



## Uji Aktivitas Antibakteri Infusa Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan L.*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

Dianita Febrina Leswara<sup>a,1\*</sup>, Devika Nurhasanah<sup>a,2</sup>, Maysi Retno P<sup>a,3</sup>

<sup>a</sup> Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta, Jl. Siliwangi, Ringroad Barat, Sleman, 55293, Indonesia  
<sup>1</sup>febrina.leswara@gmail.com; <sup>2</sup>devika.pharmacist@gmail.com

### ABSTRACT

### ARTICLE INFO

**Background:** *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* are two common types of bacteria that can cause infections in the human body. The treatment to overcome infections caused by *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria is by administering antibiotics. The use of antibiotics that are not appropriate or not according to instructions can cause resistance so that alternative antibacterial agents from herbal plants begin to be developed. One of the plants known to contain antibacterial compounds is the secang plant. The secang wood stem is known to contain flavonoid and tannin antibacterial compounds.

**Objective:** To determine the bacterial activity and Minimum Inhibitory Concentration (MIC) of secang wood infusa (*Caesalpinia sappan L.*) against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*.

**Method:** Extraction of active compounds in secang wood was done by infundation method. The concentration of secang wood infusion that will be tested is 25%, 50%, 75% and 100%. Testing the antibacterial activity of secang wood infusion was carried out against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* using the well diffusion method.

**Results:** Extraction of active compounds in secang wood is carried out using the infundation method. All concentrations of secang wood infusion tested 25%, 50%, 75% and 100%, showed antibacterial activity against *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. The smallest concentration that showed inhibition of antibacterial activity was at a concentration of 25% with diameter of of inhibition zone is 20.52 mm in *Escherichia coli* ATCC 25922 and 20.58 mm in *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bacteria.

**Conclusion:** Secang wood infusion has antibacterial activity with Minimum Inhibitory Concentration (MIC) at 25% concentration with strong inhibition.

#### Article history

Received: 28 September 2024

Revised: 14 Oktober 2024

Accepted: 6 November 2024

#### Keywords

Antibacterial

*Caesalpinia sappan L.*

*Escherichia coli*

*Staphylococcus aureus*



## 1. Pendahuluan

Infeksi adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh bakteri. Tingginya angka morbiditas dan mortalitas di seluruh dunia utamanya juga disebabkan karena infeksi bakteri. Laporan dari *World Health Organization* (WHO) mencatat bahwa pada tahun 2011 sekitar 25 juta kematian terjadi dan sepertiganya disebabkan oleh infeksi bakteri (Dharmayanti & Arjita, 2011). Penanganan infeksi bakteri dapat dilakukan dengan menggunakan antibiotik (Kusmiati et al., 2014). Namun penggunaan antibiotik yang tidak sesuai dapat menyebabkan resistensi antibiotik (Nurmala & Gunawan, 2020). Lonjakan kasus resistensi antibiotik membuka peluang besar untuk menggunakan bahan-bahan alami sebagai solusi alternatif dalam pengobatan infeksi bakteri. Tanaman secang merupakan salah satu sumber alami yang dipilih untuk terapi alternatif (Dharmayanti & Arjita, 2011).

Tanaman secang (*Caesalpinia sappan* L.) telah lama digunakan oleh masyarakat sebagai jamu, minuman tradisional, minuman herbal dan zat pewarna alami (Kusmiati et al., 2014). Batang kayu secang diketahui mengandung asam galat, alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, fenolik, resin, glikosida, resorsin, brasilein, brazilin, minyak atsiri, *d-alfa-phellandrene*, triterpenoid dan *oscimene*. Flavonoid, tanin dan saponin yang terkandung dalam kayu secang dapat berfungsi sebagai antibakteri (Yasa et al., 2018), Kandungan ini telah terbukti berhasil menghambat aktivitas bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Juwitaningsih et al., 2021).

Menurut penelitian Khairiah & Ihsan (2019), mengungkapkan bahwa pada konsentrasi 2%, ekstrak kayu secang memiliki aktivitas dalam menghambat bakteri *Propionibacterium acnes* dengan diameter zona hambat sebesar 12,2 mm. Penelitian Cahyaningtyas et al., (2019), membuktikan ekstrak etanol dari kayu secang efektif melawan bakteri *Streptococcus pneumonia* pada konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100%. Selain itu, Lisniawati et al., (2021) melaporkan bahwa ekstrak etanol kayu memiliki kemampuan dalam menghambat bakteri *Shigella dysenteriae* pada konsentrasi 40 mg/mL dan menghasilkan diameter zona hambat maksimum (14,7 mm).

Penelitian aktivitas antibakteri kayu secang yang telah dilakukan pada umumnya menggunakan sampel ekstrak kental kayu secang yang di ekstraksi dengan metode ekstraksi maserasi, untuk itu perlu dilakukannya variasi metode dalam mengekstraksi kandungan zat aktif pada kayu secang yaitu dengan metode infundasi. Metode infundasi merupakan metode yang relatif mudah dilakukan, menggunakan alat yang sederhana serta dapat melarutkan senyawa yang larut dalam air yang terkandung pada kayu secang. Dibandingkan dengan metode ekstraksi lainnya seperti sokletasi atau penggunaan pelarut organik, infundasi menghindari risiko residu pelarut berbahaya dan degradasi senyawa aktif akibat pemanasan berlebihan, menjadikannya pilihan yang lebih aman dan ramah lingkungan. Selain itu, metode ini mudah diterapkan dalam skala kecil atau produksi rumahan, menjadikannya ideal untuk pengembangan produk berbasis herbal yang aman untuk konsumsi manusia. Dengan demikian penelitian ini dilakukan untuk menilai potensi kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) yang diekstraksi dengan cara infundasi dalam aktivitas hambatnya terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

## 2. Metode

### 2.1. Alat Penelitian

Autoklaf (GEA LS-B50L), ayakan mesh 40, batang L, BSC (*Biological Safety Cabinet*) (Daihan Labtech), beaker glass 100 mL & 500 mL (Iwaki), blue tip, cawan petri (10x15 Anumbra), corong kaca (HERMA 90 mm) gelas ukur (Iwaki), hotplate (IKA HS-7), inkubator (Mammert IN30), jangka sorong satuan mm, jarum ose, kompor listrik (Maspion), labu erlenmeyer 500 mL (Iwaki), lemari pendingin, *magnetic stirrer*, mikropipet 20-200 mL (Eppendorf), mikropipet 100-1000 mL

(Eppendorf), oven (Mammert UN160), panci infusa, pembakar bunsen, pipet tetes, pisau, rak tabung, spatula kayu, Spektrofotometer (*Genesys 10S UV-VIS*), tabung reaksi (Iwaki), timbangan analitik (Ohaus) serta *yellow tip*.

## 2.2. Bahan Penelitian

Akuades, aluminium foil, asam klorida 2N, larutan BaCl<sub>2</sub> 1%, bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, etanol 70%, FeCl<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, kertas payung, kapas, kloramfenikol, larutan NaCl 0,9% fisiologis, magnesium, media Mueller Hinton Agar (OXOID), media Nutrient Agar (Darmstadt), plastik *wrapping*, serta reagen Dragendroff, Mayer, Wagner dan serbuk kayu secang.

## 2.3. Pembuatan Simplisia

Kayu secang yang sudah dikumpulkan secara *random* sebanyak 1 Kg dibersihkan dengan air mengalir dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Kayu secang selanjutnya diserut dengan menggunakan pisau untuk mempermudah proses pengeringan. Guna mengurangi kadar air, simplisia dikeringkan dengan menggunakan oven pada temperatur 50°C selama 1 x 24 jam (Utami et al., 2022). Simplisia kering dapat dilihat dari persentase kadar air <10% [10]. Simplisia dihaluskan dengan *blender* hingga menjadi serbuk kasar kayu secang, lalu diuji kadar airnya dan diayak menggunakan ayakan 40 mesh. Prosedur ini dilakukan guna mengurangi ukuran partikel serbuk dan meningkatkan luas permukaannya (Hanawara et al., 2020).

## 2.4. Uji Kadar Air Simplisia

Dilakukan pengujian kadar air simplisia kayu secang dengan *moisture balance*. Terlebih dahulu, alat yang akan digunakan diukur suhu dan keakuratannya sesuai dengan jumlah simplisia yang diujikan. Sebanyak 2 gram serbuk kayu secang dimasukkan ke dalam alat yang telah diatur pada suhu 100°C. Dilihat hasil uji dalam bentuk persen pada layar alat *moisture balance*, ditandai dengan indikator lampu hijau yang menyala [12]. Syarat *kadar air* simplisia adalah <10% [10].

## 2.5. Pembuatan Infusa

Dibuat larutan infusa konsentrasi 100% dengan menimbang sejumlah 100 g serbuk kayu secang kemudian direbus dengan 100 mL akuades dengan panci infusa diatas penangas air hingga mencapai suhu 90°C. Setelah mencapai suhu yang ditentukan, *timer* diaktifkan selama 15 menit dengan sesekali dilakukan pengadukan. Setelah proses perebusan selesai, larutan didinginkan lalu disaring dengan menggunakan kertas saring ke dalam gelas ukur dan didapatkan konsentrasi infusa 100%. Dilakukan pengenceran untuk mendapatkan konsentrasi infusa kayu secang 25%, 50% dan 75% dengan persamaan  $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ .

## 2.6. Uji Organoleptik

Uji organoleptik infusa kayu secang dilakukan dengan metode observasi langsung untuk mengevaluasi aspek, warna, aroma, dan tekstur infusa tersebut (Naherastuti et al., 2022).

## 2.7. Uji Skrining Fitokimia

Identifikasi alkaloid dilakukan dengan cara 1 mL infusa kayu secang dimasukkan ke dalam tiga tabung reaksi berbeda. Pada tabung pertama, pereaksi Mayer ditambahkan sebanyak 2 tetes; jika

terbentuk endapan putih, hal tersebut menandakan adanya alkaloid. Pada tabung kedua, penambahan pereaksi Dragendroff 2 tetes akan menunjukkan keberadaan alkaloid jika muncul endapan merah jingga. Tabung ketiga dengan penambahan 2 tetes pereaksi Wagner, jika timbul endapan berwarna merah coklat kehitaman mengindikasikan adanya kandungan alkaloid (A'ayun et al., 2015). Hasil dinyatakan positif alkaloid apabila terdapat dua atau tiga endapan yang dimaksud (Novriyanti et al., 2022).

Identifikasi Flavonoid dilakukan dengan menambahkan 1 mL infusa kayu secang dengan 10 mL akuades sembari dipanaskan diatas *waterbath* seiring dengan ditamhkannya HCl 1 mL dan 100 mg serbuk magnesium. Munculnya warna kuning atau jingga pada larutan mengindikasikan positif flavonoid (Noer et al., 2018).

Identifikasi saponin Sejumlah 1 mL infusa kayu secang dimasukkan pada tabung reaksi diikuti dengan penambahan 2 mL akuades dan di didihkan diatas penangas air, kemudian di kocok dan diamati terjadinya pembentukan busa. Ditambahkan 1 tetes larutan HCl 2N dan diamati, busa stabil yang terbentuk tidak kurang dari 1-10cm menunjukkan positif adanya saponin (Yuniarti & Khairina, 2022).

Identifikasi tannin Dengan banyak 1 mL infusa kayu secang ditambahkan dengan 3 tetes larutan  $FeCl_3$  pada tabung reaksi. Warna hijau atau biru tua yang timbul pada larutan mengindikasikan bahwa sampel mengandung tanin (Aprilyanie et al., 2023).

Identifikasi Triterpenoid/steroid empatkan 1 mL infusa kayu secang pada drop plate, dilanjutkan dengan penambahan asam asetat anhidrat 3 tetes dan  $H_2SO_4$  pekat 1 tetes. Terbentuknya endapan merah jingga mengindikasikan bahwa sampel mengandung triterpenoid, sedangkan terbentuknya endapan hijau, menandakan bahwa sampel mengandung steroid (Sangi et al., 2008).

## 2.8. Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan cara bakteri uji diinokulasikan pada media padat *Mueller Hinton Agar* sebanyak 0,1 mL dengan menggunakan mikropipet 20-200  $\mu$ L. Suspensi kemudian diratakan dengan batang L secara menyeluruh pada permukaan media dan dibiarkan hingga mengering selama  $\pm 5$  menit (Ayen et al., 2017). Lakukan pembuatan lubang sumuran pada media dengan *cork bore* berukuran 6 mm. Dibuat sebanyak 4 lubang sumuran pada tiap media uji, kemudian masukkan masing-masing 50  $\mu$ L konsentrasi uji (25%, 50%, 75% dan 100%) pada lubang sumuran. Larutan kloramfenikol 1% sebagai kontrol positif dan akuades sebagai kontrol negatif masing-masing ditambahkan ke cawan petri kontrol sebanyak 50  $\mu$ L dengan menggunakan mikropipet. Setiap perlakuan dilakukan dalam tiga ulangan. Setelah itu, cawan uji serta cawan kontrol diinkubasi pada suhu  $37^\circ C$  selama 24 jam. Dilakukan pengamatan pada hasil inkubasi untuk mendeteksi zona hambat di sekitar sumuran. Diameter zona hambat diukur dalam arah vertikal, diagonal, dan horizontal menggunakan jangka sorong (Daud et al., 2023).

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan sampel dilakukan mengumpulkan sampel kayu secang dengan karakteristik usia 2 tahun, berlokasi di Shafaluna Atsiri, Kebosungu I, Dlingo, Kecamatan Dlingo, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan tahun sebanyak 1 Kg. Kayu secang dapat dipanen mulai dari usia 1-2 tahun [22]. Menurut Sembiring (2007), usia panen yang terlalu muda dapat mempengaruhi kandungan metabolit sekunder tanaman. Simplisia segar dibersihkan, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari lalu diserut tipis guna memudahkan proses pengeringan pada oven. Dilakukan pengeringan simplisia dengan menggunakan oven untuk mengurangi kadar air yang

terkandung pada kayu secang. Simplisia kering selanjutnya dihaluskan dengan cara diblender, lalu serbuk diayak dengan ayakan mesh 40 guna memperkecil ukuran partikel sehingga memperbesar area kontak antara serbuk dan pelarut, dengan demikian diharapkan dapat mengoptimalkan proses ekstraksi [11]. Hasil penimbangan simplisia dan serbuk kering menunjukkan bobot yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 1.

Nilai uji kadar air pada serbuk kayu secang didapatkan 5,75% disajikan pada Tabel 2, hasil tersebut memenuhi standar Farmakope Herbal Indonesia yaitu <10% [10]. Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan kadar air pada simplisia, hal tersebut karena kadar air yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas simplisia sehingga menyebabkan simplisia mudah terkontaminasi mikroba dan membuat fisik simplisia mudah rusak dan membusuk [23].

Senyawa metabolit sekunder pada kayu secang diekstraksi dengan menggunakan metode infundasi menggunakan pelarut akuades. Akuades dipilih karena kemampuannya yang baik dalam melarutkan senyawa polar yang terdapat pada simplisia [24]. Metode ekstraksi infundasi dipilih karena relatif mudah dilakukan serta menggunakan alat yang sederhana [25]. Prinsip penyarian infundasi adalah dengan perebusan simplisia pada suhu 90°C selama 15 menit [26]. Proses ekstraksi dilakukan secara bergantian sebanyak 3 kali pengulangan. Pada setiap pengulangan, volume infusa yang dihasilkan berbeda pada tiap replikasinya, hal tersebut mungkin disebabkan karena adanya volume yang hilang saat proses penyaringan infusa.

Uji organoleptik infusa secang dilakukan dengan pengamatan berupa warna, tekstur, dan bau. Infusa kayu secang berbentuk cair dan terlihat berwarna merah pekat. Hal tersebut disebabkan oleh pigmen warna brazilin yang terkandung didalam kayu secang. Bau khas aromatik yang dihasilkan infusa kayu secang berasal dari minyak atsiri [27]. Hasil pengujian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi infusa kayu secang menyebabkan aroma menjadi lebih kuat serta warna menjadi semakin pekat. Hal tersebut dikarenakan seiring dengan semakin tingginya konsentrasi, senyawa metabolit sekunder yang terkandung juga akan semakin besar (Savitri & Harris, 2018; Maryani, 2013).

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan uji skrining fitokimia yang diawali dengan uji alkaloid. Uji alkaloid dilakukan dengan menggunakan pereaksi meyer, wagner dan dragendroff. Pada pereaksi mayer alkaloid akan bekerja dengan partikel tetraiodomercurat (II) menghasilkan kompleks senyawa yang akan mengendap. Hal ini disebabkan karena partikel merkuri adalah logam berat yang memiliki kemampuan untuk mengendapkan senyawa basa alkaloid [29]. Pada pereaksi wagner, endapan kompleks kalium-alkaloid dihasilkan dari logam K<sup>+</sup> yang membentuk ikatan kovalen koordinasi dengan nitrogen [30]. Pada pereaksi Dragendroff alkaloid akan membentuk ikatan kovalen koordinasi dengan ion logam K<sup>+</sup> sehingga membentuk kompleks kalium-alkaloid yang mengendap berwarna jingga [31]. Pengujian ini memberikan hasil negatif karena pada pengujian dengan penambahan pereaksi meyer, wagner dan dragendorff yang tidak menunjukkan adanya endapan. Terdapat perbedaan pada pengujian dengan penelitian yang dilakukan oleh Kusmiati et al., (2014) dan Setiawan et al., (2018) yang menyebutkan jika kayu secang mengandung senyawa alkaloid. Hal tersebut mungkin dapat disebabkan karena perbedaan usia tanaman yang digunakan. Usia panen kayu secang yang ditetapkan pada penelitian yaitu kayu secang yang berusia 2 tahun, dimana menurut Sembiring (2007) usia panen tanaman yang terlalu muda menyebabkan kandungan zat aktif yang terkandung relatif lebih sedikit sehingga sulit untuk diidentifikasi.

Identifikasi flavonoid dilakukan dengan menggunakan pereaksi HCl pekat dan serbuk magnesium. Pereaksi HCl yang ditambahkan menyebabkan magnesium tereduksi dalam lingkungan



asam, yang mengakibatkan larutan berubah menjadi kuning [33]. Penguraian oleh basa menjadi molekul astofenon yang berwarna kuning dari turunan senyawa flavon/flavonol karena pemutusan ikatan struktur isopren menyebabkan perubahan senyawa kuning tersebut [34]. Hasil uji menunjukkan adanya perubahan warna dari merah ke kuning pada setiap konsentrasi infusa kayu secang yang menandakan hasil positif mengandung flavonoid. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurullita & Irawati (2022) dan Sazali et al., (2024) yang menyebutkan bahwa kayu secang positif mengandung flavonoid. Kandungan flavonoid pada infusa kayu secang menunjukkan, dengan adanya peningkatan konsentrasi infusa kayu secang maka kandungan flavonoid yang tersari dalam infusa juga meningkat, hal tersebut juga dapat terlihat dari intensitas warna yang dihasilkan pada uji flavonoid semakin pekat.

Penentuan senyawa saponin dilakukan dengan penambahan HCl 2N. Prinsip kerja uji saponin adalah munculnya busa stabil setelah pemanasan, penggojokan dan penambahan pereaksi HCl 2N. Dalam uji saponin, pembentukan busa terjadi akibat glikosida dalam larutan yang dihidrolisis menjadi glukosa yang menghasilkan busa [37]. Hasil uji menunjukkan pembentukan busa stabil yang mengindikasikan infusa kayu secang terbukti positif mengandung saponin. Hasil ini didukung oleh Listiani et al., (2023) dan Yuniar et al., (2020) yang pada penelitiannya menyatakan bahwa kayu secang positif mengandung saponin.

Uji kandungan tanin pada infusa kayu secang dilakukan dengan penambahan pereaksi  $\text{FeCl}_3$  1%. Pengujian memberikan hasil positif karena menunjukkan perubahan warna infusa menjadi biru setelah penambahan  $\text{FeCl}_3$  1% (Aprilyanie et al., 2023). Warna hijau/biru yang terbentuk dikarekan pembentukan kompleks antara tanin dengan ion  $\text{Fe}^{3+}$ . Warna biru tua yang dihasilkan mengindikasikan infusa kayu secang mengandung jenis senyawa tanin terhidrolisis [40]. Pada pengujian didapatkan bahwa infusa kayu secang mengandung senyawa tanin, penelitian yang dilakukan oleh Hidayat et al., (2018) dan Uyo et al., (2018) mendukung hasil tersebut dengan menyatakan bahwa kayu secang mengandung senyawa aktif tanin.

Senyawa triterpenoid/steroid diidentifikasi dengan menambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan asam asetat anhidrat Prinsip pada pengujian triterpenoid/steroid adalah senyawa yang memiliki kemampuan membentuk warna dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dalam pelarut asam asetat anhidrat [19]. Pada reaksi terjadi pelepasan  $\text{H}_2\text{O}$  dan penggabungan dengan karbokation [43]. Hasil uji pada infusa kayu secang menunjukkan bahwa sampel positif mengandung triterpenoid karena munculnya endapan merah jingga sedangkan menunjukkan bahwa tidak adanya kandungan steroid karena tidak terbentuk endapan hijau. Hasil tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh [44] dan Ulfa et al., (2022) yang menyatakan kayu secang memiliki kandungan triterpenoid. Dengan adanya peningkatan konsentrasi infusa kayu secang maka kandungan triterpenoid yang tersari dalam infusa juga meningkat. Hal tersebut dapat terlihat dari intensitas warna yang dihasilkan pada uji triterpenoid semakin pekat. Pada hasil pengujian triterpenoid menunjukkan hasil positif sedangkan pada uji steroid menunjukkan hasil karena tidak adanya endapan hijau [19]. Didukung oleh penelitian yang dilakukan Widowati (2011) dan Mutiara et al., (2024) yang membuktikan bahwa tidak adanya kandungan senyawa steroid pada kayu secang. Menurut Sulistyarini et al., (2016) steroid merupakan senyawa non polar yang tidak dapat tersari dalam fraksi air yang merupakan senyawa polar, sehingga senyawa steroid tidak teridentifikasi. Selain itu pengaruh perbedaan metode ekstraksi juga mungkin menjadi penyebab tidak teridentifikasinya senyawa tersebut.

Menurut Ambari *et al.*, (2020) kayu secang mengandung flavonoid, saponin, tanin dan triterpenoid. Pengujian yang dilakukan Pradana & Wulandari (2019) juga mengatakan bahwa kayu secang positif mengandung tanin, fenolik, flavonoid, dan triterpenoid. Pada penelitian lain didapatkan uji skrining fitokimia kayu secang mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan terpenoid [21]. Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa kayu secang positif mengandung flavonoid, saponin, tanin dan triterpenoid, namun memberikan hasil negatif pada pengujian alkaloid

dan steroid, hasil uji dapat dilihat pada Tabel 4. Temuan skrining fitokimia dalam penelitian ini tidak sesuai dengan hasil pada literatur. Pengaruh dari usia panen tanaman mungkin menjadi salah satu faktor penyebab perbedaan kandungan metabolit sekunder [48]. Hal lain yang dapat menyebabkan perbedaan tersebut yaitu faktor tempat tumbuh tanaman seperti cahaya, suhu, kelembapan, pH, tingkat hara tanah serta ketinggian tempat dimana tanaman tumbuh [49]. Perbedaan konsentrasi pada infusa kayu secang yang diujikan juga mempengaruhi kandungan metabolit, dimana seiring dengan bertambah tingginya konsentrasi, senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada sampel juga akan semakin banyak (Savitri & Harris, 2018; Maryani, 2013).

Setelah melakukan uji skrining fitokimia, dilanjutkan dengan pengujian aktivitas antibakteri dengan metode difusi sumuran untuk mengevaluasi efek antibakteri infusa kayu secang pada *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Teknik ini dipilih karena keakuratannya dalam mengukur yang memungkinkan zona hambat terbentuk baik di bawah permukaan maupun di permukaan media (Retnaningsih *et al.*, 2019).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa infusa kayu secang dengan konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dengan kemampuan daya hambat kuat hingga sangat kuat. Didapatkan hasil hambatan paling baik terhadap kedua bakteri adalah pada konsentrasi 100% dengan daya hambat sangat kuat, hasil dapat dilihat pada Gambar 1. Peningkatan konsentrasi infusa kayu secang menunjukkan hasil zona hambat yang semakin besar sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Isnindar *et al.*, (2023), dimana semakin tinggi konsentrasi sampel uji maka semakin besar zona hambat yang terbentuk. Dari nilai rata-rata didapatkan bahwa infusa kayu secang lebih baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dibandingkan dengan *Escherichia coli* ATCC 25922, hal tersebut dikarenakan *Staphylococcus aureus* memiliki dinding sel yang lebih tipis dan sederhana dibandingkan dengan *Escherichia coli* sehingga memungkinkan agen antibakteri lebih mudah menembus sel [50].

Hasil uji analisis statistika nilai rata-rata zona hambat terhadap bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 menunjukkan adanya perbedaan signifikan ( $\text{Sig} < 0,05$ ). Pada uji lanjutan *Post* didapatkan hasil bahwa pada konsentrasi 25%, 50% dan 75% tidak terdapat perbedaan yang berarti, namun berbeda signifikan dengan konsentrasi 100%, dan kontrol positif (Tabel 5). Pada uji statistika nilai rata-rata zona hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar kelompok uji ( $\text{Sig} < 0,05$ ). Uji lanjutan *Post hoc* menunjukkan hasil adanya perbedaan signifikan pada konsentrasi 25% dan 50% terhadap konsentrasi 75%, 100%, serta perbedaan signifikan terlihat pada kontrol positif terhadap setiap konsentrasi (Tabel 6).

Pada hasil analisis perbandingan diameter rata-rata zona hambat pada kedua bakteri uji, terdapat perbedaan signifikan dengan nilai signifikansi  $< 0,05$ . Pada uji lanjutan (uji *Post hoc*), perbandingan kelompok perlakuan infusa terhadap bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar konsentrasi uji 25%, 50%, 75% kedua bakteri terhadap konsentrasi 100%, namun jika dilihat hasil perbandingan nilai rata-rata zona hambat pada bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 tidak menunjukkan adanya perbedaan berarti dengan demikian dapat dikatakan bahwa aktivitas infusa kayu secang memiliki aktivitas yang sama terhadap bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Pada penelitiannya Yasa *et al.*, (2018) menyatakan bahwa, senyawa flavonoid, saponin, dan tanin yang ditemukan dalam kayu secang memiliki sifat antibakteri. Dalam mekanisme antibakterinya, flavonoid merusak membran sel bakteri dengan membentuk kompleks dengan protein ekstraseluler dan protein terlarut. Akibatnya, sel bakteri menjadi rusak. Selain itu, flavonoid menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengganggu fungsi DNA gyrase dan ATPase bakteri. Di sisi lain,

tanin berperan sebagai agen antibakteri dengan menghalangi aktivitas enzim reverse transcriptase dan DNA topoisomerase yang menghambat proliferasi bakteri. Efek tanin sebagai antibakteri juga disebabkan oleh kemampuannya dalam mengaktifkan adhesin dan enzim mikroba, serta menghambat transportasi protein dalam sel. Tanin merusak polipeptida di dinding sel bakteri, yang menyebabkan dinding sel tidak terbentuk sempurna dan akhirnya menyebabkan kematian bakteri. Tanin juga dapat mengikat ion besi, yang penting bagi mikroorganisme untuk menjalankan berbagai proses di lingkungan aerobik, termasuk mereduksi prekursor ribonukleotida DNA. Tanin mengikat besi dengan kuat, menghentikan sel bakteri untuk menyerapnya. Saponin mengikat hidrogen ke membran sel dan merusak sifat permeabilitas dinding sel yang menyebabkan kematian sel. Selain agen antibakteri, daya hambat antibakteri juga dipengaruhi karena perbedaan struktur dan lapisan sel pada masing-masing bakteri. Pada dinding sel bakteri Gram negatif *Escherichia coli* terdiri dari lipopasakarida yang lebih banyak jika dibandingkan dengan bakteri Gram positif. Di luar lapisan peptidoglikan terdapat lapisan yang disebut polisakarida, polisakarida tersusun atas fosfolipid, lipoprotein, dan polimer. Menurut Muharni *et al.*, (2017), dinding sel *Staphylococcus aureus* memiliki bentuk struktur lebih sederhana, sehingga antibakteri dapat lebih mudah menembus sel. Sebaliknya, dinding sel *Escherichia coli* terdiri dari tiga lapisan yang lebih kompleks, terdiri dari lipoprotein di lapisan luar dan lipopolisakarida di lapisan tengah. Struktur ini melindungi bakteri Gram negatif dari beberapa bahan antibakteri. Hal tersebut juga ditunjukkan pada hasil penelitian ini, aktivitas antibakteri infusa kayu secang pada Gram positif menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan pada Gram negatif. Hal tersebut dimungkinkan karena perbedaan struktur dinding sel bakteri, yang berpengaruh terhadap besarnya hasil diameter zona hambat yang terbentuk.

Dengan demikian, infusa kayu secang memiliki potensi yang sangat baik untuk dilakukan pengembangan penelitian lebih lanjut mengenai jenis metode lainnya yang dapat digunakan untuk menarik senyawa aktif dari kayu secang untuk selanjutnya dilakukan pengembangan formulasi sediaan antibakteri.

### 3.1 Gambar dan table

**Tabel 1. Hasil Penimbangan Simplisia**

Kayu secang segar	Kayu secang kering	Kayu secang serbuk
1 Kg	908 gram	887 gram

**Tabel 2. Hasil Uji Kadar Air Simplisia**

Kadar air simplisia kayu secang	Referensi [10]
5,75%	<10%

**Tabel 3. Uji Organoleptik Infusa Kayu Secang**

Konsentrasi	Bau	Warna	Tekstur
	Aromatik khas secang	Merah pekat	
25%	+	+	Cair
50%	++	++	
75%	+++	+++	
100%	++++	++++	

Keterangan:

- + : Sedikit
- ++ : Sedang
- +++ : Kuat
- ++++ : Sangat kuat



**Tabel 4. Hasil Uji Skrining Fitokimia Kayu Secang**

Senyawa	Konsentrasi			
	25%	50%	75%	100%
Alkaloid				
- Mayer	-	-	-	-
- Wagner	-	-	-	-
- Dragendorff	-	-	-	-
Flavonoid	+	+	+	+
Saponin	+	+	+	+
Tanin	+	+	+	+
Triterpenoid	+	+	+	+
Steroid	-	-	-	-

Keterangan:

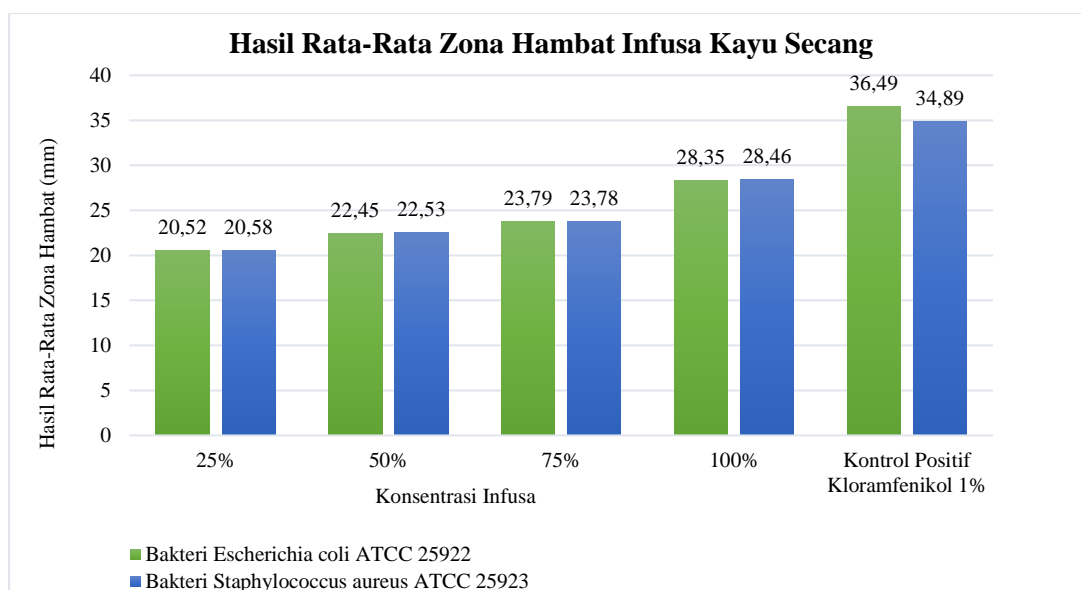
(+)  
Positif = Positif mengandung senyawa uji(-)  
Negatif = Tidak mengandung senyawa uji**Tabel 5. Hasil Analisis Statistika *Escherichia coli* ATCC 25922**

Konsentrasi infusa kayu secang	Uji Normalitas (Shapiro-Wilk)	Uji Homogenitas (Levene's)	Uji One Way ANOVA
25%	0,657 <sup>a</sup>	0,187 <sup>b</sup>	0,001 <sup>c</sup>
50%	0,289 <sup>a</sup>		
75%	0,223 <sup>a</sup>		
100%	0,358 <sup>a</sup>		
Kloramfenikol 1%	0,199 <sup>a</sup>		

**Tabel 6. Hasil Analisis Statistika *Staphylococcus aureus* ATCC 25923**

Konsentrasi infusa kayu secang	Uji normalitas (Shapiro-Wilk)	Uji Homogenitas (Levene's)	Uji One Way ANOVA
25%	0,858 <sup>a</sup>	0,021 <sup>b</sup>	0,001 <sup>c</sup>
50%	0,079 <sup>a</sup>		
75%	0,391 <sup>a</sup>		
100%	0,627 <sup>a</sup>		
Kloramfenikol 1%	0,667 <sup>a</sup>		

Ket: a = Data normal  
b = Data homogen  
c = Data berbeda signifikan



**Gambar 1.** Diameter Rata-Rata Zona Hambat Bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

#### 4. Ucapan Terimakasih

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Prodi Farmasi, Fakultas Kesehatan, Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta yang telah memberikan sarana dan prasarana sehingga memungkinkan tim peneliti untuk menambah wawasan dan pengetahuan melalui penelitian ini.

#### 5. Kesimpulan

Infusa dari kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dengan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) pada konsentrasi 25%.

#### Referensi

- [1] N. M. D. Dharmayanti and I. P. D. Arjita, "Uji Daya Hambat Ekstrak Batang Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan* L.) Terhadap Bakteri *Escherichia Coli*," no. 20, pp. 685–693, 2011.
- [2] K. Kusmiati, Dameria, and D. Priadi, "Analisa Senyawa Aktif Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) yang Berpotensi Sebagai Antimikroba [Analysis on Compound Extract Secang Wood (*Caesalpinia sappan* L.) as Potential Antimicrobial]," in *Seminar Nasional Teknologi Industri Hijau*, Jakarta, 2014.
- [3] S. Nurmala and dewi oktavia Gunawan, "Pengetahuan Penggunaan Obat Antibiotik Pada Masyarakat Yang Tinggal Di Kelurahan Babakan Madang," *Fitofarmaka Jurnal Ilmiah Farmasi*, vol. 10, no. 1, pp. 22–31, 2020.
- [4] I. D. G. P. Yasa, F. Azzahra, Sunardi, and S. D. Wiharti, "Formulasi Sediaan Gel Ekstrak Etanol Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) dengan Variasi Konsentrasi Karbopol," 2018.
- [5] T. Juwitaningsih, S. A. Sari, I. S. Jahro, and N. Windayani, "Analisis Fitokimia dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Aseton Secang (*Caesalpinia sappan* L.)," *Jurnal Jamu Indonesia*, vol. 6, no. April, pp. 68–74, 2021.

- [6] I. D. G. P. Prabawa, N. Khairiah, and H. Ihsan, "Kajian Bioaktivitas dan Metabolit Sekunder dari Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) untuk Sediaan Bahan Aktif," in *Prosiding Seminar Nasional Ke-2 Tahun 2019 Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda*, 2019, pp. 1–12.
- [7] D. M. Cahyaningtyas, Puspawati, N. Puspawati, and R. Binugraheni, "Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanolik Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) terhadap *Staphylococcus aureus*," *Jurnal Biomedika*, vol. 12, no. 02, pp. 205–216, 2019.
- [8] Lisniawati, W. Sidha Bhagawan, A. Suproborini, and R. Wirawati, "Antibacterial Activity Test Of The Plant *Caesalpinia Sappan* L Based Ethnobotanical Studies In Forest Slopes Of Mount Wilis On Bacteria *Shigella dysenteriae*," *Journal of Pharmaceutical Science and Medical Research*, vol. 4, no. 2, pp. 65–70, 2021.
- [9] K. N. Utami, M. Amperawati, and M. I. Rizki, "Uji In Vivo Terhadap Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L/Biancaea sappan) sebagai Disclosing Agent," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 9, no. 2, 2022.
- [10] Kementerian Kesehatan RI, *Farmakope Herbal Indonesia*, II. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2017.
- [11] N. Hanawara, E. Herawati, and N. S. S. Ambarwati, "Formulasi dan Evaluasi Ekstrak Kulit Batang Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Sebagai Warna Pada Sediaan Blush On Gel Pati Kentang (*Amylum solanni* L.)," *Jurnal Tata Rias*, no. May, 2020, doi: 10.21009/10.1.4.2009.
- [12] M. A. Dhina, S. R. Mubaroq, and M. Astia, "Formulasi Permen Jelly Ekstrak Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urb.) dengan Variasi Basis Karagenan dan Konjak Untuk Peningkat Daya Ingat Anak," *FamilyEdu*, vol. V, no. 1, pp. 30–37, 2019.
- [13] Naherastuti, N. Faridah, K. A. Armayanti, and T. Astuti, "Kualitas Organoleptik Dangke dengan Penambahan Level Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) yang Berbeda Organoleptic Quality of Dangke with the Addition of Different Levels of Secang Wood (*Caesalpinia sappan* L.)," *Journal of Animal Husbandry*, vol. 1, no. 2, pp. 70–75, 2022.
- [14] N. Q. A'ayun, T. A. P. Perdana, P. A. Pramono, and A. N. Laily, "Identifikasi Fitoplankton di Perairan yang Tercemar Lumpur Lapindo, Porong Sidoarjo," *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, vol. 8, no. 1, p. 48, 2015, doi: 10.20961/bioedukasi-uns.v8i1.3414.
- [15] R. Novriyanti, N. E. K. Putri, and L. Rijai, "Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Menggunakan Metode DPPH," in *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, Samarinda, 2022.
- [16] S. Noer, R. D. Pratiwi, and E. Gresinta, "Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin dan Flavonoid) sebagai Kuersetin Pada Ekstrak Daun Inggau (*Ruta angustifolia* L.)," *Jurnal Eksakta*, vol. 18, no. 1, pp. 19–29, 2018, doi: 10.20885/eksakta.vol18.iss1.art3.
- [17] R. Yuniarti and Khairina, "Skrining Fitokimia Dan Karakteristik Mutu Fisik Sediaan Obat Kumur Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.)," in *Prosiding Seminar Penelitian*, 2022, pp. 252–255.
- [18] I. Aprilyanie, V. Handayani, and R. A. Syarif, "Uji Toksisitas Ekstrak Kulit Buah Tanaman Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC.) Dengan Menggunakan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT)," *Makassar Natural Product Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2023.
- [19] M. Sangi, M. R. J. Runtuwene, H. E. I. Simbala, and V. M. A. Makang, "Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat Di Kabupaten Minahasa Utara," *Chemistry Progress*, vol. 1, no. 1, pp. 47–53, 2008.
- [20] R. Y. Ayen, Rahmawati, and Mukarlina, "Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Sembung Rambat (*Mikania micrantha* H.B.K) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Bacillus*

- cereus IHB B 379 dan *Shigella flexneri*,” *Jurnal Protobiont*, vol. 10, no. 2, pp. 123–129, 2017.
- [21] N. S. Daud, D. P. Arni, S. A. Idris, and Muh. S. Saehu, “Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Batang Meistera chinensis Terhadap *Escherichia coli* ATCC 35218,” *Warta Farmasi*, vol. 12, no. 1, pp. 8–18, 2023, doi: 10.46356/wfarmasi.v12i1.236.
- [22] R. Sari and Suhartati, “Secang (*Caesalpinia sappan* L.): Tumbuhan Herbal Kaya Antioksidan,” *Info Teknis Eboni*, vol. 13, no. 1, pp. 57–67, 2016.
- [23] S. Handayani, K. R. Wirasutisna, and M. Insanu, “Penaisan Fitokimia dan Karakterisasi Simplisia Daun Jambu Mawar (*Syzygium jambos* Alston),” *JF FUK UINAM*, vol. 5, no. 3, 2017.
- [24] H. Yuliani and M. I. Rasyid, “Efek Perbedaan Pelarut Terhadap Uji Toksisitas Ekstrak Pineung Nyen Teusale,” *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 6, no. 2, pp. 347–352, 2019.
- [25] A. O. Princella and S. Ardiansyah, “Test the Effectiveness of Infusion Formulation of Tamarind Fruit (*Tamarindus indica*) with Temu Kunci (*Boesenbergia Rotunda*) Rhizome against Head Lice Mortality (*Pediculus Humanus Capitis*),” *Indonesian Journal of Innovation Studies*, vol. 12, pp. 1–12, 2020, doi: 10.21070/ijins.v12i.520.
- [26] R. Visca, H. Agusta, Anisah, and B. Kusumo, “Produksi Minuman Herbal Anti Oksidan dari Ekstrak Rimpang Jahe Merah dan Kunyit di Pondok Pesantren Riyadhul Huda,” *Dedikasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 108–114, 2022, doi: 10.31479/dedikasi.v2i2.163.
- [27] Latirah, “Color Test Exstract Of Secang (*Caesalpinia sappan* L.), Gambier (*Uncaria gambir* Robx.) and Pisang Seeds (*Arecha catechu* L.),” *SANTAS: Jurnal Teknologi dan Seni Kesehatan*, vol. 12, no. 1, pp. 53–61, 2021.
- [28] E. Savitri and A. Harris, “Uji Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*,” *JIVMET*, vol. 2, no. 3, pp. 373–379, 2018.
- [29] I. Sulistyarini, D. A. Sari, and T. A. Wicaksono, “Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Batang Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*),” *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, pp. 56–62, 2016.
- [30] T. R. Oktapiya, N. P. Pratama, and N. Purnamaningsih, “Analisis fitokimia dan kromatografi lapis tipis ekstrak etanol daun rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.),” *Sasambo Journal of Pharmacy*, vol. 3, no. 2, pp. 105–110, 2022, doi: 10.29303/sjp.v3i2.181.
- [31] Erlidawati and Zahrina, “Telaah Senyawa Metabolit Sekunder dari Air Gebang dan Pelepah Gebang (*Corypha utan*),” *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia (JIMPK)*, vol. 8, no. 1, pp. 22–28, 2023.
- [32] F. Setiawan, O. Yunita, and A. Kurniawan, “Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Menggunakan Metode DPPH, ABTS dan FRAP,” *Media Pharmaceutica Indonesiana*, vol. 2, no. 2, pp. 82–89, 2018.
- [33] I. Fajriaty, H. I H, Andres, and R. Setyaningrum, “Skrining Fitokimia Lapis Titpis Dari Ekstrak Etanol Daun Bintangur (*Calophyllum soulattri* Burm . F .),” *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, vol. 7, no. 1, pp. 54–67, 2018.
- [34] K. Kusnadi and E. T. Devi, “Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid pada Ekstrak Daun Seledri (*Apium graveolens* L.) Dengan Metode Refluks,” *Pancasakti Science Education Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 56–67, 2017.
- [35] U. Nurullita and E. Irawati, “Perbandingan Aktivitas Antioksidan Bahan Alami Dan Bahan Sintetis (Study Pada Kayu Secang dan Vitamin C),” *Jurnal MIPA*, vol. 11, no. 2, p. 51, 2022, doi: 10.35799/jm.v11i2.40089.
- [36] A. Sazali, A. Adriadi, A. I. Yusuf, A. J. Siringo-Ringo, and H. F. Kise, “Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Terhadap Bakteri *Edwardsiella tarda* dan

- Edwardsiella ictaluri Patogen Budidaya Perikanan,” *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati*, vol. 23, no. 1, pp. 41–48, 2024, doi: 10.55981/beritabiologi.2024.2606.
- [37] D. R. Ningsih, Zufahair, and D. Kartika, “Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder serta Uji Aktivitas Ekstrak Daun Sirsak Sebagai Antibakteri,” vol. 3, no. 6, pp. 47–60, 2016.
- [38] F. I. Listiani, M. Hafshah, and R. N. Latifah, “Antibacterial Activity Test of Secang Wood (*Caesalpinia sappan* L.) Ethanol Extract Against *Streptococcus mutans*,” *Al-Kimia*, vol. 11, no. 1, pp. 47–56, 2023, doi: 10.24252/al-kimia.v11i1.37136.
- [39] A. G. Yuniar, Suliati, and S. Arifin, “Pengaruh Infusa Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Terhadap Kematian Cacing *Ascaris suum*, Goeze In Vitro,” *Jurnal Analis Kesehatan Sains*, vol. 9, no. 1, p. p, 2020.
- [40] M. Pratama, R. Razak, and V. S. Rosalina, “Analisis Kadar Tanin Total Ekstrak Etanol Bunga Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis,” *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, vol. 6, no. 2, pp. 368–373, 2019, doi: 10.33096/jffi.v6i2.510.
- [41] M. T. Hidayat, Isnindar, and S. Luliana, “Skrining Fitokimia Fraksi Daun Buas-buas (*Premna serratifolia* L.) dan Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.),” 2018.
- [42] N. Uyo, S. R. Tamat, and Kosasih, “Granul Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) dan Rimpang Temu Mangga (*Curcuma mangga* Val & Zijp.) sebagai Antibakteri,” *Jurnal Biologi Papua*, vol. 10, no. 1, pp. 11–16, 2018, doi: 10.31957/jbp.127.
- [43] R. F. Goa, A. M. Kopon, and E. G. Boelan, “Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Kelor (*Moringa oleifera*) dan Rimpang Temulawak (*Curcuma Xanthorrhiza*) Asal Nusa Tenggara Timur,” *Jurnal Beta Kimia*, vol. 1, no. 1, pp. 37–41, 2021.
- [44] D. L. C. Pradana and A. A. Wulandari, “Uji Flavonoid Total dari Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan Secang (*Caesalpinia sappan* L.),” *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, vol. 2, no. 2, pp. 271–277, 2019, doi: 10.36387/jifi.v2i2.407.
- [45] S. M. Ulfa, E. Dhiaul Ifitah, and M. F. Rahman, “Training on phytochemical tests of secondary metabolites of secang (*Caesalpinia Sappan* L.) to the indonesia chemical science educator association (Ppski),” *Journal of Innovation and Applied Technology*, vol. 8, no. 1, pp. 1371–1376, 2022.
- [46] W. Widowati, “Uji Fitokimia dan Potensi Antioksidan Ekstrak Etanol Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.),” *Jurnal Kedokteran Maranatha*, vol. 11, no. 1, pp. 23–31, 2011.
- [47] R. Mutiara, S. D. Astuti, and M. S. Palad, “Pemanfaatan Minuman Fungsional Berbasis Daun Mangga Madu (*Mangifera indica* L.) dan Kayu Secang sebagai Antidiabetes,” *Journal of Marine and Fisheries*, vol. 3, no. 1, 2024.
- [48] L. Nainggolan, Indriyani, and Yernisa, “Pengaruh Tingkat Kematangan Buah Terhadap Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak N-Heksan Kernel Biji Teh,” in *Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Jambi tahun 2018*, 2018, pp. 354–367.
- [49] F. F. Sholekah, “Perbedaan ketinggian tempat terhadap kandungan flavonoid dan beta karoten buah karika (*Carica pubescens*) Daerah Dieng Wonosobo,” in *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi Yogyakarta*, 2017, pp. 75–82.
- [50] Muharni, Fitrya, and S. Farida, “Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Tanaman Obat Suku Musi di Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan,” *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, vol. 7, no. 2, pp. 127–135, 2017.