

SKRIPSI

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK KAYU SECANG (*Caesalpinia sappan L.*)
TERHADAP PERTUMBUHAN BIOFILM *Staphylococcus aureus*
DARI ISOLAT ULKUS DIABETIKUM**



OLEH :

NATASYA SIREGAR

NIM : 2110262117

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
LABORATORIUM MEDIS FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA**

PADANG

2025



a). Tempat Tgl Lahir: Salam Buku, 19-06-2003; b). Nama Orang Tua: (Ayah) Dedean Saputra Siregar (Ibu) Rita Zahara; c). Program Studi: Sarjana Terapan TLM; d). Fakultas: Ilmu Kesehatan; e). No. NIM 2110262117; f). IPK: 3,94; i). Lama Studi: 4 Tahun; j). Alamat: Desa Salam Buku Dusun II

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK KAYU SECANG (*Caesalpinia sappan* L.)
TERHADAP PERTUMBUHAN BIOFILM *Staphylococcus aureus* DARI ISOLAT
ULKUS DIABETIKUM**

SKRIPSI

Oleh: Natasya Siregar


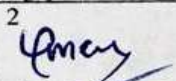

Pembimbing: Putra Rahmadea Utami, S.Si., M.Biomed¹⁾ Melly Siska Suryani, M.Hum²⁾

ABSTRAK

Ulkus diabetikum merupakan salah satu komplikasi serius pada penderita diabetes melitus yang sering terinfeksi oleh *Staphylococcus aureus*, termasuk dalam bentuk biofilm yang mempersulit penyembuhan luka. Salah satu alternatif pengobatan yang potensial adalah penggunaan bahan alam seperti kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) yang mengandung senyawa antibakteri dan antibiofilm. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) terhadap pertumbuhan biofilm *Staphylococcus aureus* dari isolat ulkus diabetikum. Penelitian ini merupakan studi eksperimental laboratorium yang menggunakan variasi konsentrasi ekstrak kayu secang serta kontrol negatif sebagai pembanding. Biofilm yang terbentuk diamati menggunakan pewarnaan kristal violet dan dianalisis dengan aplikasi ImageJ untuk menghitung Mean Gray Value (MGV). Ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) diberikan dalam berbagai konsentrasi (kontrol negatif, 7%, 8%, 9%, 10%, dan 11%) serta kontrol negatif (tanpa ekstrak). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) memiliki aktivitas dalam menurunkan pembentukan biofilm *Staphylococcus aureus*. MGV tertinggi terdapat pada kelompok kontrol negatif, sedangkan MGV terendah ditemukan pada konsentrasi 11%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) efektif dalam menghambat pertumbuhan biofilm *Staphylococcus aureus* isolat ulkus diabetikum, dengan efektivitas tertinggi pada konsentrasi 11%.

Kata kunci: Biofilm, *Staphylococcus aureus*, ulkus diabetikum, kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.), Mean Gray Value (MGV)

Skrripsi ini telah dipertahankan di depan sidang penguji dan dinyatakan lulus pada 24 Juli 2025 abstrak ini telah di setujui oleh penguji

Tanda Tangan	1 	2 	3 
Nama Terang	Putra Rahmadea Utami, S.Si., M.Biomed	Melly Siska Suryani, M.Hum	Dr. Almurdi DMM., M.Kes

Mengetahui

Ketua Program Studi : Dr. Apt. Dewi Yudiana Shinta, M.Si





a). Place/Date of Birth: Salam Buku, 19-06-2003; b). Parents Name: (Father) Dedean Saputra Siregar (Mother) Rita Zahara; c). Study Program : TLM Applied Bachelor; d). Faculty: Health Sciences; e). NIM No. 2110262117; f). GPA: 3.94; i). Length of Study: 4 Years; j).Address: Salam Buku Village II

THE EFFECTIVENESS TEST OF SECANG WOOD (*CAESALPINIA SAPPAN L.*) EXTRACT ON THE BIOFILM GROWTH OF *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* ISOLATED FROM DIABETIC ULCERS

THESIS
By: Natasya Siregar


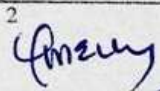
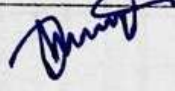
Pembimbing: Putra Rahmadea Utami, S.Si., M.Biomed¹⁾ Melly Siska Suryani, M.Hum²⁾

ABSTRACT

Diabetic ulcers are one of the most serious complications in diabetic patients, often infected by *Staphylococcus aureus*, including its biofilm form, which complicates wound healing. One potential alternative treatment is the use of natural ingredients such as sappan wood (*Caesalpinia sappan L.*), which contains antibacterial and antibiofilm compounds. This study aims to determine the effectiveness of extract of sappan wood (*Caesalpinia sappan L.*) against biofilm growth of *Staphylococcus aureus* isolated from diabetic ulcers. This research is a laboratory experimental study using various concentrations of sappan wood (*Caesalpinia sappan L.*) extract and a negative control for comparison. The biofilm formation was stained using crystal violet and analyzed with ImageJ software to measure the Mean Gray Value (MGV). The extract was applied at various concentrations control negative, 7%, 8%, 9%, 10%, dan 11%) along with a negative control (no extract). The results showed that the sappan wood (*Caesalpinia sappan L.*) extract had activity in reducing biofilm formation of *Staphylococcus aureus*. The highest MGV was found in the negative control group, while the lowest MGV was observed at the 11% concentration. In conclusion, the extract of sappan wood (*Caesalpinia sappan L.*) is effective in inhibiting the biofilm growth of *Staphylococcus aureus* isolated from diabetic ulcers, with the highest effectiveness observed at the 11% concentration.

Keywords: Biofilm, *Staphylococcus aureus*, diabetic ulcer, sappan wood (*Caesalpinia sappan L.*), Mean Gray Value (MGV)

Skripsi ini telah dipertahankan di depan sidang penguji dan dinyatakan lulus pada 24 Juli 2025 abstrak ini telah di setujui oleh penguji

Tanda Tangan	1 	2 	3 
Nama Terang	Putra Rahmadea Utami, S.Si., M.Biomed	Melly Siska Suryani, M.Hum	Dr. Almurdi DMM, M.Kes

Mengetahui

Ketua Program Studi : Dr. Apt. Dewi Yudiana Shinta, M.Si.



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit jangka panjang yang kasusnya terus bertambah di seluruh dunia. Kondisi ini adalah suatu kelainan metabolik yang ditandai oleh peningkatan kadar glukosa dalam darah (hiperglikemia), yang terjadi karena ketidakseimbangan antara produksi insulin dan kebutuhan tubuh akan insulin (Komariah & Rahayu, 2020). Menurut data *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2018, diperkirakan sekitar 180 juta orang di dunia mengalami diabetes melitus. Angka ini diprediksi akan lebih dari dua kali lipat pada tahun 2030 jika penyakit ini tidak segera ditangani secara cepat dan serius (Siregar dkk., 2021).

Indonesia berada pada urutan kelima di dunia dengan jumlah penderita diabetes mencapai 140,87 juta orang (Kominfo, 2021). Pada tahun 2018, prevalensi total Diabetes Melitus (DM) di Sumatera Barat tercatat sebesar 1,6% dan menempati urutan ke-21 dari 34 provinsi di Indonesia. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Barat pada tahun yang sama, jumlah kasus DM mencapai 44.280 kasus, dengan angka tertinggi terdapat di Kota Padang, yaitu sebanyak 112.231 kasus (Banowo dkk., 2021).

Salah satu komplikasi yang sering dialami penderita diabetes adalah neuropati, yang dapat memicu terjadinya ulkus diabetikum. Ulkus kaki diabetik merupakan salah satu dampak berat dari diabetes yang berperan langsung terhadap meningkatnya angka kesakitan, kematian, serta menurunnya kualitas

hidup pasien. Komplikasi ini termasuk yang paling serius pada diabetes melitus, dengan prevalensi kasus kaki diabetik yang terus mengalami peningkatan (Sureskiarti dkk., 2019). Diperkirakan setiap tahunnya sekitar 2-10% penderita diabetes mengalami ulkus diabetik, dan sepanjang hidupnya sekitar 15-25% pasien berisiko mengalaminya (Tolossa dkk., 2020). Prevalensi Ulkus Kaki Diabetik (UKD) mencapai sekitar 41% dari seluruh populasi, dengan angka yang lebih tinggi terjadi pada kelompok usia lanjut. Ulkus menyebabkan penderita diabetes mengalami kesulitan bergerak sehingga mengalami keterbatasan dalam beraktivitas (Kurdi dkk., 2020).

Bakteri aerob seperti (*Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa*) serta bakteri anaerob seperti (*Peptostreptococcus* sp) merupakan penyebab utama infeksi pada luka diabetes dan berperan dalam memperlambat proses penyembuhan (Iyanar dkk., 2014). Salah satu bakteri yang paling sering dijumpai pada luka penderita diabetes melitus adalah *Staphylococcus aureus*, dengan angka kejadian berkisar antara 23% hingga 76% (Ekawati dkk., 2018).

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram positif yang kerap ditemukan sebagai penyebab kontaminasi melalui penyebaran pada saluran pernapasan, aliran darah, maupun kulit. Bakteri ini menyumbang angka kematian yang lebih tinggi dibandingkan hepatitis virus, tuberkulosis, dan AIDS (Naveed dkk., 2023). Salah satu faktor virulensi *Staphylococcus* adalah biofilm, yang berfungsi mempermudah persistensi dalam tubuh *host* serta melemahkan sistem pertahanan *host*. Akibatnya, bakteri biofilm jauh lebih resisten terhadap antimikroba, yakni 100–1000 kali dibandingkan sel planktonik (Qu dkk., 2010).

Biofilm merupakan komunitas bakteri yang saling berinteraksi, menempel pada permukaan padat atau antar sel, serta terbungkus dalam matriks eksopolisakarida. Lapisan tipis yang terbentuk pada permukaan ini melindungi bakteri dari sistem imun *host*. Matriks eksopolisakarida berperan sebagai penghalang difusi terhadap sejumlah antimikroba, sehingga infeksi menjadi sulit diatasi. Biofilm juga berperan penting dalam infeksi pada manusia, karena dapat menimbulkan infeksi persisten yang sukar disembuhkan (Vestby dkk., 2020).

Agen antibiofilm dapat diperoleh dari sumber alami, seperti fitokimia, biosurfaktan, dan peptida antimikroba (Mishra et al., 2020). Dengan demikian, diperlukan pemanfaatan bahan alam dari tanaman herbal yang berpotensi sebagai antibiofilm (Richter et al., 2017). Salah satu tumbuhan yang mengandung senyawa antibakteri adalah kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*).

Kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) adalah tanaman yang banyak ditemukan di kawasan Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Tanaman ini memiliki beragam manfaat, antara lain sebagai sumber pewarna merah alami serta sebagai obat herbal berkat efek farmakologisnya (Destiarti dkk., 2024). Ekstrak kasar kayu secang memiliki aktivitas antimikroba yang mampu melawan *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Enterobacter aerogenes*, serta *Escherichia coli* (Hemthanon & Ungcharoenwiwat, 2022).

Penelitian oleh Ferrel (2024) menunjukkan bahwa rebusan ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) memiliki daya hambat dengan rata-rata diameter 7,0 mm pada konsentrasi 25%, 11,6 mm pada konsentrasi 50%, 13,0 mm pada konsentrasi 75%, dan 19,0 mm pada konsentrasi 100%, sedangkan antibiotik

amoksisilin menghasilkan rata-rata 33,3 mm. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Ruslan dkk. (2023) melaporkan diameter zona hambat terbesar pada penambahan ekstrak kayu secang 2% yaitu 13,3 mm. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) berpotensi digunakan sebagai agen alami untuk menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. Namun, hingga saat ini belum ada penelitian yang secara khusus mengeksplorasi potensi ekstrak kayu secang sebagai antibiofilm terhadap pertumbuhan biofilm *Staphylococcus aureus*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti terdorong untuk melakukan penelitian mengenai uji efektivitas ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) terhadap pertumbuhan biofilm *Staphylococcus aureus*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Apakah ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) berpotensi menghambat pertumbuhan biofilm *Staphylococcus aureus*?
2. Berapakah konsentrasi efektif ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) yang dapat menghambat pertumbuhan biofilm *Staphylococcus aureus*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum pada penelitian adalah untuk mengetahui aktivitas antibiofilm ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) terhadap biofilm *Staphylococcus aureus*.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui aktivitas antibiofilm ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.
2. Untuk mengetahui konsentrasi terbaik antibiofilm ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) dalam menghambat pertumbuhan biofilm *Staphylococcus aureus*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Penulis

Penelitian ini memberikan manfaat bagi penulis dengan menambah wawasan dan pengalaman terkait pemanfaatan ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) sebagai agen antibiofilm terhadap *Staphylococcus aureus*..

1.4.2 Bagi Institusi

Penelitian ini bermanfaat bagi institusi sebagai sumber literatur dan referensi dalam bidang antibakteri, khususnya bagi institusi kesehatan, termasuk Program Studi Teknologi Laboratorium Medik di Universitas Perintis Indonesia.

1.4.3 Bagi Tenaga Laboratorium

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi tenaga laboratorium dengan menambah pengetahuan mengenai bakteri *Staphylococcus aureus* yang membentuk biofilm, serta meningkatkan pemahaman tentang potensi senyawa dalam ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) sebagai agen antibiofilm..

BAB V

PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Biomedik Universitas Perintis Indonesia menunjukkan bahwa ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) memiliki potensi untuk menghambat pertumbuhan biofilm *Staphylococcus aureus*.

Penelitian ini dilaksanakan pada Juni 2025 dengan menggunakan metode dilusi tabung untuk menilai efektivitas ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) dalam menghambat pertumbuhan biofilm *Staphylococcus aureus*. Uji dilakukan pada lima konsentrasi berbeda, yaitu 7%, 8%, 9%, 10%, dan 11%, serta disertai satu kontrol negatif. Pengamatan dilakukan secara visual dengan memperhatikan perubahan warna gentian violet yang menempel di dinding dan ujung tabung. Perubahan warna ini menjadi indikator efektivitas ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) terhadap pembentukan biofilm *Staphylococcus aureus*.

Penelitian ini bertujuan menilai efektivitas ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) dalam menghambat pertumbuhan biofilm *Staphylococcus aureus* yang diperoleh dari swab ulkus diabetikum, dengan pengukuran dilakukan menggunakan nilai *Mean Gray Value* (MGV). MGV merupakan parameter kuantitatif yang mencerminkan intensitas warna pada biofilm yang telah diwarnai, di mana semakin tinggi nilai MGV mengindikasikan semakin tebal atau padatnya biofilm yang terbentuk.

5.1 Metode Kerja Ekstrak Antibiofilm Bakteri

Ekstrak alami memiliki potensi besar sebagai agen antibiofilm karena kandungan senyawa bioaktif di dalamnya. Mekanisme kerjanya bervariasi tergantung pada jenis ekstrak dan komposisi senyawanya, namun secara umum dapat dikelompokkan sebagai berikut.

Langkah pertama dalam pembentukan biofilm adalah adhesi awal bakteri ke suatu permukaan. Ekstrak dapat menghambat proses ini dengan cara modifikasi permukaan bakteri, senyawa dalam ekstrak dapat berinteraksi dengan permukaan sel bakteri, mengubah muatan atau hidrofobisitasnya sehingga mengurangi kemampuan bakteri untuk menempel pada permukaan. Beberapa ekstrak mengandung molekul yang menyerupai atau berinteraksi dengan reseptor adhesi pada bakteri. Ini dapat menghalangi bakteri mengenali atau menempel pada reseptor spesifik pada permukaan inang atau benda mati. Selain itu ekstrak tertentu dapat memicu agregasi bakteri, membentuk gumpalan yang lebih besar dan kurang motil, sehingga menghambat mereka untuk menyebar dan menempel pada permukaan.

Setelah menempel, bakteri mulai memproduksi matriks ekstraseluler (EPS) yang tersusun dari polisakarida, protein, dan DNA ekstraseluler, yang berperan sebagai pelindung sekaligus perekat bagi struktur biofilm. Ekstrak dapat mengganggu sintesis EPS dengan penghambatan enzim biosintetik, senyawa dalam ekstrak dapat menghambat aktivitas enzim-enzim kunci yang terlibat dalam biosintesis polisakarida atau komponen lain dari matriks EPS. Selain itu ekstrak dapat mengganggu transportasi prekursor yang diperlukan untuk sintesis EPS ke

luar sel. Beberapa ekstrak juga memiliki aktivitas enzimatis yang secara langsung mendegradasi komponen-komponen utama matriks EPS, seperti polisakarida.

Quorum sensing (QS) merupakan mekanisme komunikasi antar bakteri yang memungkinkan koordinasi perilaku, termasuk pembentukan biofilm, produksi faktor virulensi, dan peningkatan resistensi terhadap antibiotik. Ekstrak dapat mengganggu QS dengan penghambatan sintesis *autoinducer*. Senyawa dalam ekstrak dapat menghambat produksi molekul sinyal (*autoinducer*) yang digunakan bakteri untuk berkomunikasi. Ekstrak dapat mengandung enzim yang mendegradasi *autoinducer*, sehingga menurunkan konsentrasi sinyal di lingkungan. Senyawa dalam ekstrak dapat berikatan dengan reseptor *autoinducer* pada bakteri, mencegah pengikatan sinyal dan aktivasi jalur QS. Ini dikenal sebagai *quorum quenching*. Ekstrak dapat memengaruhi komponen hilir dari jalur sinyal QS, meskipun *autoinducer* masih ada.

Biofilm dikenal memiliki resistensi yang tinggi terhadap antibiotik. Ekstrak dapat bekerja secara sinergis dengan antibiotik untuk melawan biofilm dengan cara penetrasi antibiotik. Ekstrak dapat membantu memecah matriks EPS, memungkinkan antibiotik untuk lebih mudah menembus biofilm dan mencapai sel-sel bakteri di dalamnya. Beberapa ekstrak dapat menghambat pompa efluks bakteri, yang merupakan mekanisme bakteri untuk memompa antibiotik keluar dari sel, sehingga meningkatkan konsentrasi antibiotik intraseluler. Dalam biofilm terdapat sel persisten, yaitu sel bakteri yang berada dalam keadaan metabolik rendah dan sangat resisten terhadap antibiotik. Ekstrak tertentu dapat menargetkan sel-sel ini, membuat biofilm lebih rentan.

Meskipun fokus utamanya adalah antibiofilm, beberapa ekstrak juga memiliki aktivitas bakterisidal (membunuh bakteri) atau bakteristatik (menghambat pertumbuhan bakteri) langsung. Hal ini secara tidak langsung akan mengurangi biomassa bakteri yang tersedia untuk membentuk biofilm atau memperlambat pertumbuhannya dalam biofilm yang sudah terbentuk.

Secara keseluruhan, mekanisme kerja ekstrak sebagai antibiofilm bersifat multifaktorial dan kompleks, menargetkan berbagai tahapan dalam siklus hidup biofilm. Pendekatan ini menjadikan ekstrak alami sebagai kandidat menjanjikan untuk mengatasi masalah resistensi antibiotik dan infeksi terkait biofilm (Mishra dkk., 2020).

5.2 Uji Efektivitas Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan L.*) terhadap Pertumbuhan Biofilm *Staphylococcus aureus*

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) mampu menghambat pertumbuhan biofilm *Staphylococcus aureus*, dengan konsentrasi 7%, 8%, 9%, 10%, dan 11% yang menghasilkan nilai rata-rata MGVB berbeda-beda.

Hasil uji korelasi *Pearson* memperlihatkan adanya hubungan yang sangat kuat antara konsentrasi ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) dan nilai MGVB, dengan koefisien korelasi $r = 0,827$ dan nilai signifikansi $p = 0,000$. Menurut klasifikasi korelasi *Pearson*, nilai $r > 0,75$ termasuk kategori sangat kuat. Arah korelasi yang positif menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak sejalan dengan meningkatnya nilai MGVB.

Nilai MGVB yang lebih tinggi menandakan bahwa biofilm yang terbentuk lebih tipis atau mengalami hambatan pertumbuhan, karena pada prinsipnya, nilai

MGV berkorelasi terbalik terhadap densitas biofilm semakin tebal biofilm, semakin rendah nilai MGV yang terbaca pada citra mikroskopik ber *grayscale*. Dengan demikian, arah korelasi positif antara konsentrasi ekstrak dan MGV menunjukkan bahwa ekstrak kayu secang memiliki aktivitas antibiofilm yang meningkat secara bergantung dosis. Temuan ini mendukung hasil-hasil sebelumnya yang menyatakan bahwa senyawa aktif dalam kayu secang, seperti brazilin dan hematoxylin, memiliki potensi sebagai antibiofilm melalui mekanisme penghambatan pembentukan matriks ekstraseluler dan gangguan pada komunikasi antar sel bakteri (*quorum sensing*).

Temuan ini mendukung penelitian Ruslan (2023), yang menyatakan bahwa konsentrasi tinggi senyawa antibiofilm berbasis fenolik dan flavonoid secara signifikan mampu menghambat pembentukan struktur biofilm. Selain itu, nilai signifikansi statistik ($p < 0,05$) menegaskan bahwa hubungan tersebut bukan kebetulan, melainkan memiliki relevansi ilmiah dan biologis.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ekstrak kayu secang efektif sebagai antibiofilm terhadap *Staphylococcus aureus*, dengan peningkatan efektivitas seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak. Hubungan yang kuat dan signifikan ini menegaskan potensi ekstrak kayu secang sebagai alternatif terapi untuk mengatasi infeksi biofilm pada pasien ulkus diabetikum.