



Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Sabut Kelapa (*Cocos nucifera* L.) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus Aureus* ATCC 25923

**Ema Cristiane Ika Dapa Taka^{1✉}, Insani Fitrahuil Jannah², Syahrir³, Regina
Marvina Hutasoit⁴**

¹⁻⁴ *Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia*

✉ Corresponding email: emacristianeika1603@gmail.com

Histori Artikel:

Submit: 6 Desember 2025; Revisi: 29 Januari 2026; Diterima: 1 Februari 2026
Publikasi: 4 Februari 2026; Periode Terbit: Maret 2026

Doi: 10.23917/jkk.v5i1.947

Abstrak

Infeksi bakteri *Staphylococcus aureus* masih menjadi masalah kesehatan global, terutama dengan meningkatnya kasus resistensi antibiotik. Kondisi ini mendorong pencarian sumber antibakteri alternatif dari bahan alam. Sabut kelapa (*Cocos nucifera* L.) diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri ekstrak etanol sabut kelapa terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Penelitian eksperimental laboratorium ini menggunakan metode difusi cakram Kirby-Bauer pada media Mueller Hinton Agar. Ekstrak etanol sabut kelapa diuji pada tujuh konsentrasi bertingkat (100%; 50%; 25%; 12,5%; 6,25%; 3,125%; dan 1,56%) dengan amoksisilin sebagai kontrol positif dan akuades steril sebagai kontrol negatif. Parameter yang diamati adalah diameter zona hambat (mm) yang terbentuk setelah inkubasi 24 jam pada suhu 37°C. Data dianalisis secara statistik menggunakan uji Shapiro-Wilk, Levene test, dan Welch ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh konsentrasi ekstrak menghasilkan zona hambat terhadap *Staphylococcus aureus*. Aktivitas tertinggi diperoleh pada konsentrasi 100% dengan rata-rata diameter zona hambat 23,43 mm (kategori sangat kuat), sedangkan konsentrasi lainnya berada dalam kategori kuat. Kontrol positif menunjukkan zona hambat lebih besar (36,25 mm), sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan hambatan. Peningkatan konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan peningkatan daya hambat, menunjukkan hubungan konsentrasi-respon yang konsisten. Aktivitas antibakteri ini diduga berkaitan dengan kandungan flavonoid, tanin, fenol, terpenoid, dan alkaloid yang bekerja melalui berbagai mekanisme kerusakan sel bakteri. Disimpulkan bahwa ekstrak etanol sabut kelapa memiliki potensi sebagai antibakteri alami terhadap *Staphylococcus aureus* dan berpotensi dikembangkan lebih lanjut melalui pengujian lanjutan seperti penentuan MIC, MBC, serta uji toksisitas.

Kata Kunci: *Cocos nucifera*, sabut kelapa, *Staphylococcus aureus*, difusi cakram, fitokimia, metabolit sekunder, aktivitas antibakteri, bakteri Gram positif



Pendahuluan

Penyakit infeksi masih menjadi salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di negara berkembang, termasuk Indonesia. Berbagai mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus, jamur, dan parasit berkontribusi terhadap kejadian penyakit infeksi (Darmawan & Pusposari, 2019). Di antara bakteri patogen tersebut, *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu penyebab infeksi yang sering ditemukan baik di komunitas maupun fasilitas kesehatan. Bakteri ini menjadi perhatian global karena kemampuan adaptasi, virulensi, dan potensi resistensinya terhadap berbagai antibiotik (Khusna & Sihono, 2024)

Staphylococcus aureus adalah bakteri Gram positif berbentuk kokus, tersusun berkelompok menyerupai anggur, bersifat fakultatif anaerob, katalase positif, koagulase positif, dan mampu menghasilkan berbagai enzim serta toksin (Adhikara et al., 2022). Bakteri ini dapat hidup sebagai flora normal pada kulit, hidung, dan saluran pernapasan manusia, namun dalam kondisi tertentu dapat bertransformasi menjadi patogen oportunistik (Al-hazaima et al., 2025). Kemampuannya untuk menempel pada jaringan hospes didukung oleh adhesin seperti protein pengikat fibronektin dan kolagen. Selain itu, *Staphylococcus aureus* menghasilkan berbagai faktor virulensi, termasuk hemolisin, leukosidin, toksin eksfoliatif, dan enterotoksin yang berperan dalam infeksi kulit, keracunan makanan, serta infeksi sistemik (Siregar, 2022)

Secara klinis, *Staphylococcus aureus* dapat menyebabkan berbagai

manifestasi yaitu infeksi Kulit dan Jaringan Lunak, infeksi invasif berat maupun infeksi nasokomial (Touaitia et al., 2025). Tingkat keparahan infeksi meningkat seiring kemampuan bakteri menghasilkan biofilm yang melindungi dirinya dari fagositosis dan meningkatkan resistensi terhadap antimikroba. Dalam praktik klinis, kemampuan *Staphylococcus aureus* membentuk biofilm pada luka dan permukaan alat medis membuat infeksi sering sulit diatasi (Touaitia et al., 2025).

Permasalahan terbesar terkait *Staphylococcus aureus* saat ini adalah meningkatnya resistensi terhadap antibiotik. *Strain Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) menjadi salah satu penyebab utama infeksi nosokomial. Resistensi ini sebagian besar disebabkan oleh akuisisi gen *mecA* yang mengkode PBP2a, enzim yang memiliki afinitas rendah terhadap antibiotik beta-laktam. Selain MRSA, kasus resistensi *multiobat* (*Multidrug Resistance/MDR*) turut dilaporkan secara global, sejalan dengan penggunaan antibiotik yang berlebihan dan tidak tepat. Diperkirakan pada tahun 2050 resistensi antimikroba dapat menyebabkan hingga 10 juta kematian per tahun, menegaskan perlunya penemuan agen antibakteri baru (Touaitia et al., 2025).

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang berpotensi menjadi sumber alternatif antimikroba baru, salah satunya tanaman kelapa (*Cocos nucifera*) (Maisarah et al., 2023). Sabut kelapa, bagian mesokarp yang sering tidak dimanfaatkan secara optimal, diketahui mengandung berbagai senyawa



metabolit sekunder seperti tannin, flavonoid, fenol, terpenoid, dan alkaloid (Wulandari & Wildani, 2019; Purwaningrum et al., 2022). Senyawa-senyawa ini dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri melalui mekanisme seperti merusak membran sel, menghambat pembentukan biofilm, menghambat enzim esensial bakteri, serta mengganggu replikasi DNA bakteri (Elyana et al., 2019).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak sabut kelapa memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram negatif maupun Gram positif. Namun, data mengenai aktivitas ekstrak etanol sabut kelapa terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 pada rentang konsentrasi yang lebih luas masih terbatas.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri ekstrak etanol sabut kelapa (*Cocos nucifera* (L.) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 menggunakan metode difusi agar pada berbagai konsentrasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif sumber antibakteri alami yang efektif, ekonomis, dan dapat dikembangkan lebih lanjut.

Metode

a. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas: Autoklaf, blender, bunsen, cakram disk, cawan petri, desitometri mc farland, dispo 3 cc, gelas ukur, inkubator, jangka sorong, kapas lidi steril, kertas saring steril, labu ekstraktor, laminar air flow, mikropipet dan pipet

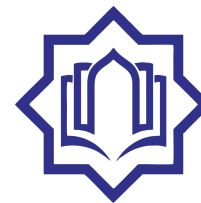
volume, ose/sengkelit, pembakar bunsen, pipet volume dan mikro pipet, rak tabung reaksi, rotatory evaporator, sendok, tabung erlenmeyer, tabung reaksi, timbangan analitik, toples kaca dan mikroskop.

Bahan penelitian yang digunakan yaitu: Sabut kelapa, nutrisi agar, mueller hinton agar, aquades steril, alkohol 70%, antibiotik amoksisilin, asam asetat (CH_3COOH), asam klorida (HCl), asam sulfat (H_2SO_4), bakteri *staphylococcus aureus* ATCC 25923, kristal violet, etanol 70%, iodin/lugol, safranin, kalium dikromat (K_2CrO_3), minyak imersi, NaCl 0,9%, reagen FeCl_3 , reagen hidrogen peroksida (H_2O_2).

b. Prosedur

Penelitian ini diawali dengan persiapan administrasi, alat, dan bahan, serta sterilisasi seluruh peralatan menggunakan autoklaf, oven, dan pembakar bunsen sesuai jenis alat. Ekstrak sabut kelapa (*Cocos nucifera* (L.)) dibuat dari sabut kelapa varietas hijau setengah tua yang dikeringkan selama lima hari, digiling menjadi serbuk, kemudian dimaserasi menggunakan etanol 70% selama tiga hari dengan pengadukan berkala. Filtrat hasil maserasi diuapkan menggunakan rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak kental, selanjutnya dikeringkan hingga berbentuk serbuk.

Ekstrak yang dihasilkan diuji bebas etanol secara kualitatif, kemudian dilakukan skrining fitokimia untuk mengidentifikasi kandungan alkaloid, tanin, flavonoid, fenol, dan terpenoid menggunakan reagen spesifik. Bakteri uji *Staphylococcus aureus* ATCC 25923



dikonfirmasi melalui pewarnaan Gram, diremajakan pada media Nutrient Agar, dan disuspensikan dalam NaCl 0,9% hingga mencapai kekeruhan setara standar McFarland 0,5.

Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi cakram Kirby-Bauer pada media Mueller-Hinton Agar. Ekstrak sabut kelapa diencerkan secara bertingkat hingga diperoleh konsentrasi 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125%, dan 1,56%. Kertas cakram berdiameter 6 mm ditetesi 20 µL ekstrak, diletakkan pada media yang telah diinokulasi bakteri, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 16–18 jam. Amoksisilin digunakan sebagai kontrol positif dan akuades steril sebagai kontrol negatif. Pengamatan dilakukan setelah 24 jam inkubasi dengan mengukur diameter zona hambat menggunakan jangka sorong dalam satuan milimeter.

Data zona hambat digunakan untuk menentukan tingkat aktivitas antibakteri ekstrak sabut kelapa terhadap *Staphylococcus aureus*.

c. Pengolahan Data

Data yang didapatkan berupa hasil penelitian yang didapat akan dianalisis secara statistik. Analisis data yang digunakan yaitu uji univariat dengan Shapiro Wilk dan Levene test kemudian Uji Bivariat menggunakan Welch Anova.

Sabut kelapa yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh peneliti dari Kelurahan Manulai 2, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Sabut kelapa yang digunakan adalah kelapa varietas hijau dengan tingkat kematangan setengah tua. Sampel uji *Staphylococcus*

aureus ATCC 25923 diperoleh dari Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya. Kelompok perlakuan terdiri atas 9 kelompok, diantaranya 7 kelompok ekstrak etanol sabut kelapa dengan konsentrasi 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125%, 1,56%, 1 kontrol positif yaitu antibiotik amoksisilin dan 1 kontrol negatif yaitu aquadest steril. Pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali untuk tiap kelompok perlakuan.

Sabut kelapa (*Cocos nucifera* (L.)) sebanyak 19,5 kg dibersihkan agar terpisah dari bagian kelapa lainnya, lalu dikeringkan dengan suhu ruang selama 5 hari, kemudian sebanyak 2 kg sabut kelapa dihaluskan menggunakan blender dan menghasilkan sebanyak 819 gr serbuk sabut kelapa. Serbuk sabut kelapa (*Cocos nucifera* (L.)) kemudian dimaserasi dengan etanol 70% selama 3 hari dengan tiga kali pengadukan tiap harinya. Hasil maserasi yang diperoleh kemudian disaring menggunakan kertas saring, kemudian ekstrak dievaporasi menggunakan Rotatory Evaporation sehingga diperoleh ekstrak kental.

Uji bebas etanol dilakukan dengan mereaksikan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) dan asam sulfat (H_2SO_4) dengan ekstrak etanol sabut kelapa (*Cocos nucifera* (L.)) dan hasilnya yaitu ekstrak negatif etanol. Skrining fitokimia ekstrak etanol sabut kelapa (*Cocos nucifera* (L.)) meliputi pemeriksaan flavonoid, tanin, fenol, terpenoid dan alkaloid secara kualitatif.

Alat, bahan, dan media dibungkus aluminium foil dan disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15-20 menit, sedangkan alat berbahan plastik



disterilkan dengan alkohol 70%. Dilakukan uji konfirmasi bakteri dengan pewarnaan gram. Media uji menggunakan Mueller Hinton agar dimasak dan disterilkan dengan autoklaf lalu dituang ke cawan petri steril. Pembuatan suspense bakteri menggunakan NaCl 0,9% dan bakteri diambil menggunakan ose steril sampai mencapai standar 0,5 McFarland.

Uji antibakteri menggunakan cotton swab steril yang dicelupkan kedalam suspense bakteri lalu diratakan ke media Mueller Hinton agar. Diletakkan 1 buah kertas cakram (6 mm) yang sudah direndam ke dalam ekstrak dan kontrol selama 30 menit.

Semua media diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Setelah 18-24 jam dilakukan perhitungan diameter zona hambat menggunakan jangka sorong. Data hasil pengukuran zona hambat dicatat penelitian.

Hasil dan Pembahasan

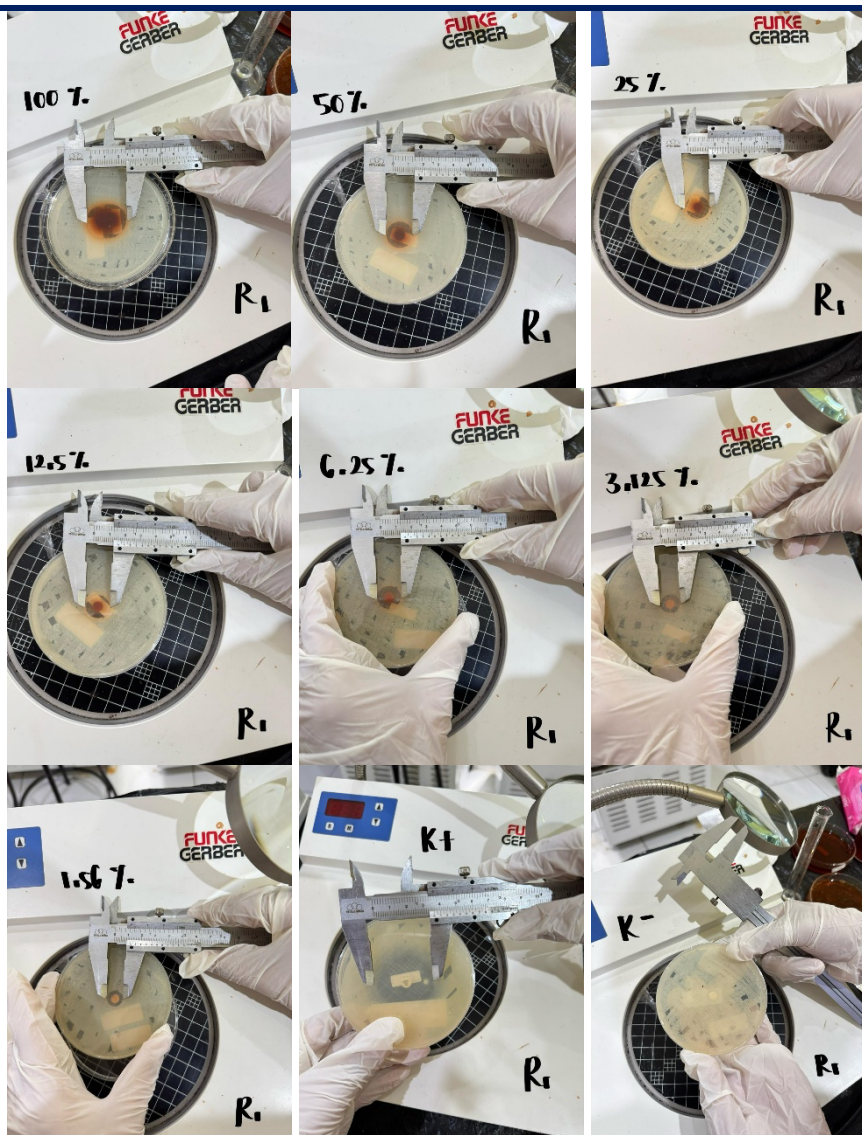
Aktivitas antibakteri ekstrak etanol sabut kelapa terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* menunjukkan pola yang dapat dianalisis tidak hanya dari besarnya zona hambat yang terbentuk, tetapi juga dari hubungan konsentrasi terhadap respons biologis, peran kandungan metabolit sekundernya, serta pengaruh faktor metodologis terhadap variasi hasil uji. Menurut Goodwin et al. (2024) Pendekatan analitis ini diperlukan agar temuan yang diperoleh tidak berhenti pada deskripsi

data, melainkan mampu menjelaskan dasar ilmiah dari efek antibakteri yang teramati.

Secara khusus, pembahasan difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu analisis hubungan konsentrasi ekstrak dengan daya hambat bakteri, keterkaitan kandungan fitokimia dengan mekanisme kerja antibakteri, serta interpretasi kritis terhadap variasi data dan keterbatasan metode pengujian yang digunakan.

a. Analisis Hubungan Konsentrasi Ekstrak dengan Daya Hambat Bakteri

Hubungan antara konsentrasi ekstrak dan diameter zona hambat merupakan parameter fundamental dalam farmakologi antibakteri karena menggambarkan pola respons biologis terhadap peningkatan dosis zat aktif. Pada penelitian ini, seluruh konsentrasi ekstrak etanol sabut kelapa menunjukkan kemampuan menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, yang berarti senyawa bioaktif telah efektif bahkan pada kadar rendah. Namun, intensitas hambatan yang dihasilkan berbeda-beda, membentuk pola peningkatan bertahap yang menunjukkan adanya korelasi kuantitatif antara konsentrasi dan potensi antibakteri. Pola ini penting dibahas karena memperlihatkan bahwa efek yang muncul bukan fenomena acak, melainkan respons biologis yang terukur (Hanid et al., 2019).



Gambar 1 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri

Gambar 1 menunjukkan hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak terhadap *Staphylococcus aureus*. Terlihat zona bening di sekitar kertas cakram yang menandakan adanya hambatan pertumbuhan bakteri. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, diameter zona hambat yang terbentuk semakin besar, menunjukkan peningkatan efektivitas

antibakteri. Kontrol positif (K1) menghasilkan zona hambat paling luas, sedangkan kontrol negatif (K0) tidak menunjukkan aktivitas antibakteri. Hasil ini mengindikasikan bahwa senyawa bioaktif dalam ekstrak memiliki potensi menghambat pertumbuhan *S. aureus* dan berpotensi dikembangkan sebagai agen antibakteri alami.



Tabel 1 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri

Diameter Zona Hambat (mm)						
K	R1	R2	R3	$\bar{x}$	SD	Potensi
Kontrol +	36,60	34,40	37,75	36,25	1,39	Sangat kuat
100%	22,00	22,75	28,80	23,43	1,18	Sangat kuat
50%	18,15	18,30	19,30	18,58	0,51	Kuat
25%	18,15	19,00	18,00	18,38	0,44	Kuat
12,5%	15,65	14,75	16,75	15,71	0,82	Kuat
6,25%	14,75	15,90	12,00	14,21	1,64	Kuat
3,125%	13,70	13,30	12,60	13,20	0,45	Kuat
1,56%	12,00	12,95	12,60	12,51	0,39	Kuat
Kontrol -	0,00	0,00	0,00	0	0	Tidak ada

Keterangan :

K): mengartikan Konsentrasi ekstrak

$\bar{x}$): rata-rata

R): mengartikan pengulangan

SD): standar deviasi

Hasil pengujian aktivitas antibakteri ekstrak etanol sabut kelapa pada Tabel 1 dengan berbagai konsentrasi 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125% dan 1,56% terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 menunjukkan adanya pembentukan zona hambat pada setiap konsentrasi yang diuji. Berdasarkan kriteria Davis and Stout, maka hasil pengukuran rata-rata diameter zona hambat ekstrak etanol sabut kelapa terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 pada konsentrasi 100% (23,43 mm) dikategorikan sangat kuat, konsentrasi 50% (18,58 mm), konsentrasi 25% (18,38 mm), konsentrasi 12,5% (15,71 mm), konsentrasi 6,25% (14,21 mm), konsentrasi 3,125% (13,20 mm), konsentrasi 1,56% (12,51 mm) masing-masing dikategorikan kuat. Sedangkan pada kontrol (-) yaitu aquades dikategorikan tidak ada karena memiliki nilai 0 serta kontrol (+) yang menggunakan antibiotik amoksisilin dikategorikan sangat kuat karena

diameter zona hambat yang dihasilkan yaitu 36,25 mm.

Aktivitas antibakteri umumnya meningkat seiring naiknya konsentrasi ekstrak karena lebih banyak senyawa aktif yang dilepaskan dan berdifusi ke dalam agar, sehingga lebih efektif menghambat pertumbuhan bakteri. Hal ini sejalan dengan temuan Parimala & Shoba. (2014) yang menyatakan bahwa konsentrasi yang lebih tinggi cenderung menghasilkan zona hambat lebih besar (Kowalska-krochmal & Dudek-wicher, 2021). Namun, peningkatan tersebut tidak selalu berbanding lurus karena dipengaruhi oleh faktor lain seperti kelarutan, polaritas, kemampuan difusi senyawa, mekanisme pertahanan bakteri, serta kemungkinan adanya pompa efluks yang mengeluarkan senyawa antibakteri. Dengan demikian, meskipun konsentrasi yang lebih tinggi umumnya meningkatkan daya hambat, hasil akhirnya tetap bergantung pada berbagai faktor biologis dan kimia (Ansari et al., 2021).



Selain dipengaruhi oleh variasi konsentrasi ekstrak, terbentuknya zona hambat yang signifikan disebabkan oleh kandungan senyawa fitokimia dalam ekstrak sabut kelapa, yang terbukti melalui uji *skrining* fitokimia (Indrastuti et al., 2019). Dan beberapa faktor lain yang mempengaruhi zona hambat yang signifikan yaitu ketebalan media agar, kondisi pertumbuhan bakteri, waktu dan suhu inkubasi.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan bahwa standar deviasi pada konsentrasi 6,25% dan 100% cenderung cukup besar. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: Variabilitas Pertumbuhan Bakteri, Kualitas dan Konsistensi Disk Antimikroba dan Kondisi Inkubasi yang Tidak Konsisten (Shamsudin et al., 2022).

Amoksisilin digunakan sebagai kontrol positif dikarenakan amoksisilin bekerja dengan cara menghambat sintesis dinding sel bakteri. Dalam penelitian ini, penggunaan kontrol positif penting untuk memastikan bahwa prosedur yang dilakukan berjalan dengan baik dan efektif (Yao et al., 2019; Viktorov et al., 2024). Pada kontrol negatif menggunakan aquades steril menunjukkan hasil tidak terdapat zona hambat menandakan bahwa aquades tidak memiliki potensi sebagai antibakteri. Hal ini dikarenakan senyawa dalam aquades bersifat netral dan tidak mempengaruhi pertumbuhan bakteri, serta aquades tidak memiliki sifat antibakteri.

Berdasarkan kriteria *Davis and Stout*, maka pada tabel hasil pengukuran rata-rata diameter zona hambat ekstrak etanol sabut kelapa terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 pada konsentrasi 100% (23,43 mm) dikategorikan sangat kuat, konsentrasi 50% (18,58 mm), konsentrasi 25% (18,38 mm), konsentrasi 12,5% (15,71 mm), konsentrasi 6,25% (14,21 mm), konsentrasi 3,125% (13,20 mm), konsentrasi 1,56% (12,51 mm) masing-masing dikategorikan kuat. Sedangkan pada kontrol (-) yaitu aquades dikategorikan tidak ada karena memiliki nilai 0 serta kontrol (+) yang menggunakan antibiotik amoksisilin dikategorikan sangat kuat karena diameter zona hambat yang dihasilkan yaitu 36,25 mm. Dari rata-rata hasil pengujian tersebut, dilihat bahwa zona hambat yang dihasilkan oleh perlakuan ekstrak tidak lebih besar jika dibandingkan dengan kontrol positif yaitu antibiotik amoksisilin. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ayu Wulandari, dkk bahwa zona hambat yang dihasilkan oleh perlakuan ekstrak bahkan pada konsentrasi terbesar yaitu 95% sebesar 19,71 mm dan rata-rata zona hambat yang dihasilkan oleh kontrol positif yaitu 28,66 mm (Wulandari & Wildani, 2019). Dengan demikian hasil pengujian aktivitas ekstrak etanol sabut kelapa terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* menunjukkan bahwa ekstrak tersebut memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.



Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin besar jumlah molekul aktif yang berdifusi dari cakram ke dalam media agar. Difusi ini menciptakan gradien konsentrasi di sekitar cakram, dan bakteri akan terhambat pada area di mana konsentrasi senyawa aktif masih

berada di atas ambang minimal penghambatan. Oleh karena itu, diameter zona hambat dapat dipandang sebagai refleksi tidak langsung dari kekuatan dan ketersediaan senyawa antibakteri dalam ekstrak.

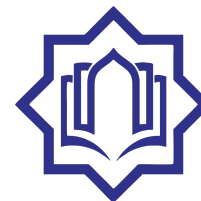
Tabel 2. Rata-rata Diameter Zona Hambat Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak

Konsentrasi Ekstrak	Rata-rata Zona Hambat (mm)	Kategori Kekuatan
100%	23,43	Sangat kuat
50%	18,58	Kuat
25%	18,38	Kuat
12,50%	15,71	Kuat
6,25%	14,21	Kuat
3,13%	13,2	Kuat
1,56%	12,51	Kuat
Kontrol (+)	36,25	Sangat kuat
Kontrol (-)	0	Tidak ada

Berdasarkan Tabel 2, terlihat adanya kecenderungan peningkatan zona hambat seiring bertambahnya konsentrasi, terutama lonjakan yang cukup jelas antara konsentrasi 50% dan 100%. Namun, peningkatan dari 25% ke 50% relatif kecil. Fenomena ini menunjukkan bahwa hubungan konsentrasi dan daya hambat tidak sepenuhnya linear. Pada konsentrasi menengah, kemungkinan telah terjadi keterbatasan difusi senyawa aktif di dalam agar. Media padat memiliki resistensi fisik terhadap pergerakan molekul, sehingga pada titik tertentu penambahan konsentrasi tidak lagi menghasilkan perluasan zona hambat secara proporsional (Sumantri et al., 2019). Ini disebut sebagai fenomena difusi terbatas, yang umum terjadi pada uji difusi cakram bahan alam.

Selain itu, senyawa fitokimia dalam ekstrak merupakan campuran kompleks. Pada konsentrasi tinggi, interaksi antarmolekul seperti pengikatan hidrogen atau agregasi dapat mengurangi mobilitas senyawa, sehingga luas difusi tidak bertambah signifikan meskipun kandungan zat aktif meningkat. Dengan demikian, pola yang terlihat pada Tabel 1 lebih tepat digambarkan sebagai kurva meningkat lalu mulai mendatar (*approaching plateau*).

Untuk memahami kekuatan relatif ekstrak dibanding antibiotik standar, data dapat ditinjau dalam bentuk persentase efektivitas terhadap kontrol positif.



Tabel 3. Persentase Daya Hambat Ekstrak Dibanding Kontrol Positif

Konsentrasi Ekstrak	Rata-rata Zona Hambat (mm)	% terhadap Kontrol (+)
100%	23,43	64,60%
50%	18,58	51,20%
25%	18,38	50,70%
12,50%	15,71	43,30%
6,25%	14,21	39,20%
3,13%	13,2	36,40%
1,56%	12,51	34,50%

Berdasarkan Tabel 3, efektivitas ekstrak pada konsentrasi 100% mencapai sekitar dua pertiga daya hambat amoksisilin. Ini merupakan nilai yang cukup tinggi untuk bahan alam kasar (*crude extract*). Penurunan efektivitas secara bertahap pada konsentrasi lebih rendah memperlihatkan pola gradien biologis yang konsisten. Artinya, respons bakteri terhadap ekstrak bersifat konsentrasi-tergantung, yang merupakan ciri khas aktivitas farmakologis yang valid.

Menariknya, bahkan pada konsentrasi terendah (1,56%), zona hambat masih berada dalam kategori kuat. Hal ini mengindikasikan bahwa ambang minimal penghambatan bakteri kemungkinan berada pada kisaran yang sangat rendah. Walaupun metode difusi cakram tidak dapat menentukan nilai MIC secara presisi, temuan ini memberi indikasi bahwa ekstrak memiliki potensi aktivitas pada konsentrasi submaksimal, suatu karakter penting dalam pengembangan kandidat antibakteri.

Secara biologis, peningkatan zona hambat mencerminkan bertambahnya kerusakan struktural pada sel bakteri, baik melalui gangguan membran, denaturasi protein, maupun hambatan enzimatik. Semakin tinggi konsentrasi,

semakin luas populasi bakteri yang terpapar dosis efektif. Namun, ketika konsentrasi sudah sangat tinggi, faktor fisik media dan sifat kimia ekstrak menjadi pembatas dominan, bukan lagi potensi intrinsik senyawa aktifnya.

Analisis hubungan konsentrasi-respon pada penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol sabut kelapa memiliki profil aktivitas antibakteri yang terukur, konsisten, dan biologis rasional (Kamila et al., 2025). Pola ini mendukung bahwa efek yang diamati bukan sekadar fenomena eksperimental, tetapi cerminan nyata dari interaksi antara senyawa fitokimia dan sel *Staphylococcus aureus*. Temuan ini menjadi dasar penting untuk penelitian lanjutan, terutama dalam penentuan MIC, MBC, serta evaluasi kinetika pembunuhan bakteri (Utami et al., 2024).

b. Keterkaitan Kandungan Fitokimia dengan Mekanisme Kerja Antibakteri

Aktivitas antibakteri ekstrak etanol sabut kelapa tidak dapat dilepaskan dari keberadaan berbagai metabolit sekunder yang teridentifikasi melalui skrining fitokimia, yaitu flavonoid, tanin, fenol, terpenoid, dan alkaloid. Keberadaan senyawa-senyawa ini menunjukkan



bahwa efek hambatan terhadap *Staphylococcus aureus* bukan berasal dari satu komponen tunggal, melainkan hasil interaksi kompleks berbagai molekul bioaktif yang bekerja melalui target biologis yang berbeda. Dengan demikian, efektivitas ekstrak lebih tepat dipahami sebagai multi-target antibacterial action, yang cenderung menurunkan peluang bakteri mengembangkan resistensi secara cepat.

Senyawa fitokimia umumnya bekerja melalui mekanisme yang melibatkan gangguan struktur membran sel, denaturasi protein, hambatan enzim metabolik, hingga interferensi terhadap

materi genetik bakteri. Bakteri Gram positif seperti *Staphylococcus aureus* relatif lebih rentan terhadap senyawa-senyawa ini karena tidak memiliki membran luar lipopolisakarida seperti bakteri Gram negatif (Tirtayani et al., 2019). Struktur dinding sel yang tersusun atas lapisan peptidoglikan tebal namun lebih permeabel memungkinkan senyawa fenolik dan terpenoid berdifusi lebih mudah ke dalam sel. Kondisi ini menjelaskan mengapa ekstrak sabut kelapa menunjukkan zona hambat yang konsisten pada semua konsentrasi yang diuji.

Tabel 4. Kandungan Fitokimia Ekstrak Etanol Sabut Kelapa

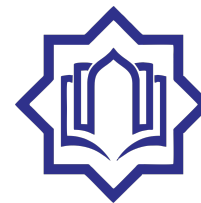
Golongan Senyawa	Hasil Skrining	Sifat Umum
Flavonoid	Positif	Fenolik polar, antioksidan
Tanin	Positif	Polifenol, pengikat protein
Fenol	Positif	Antiseptik alami
Terpenoid	Positif	Lipofilik, merusak membran
Alkaloid	Positif	Senyawa basa, aktif biologis

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa ekstrak mengandung kombinasi senyawa polar dan nonpolar. Flavonoid, tanin, dan fenol cenderung lebih polar sehingga mudah larut dalam etanol 70%, sedangkan terpenoid memiliki sifat lebih lipofilik dan mampu berinteraksi langsung dengan komponen lipid

membran sel bakteri. Alkaloid, sebagai senyawa nitrogen heterosiklik, dikenal memiliki spektrum aktivitas biologis luas termasuk aktivitas antimikroba. Keberagaman sifat kimia ini memungkinkan ekstrak bekerja pada berbagai bagian sel bakteri secara simultan.

Tabel 5. Mekanisme Antibakteri Berdasarkan Golongan Fitokimia

Golongan	Target Utama	Mekanisme Kerja
Flavonoid	DNA & membran	Menghambat sintesis asam nukleat, merusak permeabilitas membran
Tanin	Protein & enzim	Presipitasi protein, inhibisi enzim metabolik
Fenol	Dinding sel	Denaturasi protein dan disrupti dinding sel
Terpenoid	Membran sel	Melarutkan lipid membran, menyebabkan kebocoran isi sel



Golongan	Target Utama	Mekanisme Kerja
Alkaloid	Materi genetik	Menghambat replikasi DNA dan pembelahan sel

Mengacu pada Tabel 5, terlihat bahwa setiap golongan senyawa memiliki target biologis berbeda. Flavonoid, misalnya, mampu membentuk kompleks dengan protein membran dan enzim sitoplasma sehingga mengganggu fungsi vital bakteri. Tanin bekerja dengan cara mengendapkan protein, menyebabkan enzim kehilangan struktur tiga dimensinya. Fenol dan turunannya

bersifat antiseptik karena mampu merusak integritas dinding sel. Terpenoid, yang bersifat lipofilik, dapat masuk ke lapisan fosfolipid membran dan meningkatkan permeabilitasnya. Sementara itu, alkaloid dapat berinterkalasi dengan DNA bakteri, menghambat proses replikasi dan transkripsi. Mekanisme yang beragam ini memperkuat dugaan adanya efek sinergis di dalam ekstrak.

Tabel 6. Potensi Efek Sinergisme Senyawa Fitokimia

Kombinasi Senyawa	Potensi Interaksi	Dampak Terhadap Bakteri
Flavonoid + Tanin	Saling memperkuat kerusakan protein	Gangguan metabolisme sel
Fenol + Terpenoid	Disrupsi membran ganda	Kebocoran sitoplasma lebih cepat
Alkaloid + Flavonoid	Hambatan DNA & enzim	Penurunan replikasi bakteri

Pada Tabel 6, ditunjukkan kemungkinan interaksi antar senyawa. Misalnya, kombinasi fenol dan terpenoid dapat mempercepat kerusakan membran karena fenol melemahkan struktur protein membran sementara terpenoid melarutkan komponen lipidnya. Efek gabungan ini menyebabkan kebocoran ion dan metabolit esensial yang berujung pada kematian sel bakteri. Demikian pula, interaksi flavonoid dan alkaloid dapat memberikan tekanan ganda pada sistem genetik dan enzimatis bakteri.

Sinergisme ini penting karena menjelaskan mengapa ekstrak kasar dapat menunjukkan aktivitas cukup kuat meskipun tidak seefektif antibiotik murni. Berbeda dengan antibiotik

tunggal yang memiliki satu target spesifik, ekstrak tumbuhan mengandung banyak molekul dengan sasaran berbeda, sehingga bakteri menghadapi serangan simultan pada berbagai jalur fisiologis. Hal ini dapat mengurangi kemungkinan bakteri bertahan melalui satu mekanisme resistensi saja.

Selain itu, keberadaan senyawa antioksidan seperti flavonoid juga dapat meningkatkan stres oksidatif pada bakteri melalui pembentukan spesies oksigen reaktif. Kondisi ini memperburuk kerusakan sel yang sudah terjadi akibat gangguan membran dan enzimatis. Oleh karena itu, aktivitas antibakteri ekstrak sabut kelapa bukan hanya akibat satu mekanisme dominan,



tetapi merupakan hasil integrasi berbagai gangguan struktural dan metabolik yang bekerja secara bersamaan.

Dengan demikian, pembahasan fitokimia menunjukkan bahwa efektivitas antibakteri ekstrak etanol sabut kelapa terhadap *Staphylococcus aureus* memiliki dasar biokimia yang kuat. Kombinasi senyawa dengan mekanisme berbeda mendukung terbentuknya efek hambatan yang luas, konsisten, dan berpotensi lebih sulit dilawan oleh bakteri melalui mekanisme resistensi tunggal (Alfiyani et al., 2024).

c. Interpretasi Kritis terhadap Variabilitas Data dan Keterbatasan Metode Pengujian

Dalam penelitian mikrobiologi eksperimental, interpretasi hasil tidak hanya berfokus pada besarnya efek antibakteri, tetapi juga pada konsistensi data dan faktor-faktor metodologis yang dapat memengaruhi hasil pengukuran. Pada uji difusi cakram, diameter zona hambat dipengaruhi oleh banyak variabel selain potensi zat aktif, seperti ketebalan media, kepadatan inokulum bakteri, homogenitas ekstrak, serta kemampuan senyawa berdifusi di dalam agar (Mutalazimah et al., 2024). Oleh karena itu, analisis terhadap standar deviasi dan variasi antar pengulangan menjadi penting untuk memastikan bahwa tren yang terlihat benar-benar merefleksikan aktivitas biologis ekstrak, bukan sekadar variasi teknis laboratorium.

Tabel 7. Nilai Rata-rata dan Standar Deviasi Zona Hambat

Konsentrasi	Rata-rata (mm)	SD (mm)	Interpretasi Variasi
100%	23,43	1,18	Variasi sedang
50%	18,58	0,51	Variasi rendah
25%	18,38	0,44	Variasi rendah
12,50%	15,71	0,82	Variasi sedang
6,25%	14,21	1,64	Variasi relatif tinggi
3,13%	13,2	0,45	Variasi rendah
1,56%	12,51	0,39	Variasi rendah

Berdasarkan Tabel 7, terlihat bahwa sebagian besar konsentrasi menunjukkan standar deviasi rendah, menandakan hasil pengulangan yang cukup konsisten. Namun, pada konsentrasi 6,25% dan 100% terlihat variasi yang lebih besar. Pada konsentrasi tinggi, variasi ini mungkin disebabkan oleh ketidakseragaman

viskositas ekstrak, yang dapat memengaruhi jumlah senyawa aktif yang terserap pada cakram. Pada konsentrasi rendah-menengah, variasi dapat timbul akibat perbedaan kecil dalam kepadatan inokulum atau ketebalan agar, yang sangat berpengaruh terhadap jarak difusi senyawa antibakteri.



Tabel 8. Faktor Metodologis yang Mempengaruhi Diameter Zona Hambat

Faktor	Pengaruh Terhadap Hasil	Dampak pada Zona Hambat
Ketebalan agar	Menghambat/meningkatkan difusi	Agar tebal → zona lebih kecil
Kepadatan inokulum	Menentukan jumlah bakteri awal	Inokulum padat → zona mengecil
Waktu inkubasi	Memengaruhi pertumbuhan bakteri	Inkubasi terlalu lama → zona kabur
Volume ekstrak pada cakram	Menentukan jumlah senyawa aktif	Volume lebih besar → zona melebar
Homogenitas ekstrak	Menentukan konsistensi kandungan zat aktif	Tidak homogen → variasi tinggi

Mengacu pada Tabel 8, dapat dipahami bahwa uji difusi cakram bukan hanya mengukur potensi antibakteri, tetapi juga sangat sensitif terhadap kondisi eksperimental. Misalnya, jika ketebalan media agar sedikit lebih besar pada satu cawan, maka difusi senyawa aktif akan lebih lambat sehingga diameter zona hambat tampak lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa variasi kecil pada teknik preparasi media dapat berkontribusi

terhadap nilai standar deviasi yang terlihat pada beberapa konsentrasi.

Selain faktor teknis, keterbatasan utama metode difusi cakram adalah bahwa hasil sangat bergantung pada kemampuan difusi molekul, bukan semata-mata pada potensi biologis senyawa. Senyawa dengan ukuran molekul besar atau kelarutan rendah mungkin menunjukkan zona hambat kecil meskipun sebenarnya memiliki aktivitas antibakteri kuat (Nugraheni et al., 2025).

Tabel 9. Perbandingan Kelebihan dan Keterbatasan Metode Difusi Cakram

Aspek	Kelebihan	Keterbatasan
Kemudahan metode	Sederhana dan murah	Kurang presisi untuk MIC
Visualisasi hasil	Mudah diamati	Dipengaruhi difusi senyawa
Reproduksibilitas	Baik jika kondisi standar	Sensitif terhadap variasi teknis
Interpretasi klinis	Cocok untuk skrining awal	Tidak menggambarkan aktivitas in vivo

Dari Tabel 9, terlihat bahwa metode ini sangat cocok sebagai uji skrining awal untuk melihat ada tidaknya aktivitas antibakteri, namun tidak cukup untuk menentukan konsentrasi hambat minimum atau efek bakterisidal secara pasti. Oleh karena itu, hasil zona hambat perlu dipandang sebagai indikator awal,

bukan ukuran absolut potensi antibakteri.

Dalam konteks penelitian ini, fakta bahwa seluruh konsentrasi menunjukkan zona hambat konsisten meskipun terdapat variasi kecil memperkuat bahwa aktivitas antibakteri ekstrak bersifat nyata. Namun, variasi



standar deviasi pada beberapa titik menunjukkan pentingnya pengendalian variabel teknis secara ketat pada penelitian lanjutan. Pengujian tambahan seperti metode dilusi cair untuk menentukan MIC dan MBC akan memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai potensi ekstrak.

Dengan demikian, evaluasi kritis terhadap variabilitas data dan keterbatasan metode menunjukkan bahwa hasil penelitian tetap valid sebagai bukti awal aktivitas antibakteri, tetapi interpretasinya harus dilakukan secara hati-hati dengan mempertimbangkan faktor teknis yang dapat memengaruhi besar kecilnya zona hambat.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak etanol sabut kelapa (*Cocos nucifera* L.) terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 yang diuji menggunakan metode difusi cakram. Seluruh konsentrasi ekstrak (100% hingga 1,56%) menunjukkan terbentuknya zona hambat, yang menandakan adanya kemampuan ekstrak dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Aktivitas antibakteri tertinggi diperoleh pada konsentrasi 100% dengan rata-rata diameter zona hambat 23,43 mm yang termasuk kategori sangat kuat, sedangkan konsentrasi lainnya berada dalam kategori kuat. Meskipun demikian, daya hambat ekstrak masih lebih rendah dibandingkan kontrol positif amoksisilin.

Pola peningkatan diameter zona hambat seiring kenaikan konsentrasi menunjukkan adanya hubungan konsentrasi-respon yang konsisten, sehingga memperkuat bahwa efek antibakteri yang dihasilkan bersifat biologis dan bukan kebetulan eksperimental. Aktivitas ini diduga berkaitan dengan kandungan senyawa metabolit sekunder dalam sabut kelapa, seperti flavonoid, tanin, fenol, terpenoid, dan alkaloid, yang bekerja melalui berbagai mekanisme antibakteri seperti kerusakan membran sel, denaturasi protein, serta gangguan fungsi enzim dan materi genetik bakteri.

Meskipun hasil menunjukkan potensi yang menjanjikan, metode difusi cakram memiliki keterbatasan dalam menentukan konsentrasi hambat minimum (MIC) dan aktivitas bakterisidal secara pasti. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan menggunakan metode kuantitatif seperti uji dilusi cair, fraksinasi senyawa aktif, serta pengujian toksisitas untuk mendukung pengembangan ekstrak sabut kelapa sebagai kandidat agen antibakteri alami.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa ekstrak etanol sabut kelapa berpotensi sebagai sumber antibakteri alami terhadap *Staphylococcus aureus* dan dapat menjadi dasar pengembangan fitofarmaka berbasis bahan alam lokal.

Daftar pustaka

Adhikara, M. A., Maslichah, M., & Diana, N. B. M. 2022. Taxpayer Compliance Determinants:



- Perspective of Theory of Planned Behaviour and Theory of Attribution. *International Journal of Business and Applied Social Science*, 34-42.
- Alfiyani, L., Setiyadi, N. A. ., Yakob, A. ., Mulyono, D. ., Rohmat, R., Rizqi, M. F. ., Prakoeswa, F. R. S. ., & Sumaji, M. A. . (2024). CFA dan Gap Analisis: Analisis Indeks Kepuasan Masyarakat terhadap Kualitas Pelayanan Publik. *Jurnal Keilmuan Dan Keislaman*, 3(1), 29-44. <https://doi.org/10.23917/jkk.v3i1.50>
- Al-hazaima, H., Alduneibat, K. A., Alhasnawi, M. Y., & Alshdaifat, S. M. (2025). Exploring sustainability accounting education in the digital era with sustainability leadership as a moderating factor using a two-stage approach PLS-SEM - ANN. Discover Sustainability.
- Darmawan, D., & Pusposari, D. (2019). Pengaruh Tarif, Kemudahan, dan Keadilan Pajak terhadap Kepatuhan Wajib Pajak. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Ekonomi Dan Bisnis*, 8(2), 1-16.
- Elyana, D., Wulandari, A. A., & Mulyani, O. B. T. (2022). Peningkatan Prestasi Belajar Matematika Siswa dalam Pembelajaran Jarak Jauh Berbasis Video. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 77-86.
- Goodwin, M., MacKay, L., Walsh, T., Akram, K., & Pretty, I. A. (2024). A Cluster Randomised Controlled Trial of a Targeted Distributed Toothpaste and Toothbrushing Programme. *Caries Research*, 58(6), 543-551. <https://doi.org/10.1159/000539416>
- Hanid, M., Mohamed, O., Othman, M., Danuri, M. S. M., Ye, K. M., & Berawi, M. A. (2019). Critical Success Factors (CSFs) in University-Industry Collaboration (UIC) Projects in Research Universities. *International Journal of Technology*, 10(4), 667-676. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v10i4.668>
- Indrastuti, D., Hidajat, D., & Wulandari, A. A. (2021). Analisis Motivasi Belajar Matematika Siswa di Era Pandemi Coronavirus Disease 2019 (Covid-19).
- Kamila, P., Soekiswati, S., Romadhon, Y. A., Busyra, & Sari, T. P. (2025). Etika Autonomi dan Praktik Informed Consent pada Pasien Pre-Operasi di Rumah Sakit. *Jurnal Keilmuan Dan Keislaman*, 4(2), 160-167. <https://doi.org/10.23917/jkk.v4i2.373>
- Khusna, A. A., & Sihono, A. (2024). Pengaruh Karakteristik Komite Audit, Profitabilitas, Tingkat Utang terhadap Penghidaran Pajak. *Kompak: Jurnal Ilmiah Komputerisasi Akuntansi*, 17(2), 224-243. <https://doi.org/10.51903/kompak.v17i2.2055>
- Maisarah, N. P., Fariyanti, A., & Rosiana, N. (2023). Sustainability of Vegetable Hydroponic System in Pekanbaru City. *Jurnal Manajemen Dan Agribisnis*, 20(2), 214-225. <https://doi.org/10.17358/jma.20.2.214>
- Mutalazimah, M., & Suharto, T. (2024). Model Integrasi Konsep Kesehatan dan Kesempurnaan Manusia dalam Perspektif Pendekatan Bayani, Burhani dan Irfani. *Jurnal Keilmuan Dan Keislaman*, 3(2), 165-182. <https://doi.org/10.23917/jkk.v3i2.347>
- Nugraheni, F. S., & Hayati, M. (2025). Integrasi Perspektif Islam tentang Kesehatan Jasmani dan Rohani: Kajian Konseptual. *Jurnal Keilmuan Dan Keislaman*, 4(3), 451-466.



- <https://doi.org/10.23917/jkk.v4i3.740>
- Parimala, M., & Shoba, F. G. (2014). Evaluation of antidiabetic potential of *Nymphaea nouchali* Burm. f. seeds in STZ-induced diabetic rats. *Int J Pharm Pharm Sci*, 6(4), 536-541.
- Purwaningrum, N. D., Murtisiwi, L., & Pratimasari, D. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak dan Fraksi n-Heksan, Etil Asetat dan Air dari Sabut Kelapa Muda (*Cocos nucifera* Linn) Terhadap *Escherichia coli* ESBL (Extended Spectrum Beta Lactamase). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina (JIIS): Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, 7(1), 29-37. <https://doi.org/10.36387/jiis.v7i1.773>
- Shamsudin, N. F., Ahmed, Q. U., Mahmood, S., Shah, S. A. A., Khatib, A., Mukhtar, S., Alsharif, M. A., Parveen, H., & Zakaria, Z. A. (2022). Antibacterial Effects of Flavonoids and Their Structure-Activity Relationship Study: A Comparative Interpretation. *Molecules*, 27(4), 1149. <https://doi.org/10.3390/molecules27041149>
- Siregar, S. A., & Rizky, V. A. (2024). Comparison Of Potato (*Solanum tuberosum* L) and Corn (*Zea mays*) as Alternative Media To Nutrient Agar Media In The Groth of *Staphylococcus aureus* Bacteria. *MEDISTRA MEDICAL JOURNAL (MMJ)*, 2(1), 26-33.
- Tirtayani, L. A., Wulandari, I. G. A. A., & Sessiani, L. A. (2019). Balinese folktales as a medium: modifying stories of the special need concept to an early age children. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 8(1), 53-64.
- Touaitia, R., Mairi, A., Ibrahim, N. A., Basher, N. S., Idres, T., & Touati, A. (2025). *Staphylococcus aureus*: A Review of the Pathogenesis and Virulence Mechanisms. *Antibiotics*, 14(5), 470. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14050470>
- Utami, I. B., Niam, M., Hakim, S. N. ., Nuritasari, L. ., Wulandari, M. D. ., Utami, R. D. ., & Mukhlishina, I. . (2024). Pelayanan Sosial dalam Mendukung Tumbuh Kembang Anak Usia Dini di Happy Kidz Baby Spa & Daycare Kota Madiun. *Jurnal Keilmuan Dan Keislaman*, 3(2), 76-90. <https://doi.org/10.23917/jkk.v3i2.278>
- Viktorov, A. S., Arkhipova, M. V., Kapralova, V. N., Orlov, T. V., & Trapeznikova, O. N. (2024). Probabilistic Study of the Evolution of Landscape Morphological Patterns in the Cryolithozone in Relation to Climate Change. *Landscapes and Ecosystems under Climate Change*, 88(3), 296-305. <https://doi.org/10.31857/S2587556624030034>
- Wulandari, C. I., & Wildani, A. A. (2019). Realisasi Rencana Strategis Kepala Bidang Keperawatan dalam Menetapkan Sistem Informasi Manajemen Keperawatan. *Journal Of Holistic Nursing Science*, 6(2), 15-20.
- Yao, K., Yao, Y., Shen, X., Lu, C., & Guo, Q. (2019). Assessment of the Oral Health Behavior, Knowledge and Status among Dental and Medical Undergraduate Students: A Cross-Sectional Study. *BMC Oral Health*, 19, 193. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0716-6>