

AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI EKSTRAK KAYU SECANG (*Caesalpinia sappan L*) dan EKSTRAK JAHE (*Zingiber officinale*) TERHADAP BAKTERI *Eschericia coli* dan *Staphylococcus aureus*

Tita Juwitaningsih¹, Nirwana Nazira^{*2}, Ramlan Silaban³, Nora Susanti⁴, Rini Selly⁵
Prodi Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara, Indonesia

^{*}Penulis korespondensi
e-mail: juwitaningsih@unimed.ac.id¹

Article history:

Submitted: Sept. 27th, 2024; Revised: Oct. 25th, 2024; Accepted: Nov. 23th, 2024; Published: July 18th, 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak secang dan jahe. Uji aktivitas antibakteri dilakukan terhadap dua bakteri yaitu bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* meliputi uji difusi cakram kertas, *minimum inhibitory concentration* (MIC) dan *minimum bactericidal concentration* (MBC) dengan metode mikrodilusi. Pengujian ini menggunakan perbandingan ekstrak 1:1, 1:2 serta 2:1. Kombinasi ekstrak secang dan jahe memiliki aktivitas antibakteri terhadap kedua bakteri uji terlihat dengan munculnya zona beningnya. Aktivitas antibakteri yang kuat terhadap bakteri *E. coli* ditunjukkan oleh kombinasi ekstrak secang dan jahe pada perbandingan 1:1 dengan nilai MIC 39,6 µg/ml sedangkan pada bakteri *S. aureus* ditunjukkan oleh kombinasi ekstrak secang dan jahe dengan perbandingan 2:1 dengan nilai MIC 78,1 µg/ml.

Kata Kunci: Antibakteri; kayu secang; jahe; *E. Coli*; *S. Aureus*; MIC; MBC

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki berbagai jenis tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat-obatan. Salah satu tanaman yang dimanfaatkan oleh sebagian masyarakat sebagai minuman yang memiliki khasiat adalah kayu secang. Kayu secang merupakan bagian batang dari tanaman secang yang kayunya mengandung senyawa senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, brazilin, alkaloid, saponin, tanin, fenil propane, dan terpenoid (Nomer *et al.*, 2019). Kayu secang dilaporkan menunjukkan berbagai aktivitas farmakologis seperti penghambatan enzim, antibakteri, antioksidan, antiinflamasi, antijamur, antelmintik, hepatoprotektif, sitotoksik, penyembuhan luka, analgesik, antikejang, hipolipidemik, insektisidal, antiplasmodial

dan lain-lain karena kandungan metabolit sekundernya (Listiana *et al.*, 2023). Menurut penelitian (Cahyaningtyas *et al.*, 2019) bakteri *S. aureus* rentan terhadap aktivitas antibakteri ekstrak etanolik kayu secang serta ekstrak etanolik kayu secang juga memiliki kualitas antibakteri terhadap bakteri *E. coli* sesuai dengan penelitian (Wardani., 2012)

Selain secang, jahe juga merupakan tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Selain memiliki kegunaan sebagai bahan dasar dari pembuatan obat-obatan tradisional maupun modern kandungan jahe juga memiliki efek terhadap bakteri *E. coli*, *Bacillus subtilis*, *S. aureus*, jamur *Neurospora sp*, *Rhizopus sp*, dan *Penicillium sp*. Kandungan senyawa metabolit sekunder

pada jahe terutama minyak atsiri, flavonoid, fenol, dan terpenoid. Aktivitas biologis utama jahe adalah imunomodulatori, anti tumorigenik, anti inflamasi, anti apoptotik, anti hiperglikemi anti lipemik dan anti emetik (Zhang *et al.*, 2022). Telah diketahui memiliki bahwa metabolit sekunder jahe seperti fenol, terpenoid, minyak atsiri, dan flavanoid memiliki khasiat sebagai antibakteri dan antiinflamasi (Debora *et al.*, 2021)

Ekstrak etanol kayu secang menunjukkan aktivitas terhadap bakteri *E. coli* dengan diameter zona hambat 9,0 mm serta terhadap bakteri *S. aureus* dengan diameter zona hambat 11,2 mm (Prabawa *et al.*, 2019). Ekstrak aseton kayu secang menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap

bakteri *E. coli* dengan diameter zona hambat sebesar 6,2 mm dan terhadap bakteri *S. aureus* dengan diameter zona hambat sebesar 8,10 mm (Juwitaningsih *et al.*, 2021). Begitu juga ekstrak etanol rimpang jahe menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *E. coli* dengan diameter zona hambat 9.17 mm serta terhadap bakteri *S. aureus* dengan diameter zona hambat 8.17 mm (Azkiyah, 2020). Dengan demikian baik kayu secang maupun jahe menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan kombinasi ekstrak kayu secang dan ekstrak jahe terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus* untuk memperoleh aktivitas antibakteri yang lebih baik.

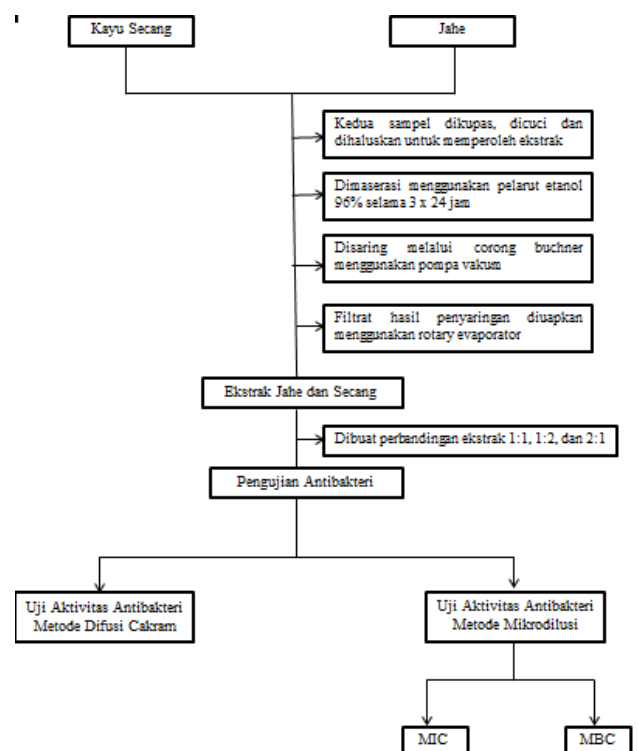
METODE

2.1 Bahan dan Alat penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Jahe (*Zingiber officinale*), Kayu Secang (*C. sappan L*) yang diperoleh dari toko obat herbal Sempurna Pusat pasar Medan, Etanol 96%, Mueller Hinton Agar (MHA) (Oxoid CM 0337), Mueller Hinton Broth (MHB) (Himedia), Dimetilsulfoksida (DMSO), Standar Mc. Farland, NaCL fisiologis 0,9%, bakteri *S. aureus* ATCC 25923 dan *E. coli* ATCC 43894 yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Mikrobiologi Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan bagan alir sebagai berikut



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2.1. Ekstraksi sampel

Masing-masing sampel sebanyak 500 gram, kemudian dimaserasi dengan 2 liter etanol 96% selama 3 x 24 jam pada suhu kamar dan diaduk setiap 24 jam. Maserat disaring, filtrat diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental (Baihaqi dan Nuraida., 2022)

2.2.2. Pembuatan larutan uji

100 mg sampel ekstrak ditimbang dan dilarutkan dalam 1000 mL DMSO 100%. Larutan 1% dalam 10 % DMSO kemudian diperoleh dengan mengencerkan 100 µg/mL dalam 900 mL air (Asparinda dan Juwitaningsih., 2020)

2.2.3 Persiapan inokulum

Metode pertumbuhan digunakan untuk menyiapkan inokulum, dengan mengambil beberapa koloni bakteri dan melarutkannya dalam 4-5 ml NaCL 0,9%. Kekeruhan inokulum distandarisasi terhadap kekeruhan 0,5 Mc Farland (Juwitaningsih *et al.*, 2020)

2.2.4 Penentuan Zona Hambat

Metode difusi cakram kertas digunakan sebagai uji pendahuluan aktivitas antibakteri, pada permukaan media agar dituang 100 µl inokulum bakteri, kemudian diratakan. Cakram kertas diletakkan di atas permukaan agar, kemudian ditetaskan 20 µl larutan uji dan sebagai antibiotik standar menggunakan cakram kertas kloramfenikol. Lempeng

agar diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Adanya zona bening di sekitar cakram kertas menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan bakteri (Asparinda dan Juwitaningsih., 2020)

2.2.5 Penentuan Konsentrasi Hambat Minimum (MIC)

Penentuan MIC dilakukan dengan metode mikrodilusi dengan cara memasukkan 10 µL media cair MHB, bakteri dan sampel ke dalam microplate 96 sumuran. Kolom pertama merupakan kontrol negatif yang diisi dengan MHB saja dan kontrol positif diletakkan pada kolom no. 2 yang berisi MHB dan bakteri. Sampel dengan berbagai konsentrasi dan bakteri suspensi MHB ditempatkan pada kolom no 3 sampai 12. Jumlah larutan di setiap lubang adalah 100 µL. Microplate diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Kloramfenikol digunakan sebagai antibiotik standar (Juwitaningsih *et al.*, 2020)

2.2.6 Penentuan Konsentrasi Bakteri Minimum (MBC)

Penentuan MBC mengikuti prosedur seperti pada penelitian sebelumnya, yaitu dengan mengambil 10µL dari setiap lubang mikroplate kemudian ditumbuhkan pada media agar dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam atau sampai pertumbuhan terlihat pada kontrol positif (Juwitaningsih *et al.*, 2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelarut etanol digunakan untuk maserasi sampel dalam penelitian ini karena kemampuannya yang luas untuk melarutkan hampir semua senyawa. Selain itu, protein dapat mengendap dalam

pelarut etanol dan aktivitas enzim dapat dihambat, sehingga sampel terhindar dari proses hidrolisis dan oksidasi. Banyak komponen tanaman dapat diekstraksi secara efisien dengan menggunakan etanol

(Samputri *et al.*, 2020). Setelah maserasi ekstrak jahe dan kayu secang dipekatkan dalam rotary evaporator pada suhu 50°C dari 500 g sampel kering diperoleh 50 g ekstrak pekat. Autoklaf digunakan untuk mensterilkan semua instrumen dan bahan yang akan digunakan dalam uji antimikroba. Metode difusi cakram merupakan uji pendahuluan untuk melihat aktivitas antibakteri yang ditunjukkan dengan adanya zona bening.

Tabel 1 menyajikan hasil dari metode difusi cakram kertas yang digunakan untuk menilai aktivitas antibakteri ekstrak jahe dan kayu secang baik sebagai ekstrak tunggal maupun kombinasi.

Table 1. Hasil Zona Hambat

No	secang: Jahe	<i>E. coli</i> ATCC 43894 (mm)	<i>S. aureus</i> ATCC 2593 (mm)
1	Secang	6,2	7,15
2	Jahe	11,5	6,9
3	1 : 1	10,5	8,9
4	1:2	8,4	9,35
5	2:1	8,4	9,55

Berdasarkan Tabel 1 bahwa kombinasi ekstrak kayu secang dan jahe dalam semua perbandingan menunjukkan adanya aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* ATCC 43894 dan *S. aureus* ATCC 25923. Bila dibandingkan dengan ekstrak tunggalnya aktivitas kombinasi antibakteri ekstrak kayu secang dan jahe terhadap bakteri *E. coli* menunjukkan zona hambat yang hampir sama dengan ekstrak jahe. Sedangkan terhadap bakteri *S. aureus* ATCC 25923 ekstrak kombinasi menunjukkan zona hambat yang lebih besar, dengan ekstrak jahe yang dominan maupun ekstrak secang yang dominan.

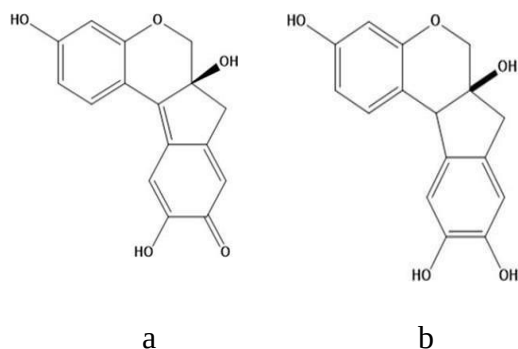
Senyawa antibakteri bekerja dengan dua cara, yaitu dengan menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik) yang diukur dengan MIC dan membunuh bakteri (bakterisidal) yang diukur dengan MBC. Hasil pengukuran MIC dan MBC ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil MIC dan MBC

No	Secang: Jahe	<i>E. coli</i> ATCC 43894		<i>S. aureus</i> ATCC 2593	
		MIC	MBC	MIC	MBC
1	Secang	312,5	>5000	312,5	>5000
2	Jahe	1.250	>5000	2.500	>5000
3	1 : 1	39,6	>5000	312,5	>5000
4	1 : 2	312,5	>5000	312,5	>5000
5	2 : 1	78,1	>5000	78,1	>5000

Jika nilai MIC kurang dari 100 µg/mL ekstrak dikategorikan aktif, jika nilai MIC berkisar antara 100<MIC<625 µg/mL dikategorikan sedang dan tidak aktif jika nilai MIC>625 µg/mL (Juwitaningsih *et al.*, 2021). Pada tabel 2 ekstrak tunggal pada kayu secang dikategorikan sedang sedangkan pada ekstrak jahe dikategorikan lemah. Kombinasikan ekstrak pada perbandingan 1:1 menunjukkan aktivitas 32 kali lebih aktif/kuat dibandingkan aktivitas ekstrak jahe terhadap bakteri *E. coli*. Sedangkan pada bakteri *S. aureus* kombinasi ekstrak 2:1 menunjukkan aktivitas 32 kali lebih aktif/kuat dibandingkan aktivitas ekstrak jahe. Dengan demikian kombinasi ekstrak dapat meningkatkan aktivitas dengan signifikan hal tersebut menunjukkan metabolit sekunder pada ekstrak tersebut dapat bekerja secara sinergis. Berdasarkan data MBC baik ekstrak tunggal maupun kombinasi mempunyai nilai MBC >5000 µg/mL, dengan demikian kombinasi ekstrak bekerja dalam menghambat bakteri dengan cara menghambat tidak bersifat bakterisidal.

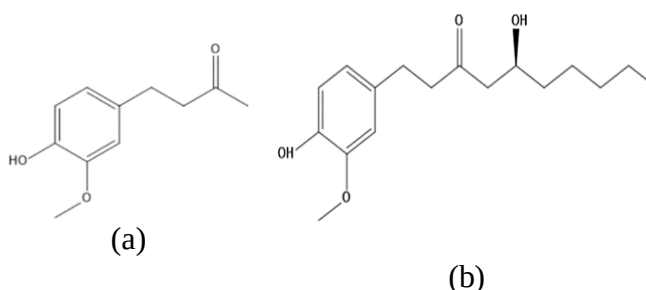
Sifat antibakteri berkaitan dengan kandungan metabolit sekundernya. Komponen utama kayu secang adalah brazilin dan brazilain yang merupakan senyawa flavanoid.



Gambar 2. Struktur Kimia (a) Brazilin (b) Brazilain

Senyawa flavanoid menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara menginaktivasi enzim seluler yang dipengaruhi oleh kemampuannya dalam melakukan penetrasi ke dalam sel atau disebabkan oleh adanya perubahan permeabilitas membran sel akibat bergabungnya senyawa antibakteri dengan membran sel, hal ini menyebabkan kerusakan fungsi integritas membran sitoplasma, makromolekul dan ion sel keluar, kemudian disorientasi komponen-komponen lipoprotein serta mencegah berfungsinya membran sebagai pelindung terhadap tekanan osmotik (Cahyaningtyas *et al.*, 2019). Flavanoid Brazilin bekerja sebagai antibakteri dengan cara menghambat sintesis DNA dan menghambat protein bakteri (Nirmal *et al.*, 2015). Brazilin mengganggu proses sintesis DNA bakteri yang sangat penting untuk replikasi dan kelangsungan hidup bakteri. Hal ini dicapai dengan berinteraksi dengan enzim kunci yang terlibat dalam replikasi DNA sehingga mencegah bakteri berkembang biak secara efektif (Intan dan Silvia., 2021).

Golongan senyawa aktif antibakteri dari jahe yaitu minyak atsiri, flavonoid, dan senyawa fenolik (Sari dan Nasuha., 2021). Senyawa metabolit sekunder utama dari jahe adalah gingerol dan zingerone.



Gambar 3. Struktur Kimia (a) Zingerone (b) Gingerol

Gingerol merupakan senyawa turunan fenol yang berinteraksi dengan sel bakteri melalui proses adsorpsi dengan melibatkan ikatan hidrogen (Handrianto, 2016). Mekanisme penghambatan pertumbuhan mikroba oleh komponen fenol dari ekstrak jahe disebabkan karena kemampuan fenol dalam mendenaturasi protein, dimana senyawa ini bereaksi dengan porin (protein transmembran) dan merusak membran sel yaitu rusaknya porin yang akan mengurangi permeabilitas dinding sel sehingga menyebabkan kekurangan nutrisi dan pertumbuhan bakteri akan terhambat (Ali *et al.*, 2013). Dehidrasi gingerol menghasilkan 6-shogaol. 6-shogaol diketahui memiliki aktivitas antibakteri dengan menghambat pembentukan biofilm pada bakteri (Aji *et al.*, 2022).

Metabolit sekunder pada kayu secang dan jahe dapat bekerja sama secara sinergis dalam menghambat pertumbuhan bakteri melalui beberapa mekanisme: a) interaksi dengan membran sel: Flavanoid dan fenolik dapat bekerja sama membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut yang

menyebabkan kerusakan permeabilitas membran sel (Nomer *et al.*, 2019). b) Inhibisi lapisan biofilm: Flavanoid dan fenolik dapat menghambat pertumbuhan bakteri melalui inhibisi lapisan biofilm pada bakteri (Anwar *et al.*, 2023). c) Interaksi dengan dinding sel: Flavanoid

dan fenolik dapat berinteraksi dengan bakteri dinding sel yang berperan sebagai pelindung dari lingkungan yang tidak aman. Interaksi ini dapat menyebabkan kerusakan dinding sel dan menghambat pertumbuhan bakteri (Putri *et al.*, 2014)

KESIMPULAN

Aktivitas kombinasi antibakteri ekstrak kayu secang dan jahe memiliki aktivitas antibakteri yang terbaik terhadap bakteri *E. coli* dengan kombinasi perbandingan 1:1 sedangkan terhadap

bakteri *S. aureus* dengan kombinasi ekstrak yang terbaik pada kombinasi ekstrak 2:1. Metabolit sekunder pada kedua ekstrak bekerja secara sinergis.

REFERENSI

- Aji, N., Kumala, S., Mumpuni, E., & Rahmat, D. (2022). Antibacterial Activity and Active Fraction of *Zingiber officinale* Roscoe, *Zingiber montanum* (J. Koenig) Link ex A., and *Zingiber zerumbet* (L.) Roscoe ex Sm. Against *Propionibacterium acnes*. *Pharmacognosy Journal*, 14(1). DOI: [10.5530/pj.2022.14.15](https://doi.org/10.5530/pj.2022.14.15)
- Ali, S., Baharuddin, M., & Sappewali, S. (2013). Pengujian Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Jahe (*Zingiber Officinale* Roscoe) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Al-kimia*, 1(2), 18-31. DOI: <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v1i2.1629>
- Anwar, I., Malina, R., Trinovitasari, N., & Hikmah, N. (2023). Aktivitas Antibakteri Gram Positif Serta Penetapan Kadar Flavonoid dan Fenolik Total Dari Ekstrak Dan Fraksi Daun Jati (*Tectona grandis* Linn. F). *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi (Journal of Biological Research)*, 10(2), 74-87.
- Asparinda, I., & Juwitaningsih, T. (2020). Toksisitas Fraksi Non Polar Gal Manjakani (*Quercus infectoria*). *Acta Pharm Indo*, 8(2), 69-79 <https://doi.org/10.20884/1.api.2020.8.2.3487>
- Azkiyah, SZ (2020). Pengaruh uji antibakteri ekstrak rimpang jahe terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara in vitro. *Jurnal Farmasi Tinctura*, 1 (2), 71-80. <https://doi.org/10.35316/tinctura.v1i2.1003>
- Baihaqi, B., Hakim, S., & Nuraida, N. (2022). Pengaruh Konsentrasi Pelarut dan W aktu Maserasi terhadap Hasil Ekstraksi Oleoresin Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*). *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 4(2), 48-52. DOI: <https://doi.org/10.35308/jtpp.v4i2.6497>
- Cahyaningtyas, D. M., Puspawati, N., & Binugraheni, R. (2019). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanolik kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L) terhadap *Staphylococcus aureus*.

- Biomedika*, 12(2), 205-216. DOI:[10.31001/biomedika.v12i2.614](https://doi.org/10.31001/biomedika.v12i2.614)
- Debora, P. C., Pratama, A. A., Ambarati, T., Granadha, S., & Nuriah, S. (2021). Efektivitas Senyawa Antiinflamasi dan Antibakteri Pada Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* R). *HSG Journal*, 6(02), 19-29 DOI: <https://doi.org/10.35706/hsg.v6i02.6591>
- Handrianto, P. (2016). Uji antibakteri ekstrak jahe merah *Zingiber officinale* var. *Rubrum* terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Journal of Research and Technology*, 2(1), 1-4. DOI:<https://doi.org/10.55732/jrt.v2i1.259>
- Intan, A. E. K., & Silvia, M. (2021). Pharmacological activities of *Caesalpinia sappan*. *Infokes*, 11(1), 363-370. <https://doi.org/10.30643/info%20kesehatan.v11i1.396>
- Juwitaningsih, T., Jahro, I. S., Sari, S. A., & Rukayadi, Y. (2020). Antibacterial activity of various medicinal plants in North Sumatra against common human pathogens. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 24(1), 99-105.
- Juwitaningsih, T., Sari, S. A., Jahro, I. S., & Windayani, N. (2021). Phytochemical analysis and Antibacterial Activity of Acetone Extract of Secang (*Caesalpinia sappan* L). *Jurnal Jamu Indonesia*, 6(2), 68-74. DOI: [10.29244/jji.v6i2.209](https://doi.org/10.29244/jji.v6i2.209)
- Listiani, F. I., Hafshah, M., & Latifah, R. N. (2023). Antibacterial Activity Test of Secang Wood (*Caesalpinia sappan* L.) Ethanol Extract Against *Streptococcus mutans*. *Al-Kimia*, 11(1).<https://doi.org/10.24252/al-kimia.v11i1.37136>
- Liu, Y., Liu, J., & Zhang, Y. (2019). Research progress on chemical constituents of *Zingiber officinale* Roscoe. *BioMed research international*, 2019(1), 5370823. doi: 10.1155/2019/5370823.
- Nirmal, N. P., Rajput, M. S., Prasad, R. G., & Ahmad, M. (2015). Brazilin from *Caesalpinia sappan* heartwood and its pharmacological activities: A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 8(6), 421-430. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2015.05.014>
- Nomer, N. M. G. R., Duniaji, A. S., & Nocianitri, K. A. (2019). kandungan senyawa flavonoid dan antosianin ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L) serta aktivitas antibakteri terhadap *Vibrio cholerae*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(2), 216-225.
- Prabawa, I. D. G. P., Khairiah, N., & Ihsan, H. (2019). Kajian bioaktivitas dan metabolit sekunder dari ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L) untuk sediaan bahan aktif. *Pros. Semin. Nas*, 1-12.
- Putri, D. D., & Nurmagustina, D. E. (2014). Kandungan total fenol dan aktivitas antibakteri kelopak buah rosela merah dan ungu sebagai kandidat feed additive alami pada broiler. *Jurnal penelitian pertanian terapan*, 14(3). DOI: <https://doi.org/10.25181/jppt.v14i3.157>
- Samputri, R. D., Toemon, A. N., & Widayati, R. (2020). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol biji kamandrah (*Croton tiglium* L) terhadap pertumbuhan *Salmonella typhi* dengan metode difusi cakram (Kirby-Bauer). *Herb- Medicine Journal: Terbitan Berkala Ilmiah Herbal, Kedokteran dan Kesehatan*, 3(3), 19-33.
- Sari, D., & Nasuha, A. (2021). Kandungan Zat Gizi, Fitokimia, dan Aktivitas Farmakologis pada Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). *Tropical Bioscience: Journal of Biological Science*, 1(2), 11-18 DOI: <https://doi.org/10.32678/tropicalbiosci.v1i2.5246>

- Wardani, Y. D. (2012). Aktivitas antibakteri ekstrak etanol kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) terhadap *Staphylococcus aureus* atcc 25923, *Shigella sonnei* atcc 9290, dan *Escherichia coli* atcc 25922 (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Zhang, S., Kou, X., Zhao, H., Mak, K. K., Balijepalli, M. K., & Pichika, M. R. (2022). *Zingiber officinale* var. *rubrum*: Red ginger's medicinal uses. *Molecules*, 27(3)<https://doi.org/10.3390/molecules27030775>