis Patients. *Journal of International Dental and Medical Research*, 15(3), 966–971.
- Lestari, U., Syamsurizal, S., & Trisna, Y. (2022). The Antiplaque Efficacy and Effectiveness of Activated Charcoal Toothpaste of *Elaeis guineensis* in Smokers. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 1(1), 75. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v1i1.32664>
- Nurrochman, A., Setyawati, B. P., Hasanudin, A. A., & Marelda, A. F. (2025). Pengaruh Media Smart Box Untuk Meningkatkan Pengetahuan Kesehatan Gigi Dan Mulut Dalam Mencegah Karies Gigi Pada Siswa Kelas V SD N Menteng 03 Pagi. *Media Kesehatan Gigi: Politeknik Kesehatan Makassar*, 24(1), 83-87.

- Paraswati, A. (2025). Formulation Of Herbal Toothpaste From Eggshell And Coconut Shell Charcoal (*Cocos Nucifera* L.) To Preventing Tooth Discoloration (Doctoral dissertation, Universitas Darussalam Gontor).
- Putri, R., Supriyanta, J., & Adhil, D. A. (2021). Formulasi dan uji aktivitas sediaan masker gel peel off ekstrak etanol 70% daun rambutan (*Nephelium Lappaceum* L.) terhadap *propionibacterium acnes*. *Journal of Pharmaceutical and Health Research*, 2(1), 12-20.
- Rahimah, A., Darsono, P. V., & Nastiti, K. (2025). Ekstrak Daun Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Alternatif Antibakteri Alami Terhadap Karies Gigi. *Jiis (Jurnal Ilmiah Ibnu Sina): Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, 10(1), 56-66.
- Rati, Y., Dalimunthe, G. I., Lubis, M. S., & Nasution, H. M. (2024). Formulasi sediaan pasta gigi herbal ekstrak etanol bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dan uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 635-647.
- Rihandika, A. P., Edinata, K., & Mandalas, H. Y. (2023). Perbandingan Efektivitas Berbagai Jenis Pasta Gigi Herbal (*Piper betle* dan *Citrus auratifolia*; *Citrus limon* L dan Charcoal) dan Pasta Gigi NonHerbal terhadap Penurunan Indeks Plak pada Pengguna Alat Ortodontik Cekat. *SONDE (Sound of Dentistry)*, 7(2), 8–21. <http://114.7.153.31/index.php/sod/article/view/3462>
- Rufchaei, R., Abbas-Mohammadi, M., Mirzajani, A., & Nedaei, S. (2022). Evaluation of the chemical compounds and antioxidant and antimicrobial activities of the leaves of *Eichhornia crassipes* (water hyacinth). *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 17(1), e101436.
- Sihombing, I. S., Nurbaya, S., Farmasi, F., Ilmu, D., Sari, U., & Indonesia, M. (2022). Penetapan Kadar Kalsium Secara Kolorimetri Pada Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) Jantan Dalam. *Farmanesia*, 9(2), 78–89.
- Siswanto, A. R., Amananti, W., Harapan, P., & Tegal, B. (2020). *Formulasi dan uji sifat fisik sediaan pasta gigi kombinasi serbuk cangkang telur bebek dan perasan kulit jeruk manis*. 9(1), 1–7.