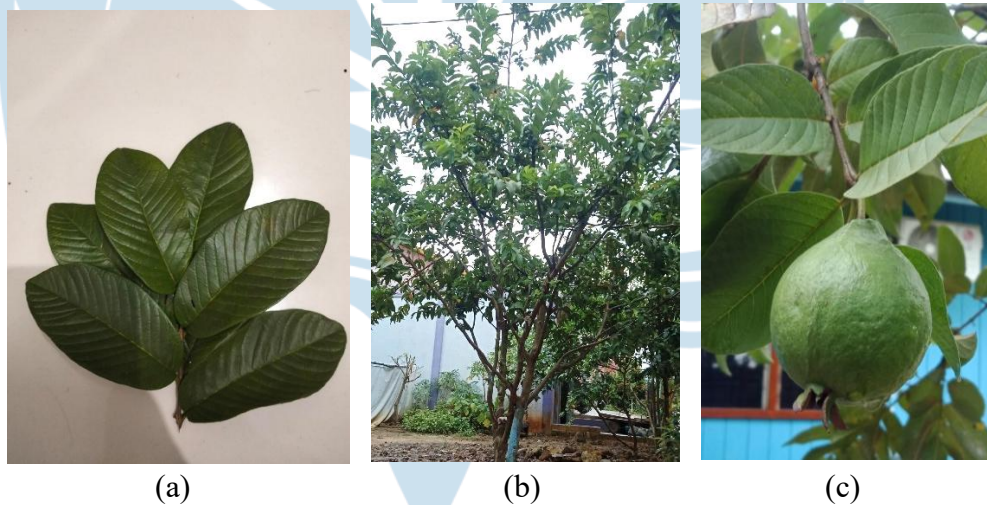


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Daun Jambu Biji

Daun jambu biji merupakan daun yang digunakan sebagai sampel penelitian. Morfologi tanaman jambu biji yaitu memiliki batang pohon berwarna cokelat dan memiliki kulit batang yang mudah mengelupas. Daun jambu biji berbentuk bulat oval dan berwarna hijau. Buah jambu biji berbentuk bulat dan berwarna hijau tua ketika belum matang tetapi akan berubah menjadi hijau muda ketika matang (Muhlisah, 2007). Tanaman jambu biji dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tanaman Jambu Biji

Keterangan: a = Daun jambu biji
b = Pohon jambu biji
c = Buah jambu biji

Berdasarkan Gambar 9., dapat dilihat bahwa daun jambu biji berbentuk bulat lonjong, berwarna hijau, dan tepi daun yang rata, pohon jambu biji memiliki batang yang berwarna cokelat dan memiliki tekstur keras berkayu. Buah jambu biji berbentuk bulat dan berwarna hijau. Hal ini sesuai dengan

pernyataan Utami dkk. (2023), bahwa daun jambu biji memiliki warna hijau, tepi daun rata, dan tulang daun menyirip. Pohon jambu biji memiliki batang berkayu berwarna coklat dengan permukaan batang yang licin dan kulit kayu yang mudah terkelupas. Buah jambu biji berbentuk bulat berwarna hijau sementara daging buahnya berwarna putih.

Tanaman jambu biji diidentifikasi di Universitas Gadjah Mada, Fakultas Biologi, Laboratorium Sistematika Tumbuhan. Tujuan dilakukan identifikasi tanaman adalah untuk memastikan bahwa tanaman yang digunakan adalah benar. Identifikasi tanaman dilakukan oleh seorang ahli dalam mengidentifikasi tanaman sehingga dapat diketahui identitas dari tanaman yang sedang diidentifikasi (Azizah dkk., 2020). Surat keterangan identifikasi tanaman jambu biji dapat dilihat pada Lampiran.

B. Standardisasi Simplisia Daun Jambu Biji

Standardisasi merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan untuk menjamin mutu suatu bahan baku obat tradisional (Setyani dkk., 2021). Tujuan standardisasi yaitu untuk memberikan jaminan bahwa simplisia yang digunakan memiliki standar mutu dan keamanan yang baik bagi konsumen. Standardisasi simplisia terdiri dari 2 jenis dalam pemeriksaan mutu yaitu standardisasi parameter spesifik dan parameter non spesifik (Erviningsih dkk., 2019). Parameter spesifik terdiri dari sari larut etanol dan sari larut air, identitas simplisia, uji organoleptik, dan pola kromatogram. Parameter non spesifik terdiri dari kadar air, kadar abu total, cemaran logam (Wewengkang dan

Rotinsulu, 2019). Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Tabel 6.

Tabel 6. Standardisasi Simplisia Daun Jambu Biji

Parameter	Rata-rata	Syarat (Farmakope, 2017)
Kadar air	8,10%	<10%
Kadar abu total	4,68%	<8,4%
Sari larut air	23,672%	>18,2%
Sari larut etanol	39,944%	>15,0%

Keterangan: Rata-rata dihasilkan dari 5 pengulangan

Berdasarkan Tabel 6., dapat diketahui bahwa hasil kadar air, kadar abu total, sari larut air, dan sari larut etanol memenuhi standar Farmakope (2017). Kadar air merupakan standardisasi parameter non spesifik yang bertujuan untuk mengetahui kadar residu air yang masih terkandung dalam simplisia setelah proses pengeringan (Utami dkk., 2020). Standardisasi simplisia parameter non spesifik berkaitan dengan kebersihan dan keamanan simplisia (Evifania dkk., 2020). Kadar air yang terkandung dalam simplisia kering tidak boleh melebihi angka 10% karena dapat menyebabkan kerusakan pada simplisia akibat adanya proses enzimatik serta kerusakan yang dilakukan oleh mikrobia. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yasi dkk., 2022), bahwa simplisia yang memiliki kadar air diatas 10% akan lebih mudah ditumbuhi oleh mikrobia dan akan mengalami kerusakan karena proses enzimatik oleh mikrobia yang tumbuh pada simplisia.

Kadar abu total termasuk kedalam parameter non spesifik dan tujuan dilakukan kadar abu total yaitu untuk mengetahui adanya kandungan mineral pada simplisia setelah proses pengakuan pada suhu yang tinggi. Senyawa organik pada simplisia akan menguap pada proses pengabuan dan yang tertinggal adalah senyawa anorganik sehingga dapat diketahui kemurnian dari simplisia yang

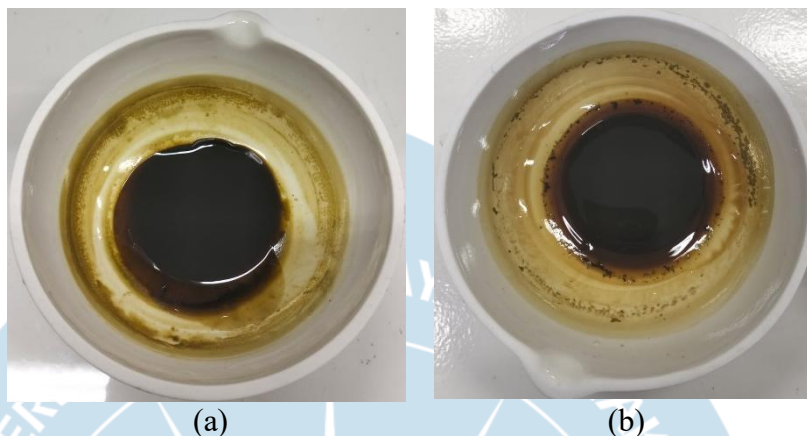
digunakan. Simplisia yang menghasilkan kadar abu total lebih dari 10% menunjukkan bahwa simplisia yang digunakan kurang bersih dan masih mengandung kotoran-kotoran yang mengontaminasi simplisia. Hal ini sesuai dengan pernyataan Evifania dkk. (2020), bahwa simplisia yang memiliki nilai kadar abu total yang tinggi menunjukkan bahwa simplisia tidak sepenuhnya bersih atau masing mengandung banyak kotoran.

Sari larut air dan sari larut etanol merupakan salah satu standardisasi parameter spesifik yang dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak senyawa aktif yang bersifat polar dan bersifat nonpolar yang terdapat pada simplisia tertentu (Utami dkk., 2020). Hasil sari larut etanol lebih tinggi dibandingkan hasil sari larut air, hal ini menunjukkan bahwa simplisia daun jambu biji yang digunakan mengandung lebih banyak senyawa yang bersifat polar dan semi polar karena pelarut yang digunakan adalah pelarut etanol 70% yang dapat melarutkan senyawa polar dan semi polar (Latifa dkk., 2022).

C. Ekstraksi Daun Jambu Biji

Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode ekstraksi maserasi dan sonikasi. Maserasi merupakan metode ekstraksi yang sudah umum dilakukan yaitu dengan cara simplisia direndam pada pelarut tertentu dan dimaserasi selama 3. Sonikasi merupakan metode ekstraksi modern yang menggunakan bantuan gelombang ultrasonik dalam mengekstraksi senyawa aktif yang terdapat pada simplisia. Pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi yaitu etanol 70% karena pelarut etanol 70% merupakan pelarut universal yang mampu mengekstraksi senyawa-senyawa aktif yang terdapat pada simplisia

yang digunakan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 10.



Gambar 10. Ekstrak Kental Daun Jambu Biji (a) Hasil Metode Maserasi (b) Hasil Metode Sonikasi

Berdasarkan Gambar 10., dapat dilihat bahwa ekstrak kental daun jambu biji hasil metode maserasi dan ekstraksi memiliki tekstur kental seperti pasta, beraroma khas daun jambu biji, dan memiliki warna coklat kehitaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Farmakope (2017), bahwa ekstrak kental daun jambu biji berwarna cokelat tua, memiliki aroma khas dan rasa kelat. Hasil ekstrak kental ditimbang untuk mengetahui hasil berat akhir ekstrak, kemudian dimasukkan ke dalam rumus %rendemen untuk mengetahui hasil dari persentase rendemen ekstrak daun jambu biji hasil maserasi dan sonikasi. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Ekstraksi Maserasi dan Sonikasi Simplisia Daun Jambu Biji

Metode	%Rendemen	Rata-rata %Rendemen	Standar Farmakope (2017)	Penelitian Nofita dkk. (2021)
Sonikasi	$\frac{37,5526}{41,8492}$	$39,70 \pm 2,15\%$	Tidak kurang dari 12,3%	30,67%
Maserasi	$\frac{20,6208}{34,254}$	$27,44 \pm 6,8\%$	Tidak kurang dari 12,3%	18,67%

Berdasarkan Tabel 7., dapat diketahui bahwa hasil %rendemen ekstrak metode sonikasi lebih tinggi dibandingkan %rendemen ekstrak metode maserasi. Hal ini dapat terjadi karena hasil dari rendemen ekstrak tergantung dengan metode ekstraksi yang digunakan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nofita dkk. (2021) bahwa hasil %rendemen ekstrak yang semakin tinggi menunjukkan bahwa ekstrak yang didapatkan semakin banyak pula.

Metode ekstraksi sonikasi menghasilkan %rendemen ekstrak yang lebih tinggi dibandingkan metode maserasi karena metode sonikasi menggunakan gelombang ultrasonik yang dapat menimbulkan getaran ultrasonik sehingga dinding sel tanaman pecah, kemudian pelarut berdifusi dengan baik ke dalam dinding sel tanaman. Hal ini dapat mempercepat kontak antara pelarut dan bahan sehingga perpindahan senyawa aktif pada simplisia ke pelarut dapat berlangsung secara optimal (Handaratri dan Yuniati, 2019).

Kelebihan ekstraksi sonikasi yaitu adanya gelombang ultrasonik pada frekuensi lebih dari 20 kHz. Frekuensi gelombang ultrasonik (>20 kHz) dapat menciptakan gelembung-gelembung mikro di dalam cairan yang menghasilkan efek kavitasi (gelembung kavitasi). Efek kavitasi dapat menyebabkan gelembung-gelembung mikro tersebut meledak, meledaknya gelembung tersebut akan membentuk gelombang kejut berenergi tinggi sehingga dinding sel tanaman pecah, lalu senyawa aktif di dalam sel tanaman dapat ditarik dan larut pada pelarut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Budiastra (2020), ekstraksi sonikasi memanfaatkan gelombang ultrasonik yang dapat membentuk efek kavitasi yaitu suatu proses pembentukan dan runtuhnya

gelembung-gelembung kecil pada cairan pelarut (gelembung kavitasi). Gelembung kavitasi yang runtuh tersebut memiliki energi yang tinggi sehingga mampu memecah dinding sel tanaman dan mengeluarkan senyawa aktif pada sel tanaman untuk bercampur atau larut pada pelarut secara maksimal.

Frekuensi metode sonikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 37 kHz yang termasuk ke dalam rentang frekuensi yang optimal untuk mengekstrak senyawa aktif. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sholihah dkk. (2017), bahwa rentang frekuensi optimal yang digunakan dalam ekstraksi sonikasi yaitu 20-40 kHz. Menurut penelitian Altemimi dkk. (2015), hasil rendemen ekstrak bayam dengan metode sonikasi yang menggunakan frekuensi 37 kHz lebih besar dibandingkan frekuensi 80 kHz yaitu secara berturut-turut 64.88 ± 21.84 mg/100 g dan 50.44 ± 12.97 mg/100 g. Suhu dan daya yang digunakan pada kedua frekuensi tersebut sama yaitu 40°C dan daya 50%. Berdasarkan penelitian Altemimi dkk (2015), metode sonikasi dengan frekuensi 37 kHz lebih efektif untuk menghasilkan rendemen ekstrak yang lebih tinggi.

Frekuensi yang semakin besar akan mempengaruhi efek kavitasi karena semakin tinggi frekuensi maka efek kavitasi akan semakin rendah sedangkan frekuensi yang rendah (20 kHz – 40 kHz) akan menghasilkan efek kavitasi yang tinggi sehingga dapat memecah dinding sel tanaman dengan baik dan meningkatkan penetrasi pelarut ke senyawa aktif. Efek kavitasi yang berkekuatan rendah menandakan bahwa meledak atau runtuhnya gelembung mikro tidak cukup mampu untuk memecah dinding sel tanaman secara efektif

sehingga berpengaruh pada hasil rendemen ekstrak dan kadar senyawa aktifnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kumari dkk. (2017), bahwa efek kavitas berbanding terbalik dengan frekuensi sonikasi, dengan kata lain frekuensi yang rendah (20 kHz-40 kHz) akan menghasilkan efek kavitasi tinggi dan sebaliknya semakin tinggi frekuensi maka efek kavitas semakin rendah sehingga berpengaruh pada rendemen ekstrak dan kadar senyawa aktif pada ekstrak.

D. Analisis Kualitatif Flavonoid dan Tanin pada Ekstrak Daun Jambu Biji

Uji fitokimia kualitatif merupakan uji pendahuluan untuk mendeteksi senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak yang ditandai dengan terjadi perubahan warna setelah diberi reagen (Azalia dkk., 2023). Uji fitokimia kualitatif biasanya terdiri dari uji flavonoid, uji tanin, uji alkaloid, uji saponin, uji steroid dan triterpenoid (Adnyana dan Cahyaningrum, 2022). Pengujian fitokimia kualitatif yang dilakukan pada penelitian berfokus pada uji flavonoid dan uji tanin. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Hasil Analisis Fitokimia Kualitatif Ekstrak Daun Jambu Biji dengan Metode Maserasi

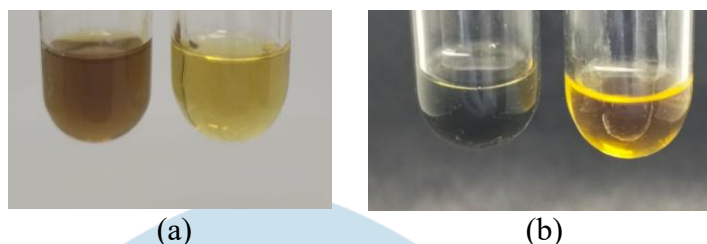
Jenis Uji	Hasil Penelitian	Hasil Penelitian Kurnianto dkk. (2021)
Flavonoid	Cokelat (+++)	Kuning tua (++)
Tanin	Biru kehitaman (+++)	Biru kehitaman (+++)

Keterangan:

+++	=	Positif (sangat kuat)
++	=	Positif (kuat)
+	=	Positif (lemah)
-	=	Tidak terdapat senyawa

Berdasarkan Tabel 8., dapat diketahui bahwa hasil analisis fitokimia kualitatif ekstrak daun jambu biji dengan metode maserasi menghasilkan hasil positif pada uji flavonoid dan tanin. Hasil penelitian analisis flavonoid menunjukkan perubahan warna menjadi coklat dengan keterangan positif (sangat kuat), hal yang sama ditunjukkan pada hasil penelitian Kurnianto dkk (2021) yaitu hasil analisis fitokimia flavonoid terjadi perubahan warna menjadi kuning tua dengan keterangan positif (kuat) pada ekstrak etanol daun matoa (*Pometia pinnata*). Hasil penelitian analisis tanin menunjukkan perubahan warna menjadi biru kehitaman dengan keterangan positif (sangat kuat), hal yang sama ditunjukkan pada hasil penelitian Kurnianto dkk (2021) yaitu hasil analisis fitokimia tanin ekstrak etanol daun matoa terjadi perubahan warna menjadi biru kehitaman dengan keterangan positif (sangat kuat).

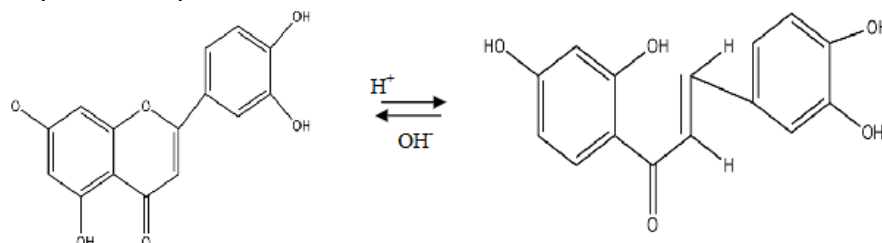
Hasil penelitian uji fitokimia kualitatif flavonoid menggunakan reagen asam sulfat pekat akan mengubah warna larutan ekstrak menjadi coklat, hal ini menunjukkan hasil positif pada uji flavonoid. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suharyanto dan Hayati (2021), bahwa hasil positif uji flavonoid kualitatif ditandai dengan terbentuk warna coklat atau kehitaman. Hasil penelitian uji tanin kualitatif yaitu terbentuk warna biru kehitaman, hasil tersebut merupakan hasil positif pada uji fitokimia kualitatif tanin. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Soamole dkk. (2018), bahwa hasil positif uji tanin yaitu terjadi perubahan warna menjadi biru kehitaman atau hijau. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil Uji Flavonoid dan Uji Tanin Ekstak Etanol Jambu Biji Hasil Maserasi

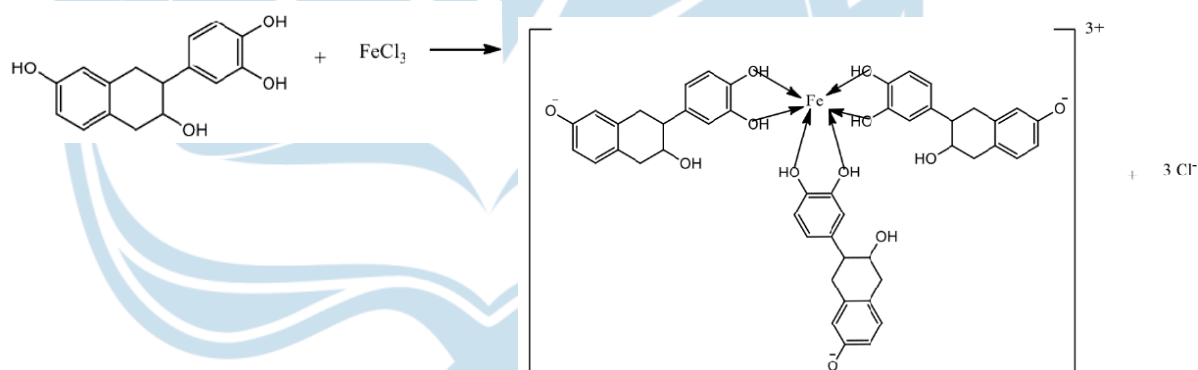
Keterangan: Ekstrak daun jambu biji hasil metode maserasi mengandung (a) senyawa flavonoid yang ditandai dengan warna coklat (b) senyawa tanin yang ditandai warna biru kehitaman

Uji flavonoid menggunakan asam sulfat pekat (H_2SO_4 pekat) sebagai reagen. H_2SO_4 pekat yang ditambahkan berfungsi sebagai katalis asam sehingga dapat melakukan reaksi substitusi elektrofilik (Ferdinan dan Audiah, 2021). Warna coklat yang terbentuk terjadi karena adanya reaksi oksidasi reduksi antara asam sulfat pekat dengan senyawa flavonoid yang terkandung dalam ekstrak, hal ini membuktikan bahwa ekstrak daun jambu biji mengandung senyawa flavonoid. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusnadi dan Devi (2017), bahwa larutan asam sulfat (H_2SO_4) pekat dan senyawa flavonoid mengalami reaksi oksidasi reduksi sehingga senyawa kompleks terbentuk yang menyebabkan terbentuknya warna coklat. Gambar reaksi flavonoid dan H_2SO_4 pekat dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Reaksi Flavonoid dengan H_2SO_4 pekat (Sumber: Kusnadi dan Devi, 2017).

Warna biru kehitaman yang terbentuk pada uji tanin setelah penambahan FeCl_3 menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji mengandung senyawa tanin terhidrolisis. Senyawa tanin mengandung senyawa fenol yang akan berikatan dengan FeCl_3 1% dan mengalami reaksi reduksi yaitu senyawa tanin akan mereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} sehingga terbentuk senyawa kompleks yang ditandai dengan perubahan warna menjadi biru kehitaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kasih dkk. (2022), bahwa senyawa tanin dapat mereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} ketika berikatan dengan FeCl_3 1% sehingga dapat membentuk senyawa kompleks yang menimbulkan warna biru kehitaman. Gambar reaksi Tanin dan FeCl_3 1% dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Reaksi Tanin dengan FeCl_3 1% (Sumber: Oktavia dan Sutoyo, 2021).

Tabel 9. Hasil Analisis Fitokimia Kualitatif Ekstrak Daun Jambu Biji dengan Metode Sonikasi

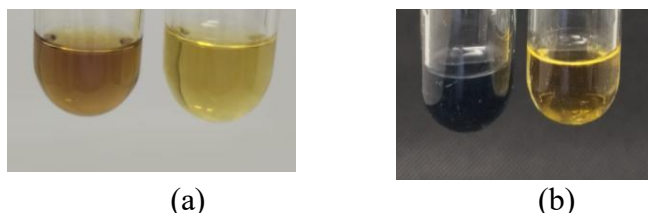
Jenis Uji	Hasil Penelitian	Hasil Penelitian Ramadhani dkk. (2022)
Flavonoid	Cokelat (+++)	Cokelat (+++)
Tanin	Biru kehitaman (+++)	Biru kehitaman (+++)

Keterangan:

- +++ = Positif (sangat kuat)
- ++ = Positif (kuat)
- +
- = Tidak terdapat senyawa

Berdasarkan Tabel 9., dapat diketahui bahwa hasil analisis fitokimia kualitatif ekstrak daun jambu biji dengan metode sonikasi menghasilkan hasil positif pada uji flavonoid dan tanin. Hasil penelitian ini didukung dengan hasil penelitian dari Ramadhani dkk. (2022), bahwa ekstrak daun mangrove (*Rhizophora apiculata*) menghasilkan hasil positif pada uji flavonoid dan tanin ditandai dengan perubahan warna menjadi oranye dengan keterangan positif kuat dan perubahan warna menjadi biru kehitaman dengan keterangan positif sangat kuat.

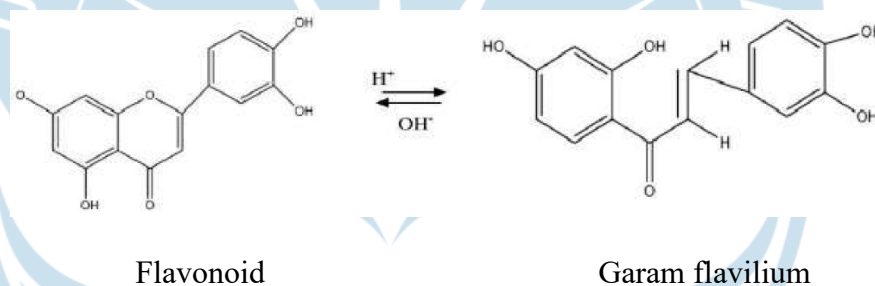
Hasil penelitian menunjukkan hasil positif ekstrak daun jambu biji hasil sonikasi pada uji flavonoid yaitu terjadi perubahan warna menjadi cokelat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Susilowati dan Sari (2020), bahwa uji flavonoid menggunakan reagen asam sulfat (H_2SO_4) pekat menghasilkan warna cokelat sebagai hasil positif. Hasil penelitian pada uji tanin menggunakan ekstrak daun jambu biji hasil sonikasi menghasilkan positif yang ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi biru kehitaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wahid dan Safwan (2020), bahwa hasil positif uji tanin ditandai dengan perubahan warna menjadi biru. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 14.



Gambar 14. Hasil Uji Flavonoid dan Uji Tanin Ekstak Etanol Jambu Biji Hasil Sonikasi

Keterangan: Ekstrak daun jambu biji hasil metode sonikasi mengandung (a) senyawa flavonoid yang ditandai dengan warna cokelat (b) senyawa tanin yang ditandai warna biru kehitaman

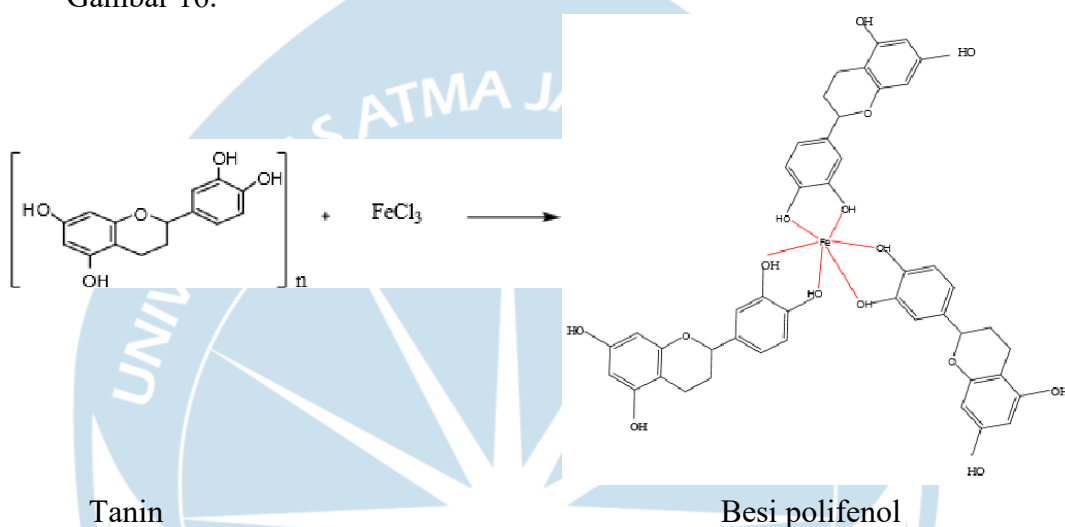
Berdasarkan Gambar 14., warna coklat yang terbentuk pada uji flavonoid merupakan hasil dari reaksi oksidasi reduksi yang terjadi antara reagen H_2SO_4 pekat dan senyawa flavonoid yang terkandung pada ekstrak sehingga terbentuk senyawa kompleks yang dapat menimbulkan warna coklat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ferdinan dan Audiah (2021), bahwa larutan H_2SO_4 pekat dengan senyawa flavonoid mengalami reaksi oksidasi reduksi sehingga membentuk senyawa kompleks yang menyebabkan terjadinya perubahan warna menjadi warna coklat. Gambar reaksi dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Reaksi Flavonoid dengan H_2SO_4 Pekat (Sumber: Suharyanto dan Prima, 2020).

Berdasarkan Gambar 16., warna biru kehitaman yang terbentuk merupakan hasil dari reaksi senyawa tanin dengan larutan FeCl_3 1% yang membentuk senyawa kompleks besi polifenol. Larutan FeCl_3 1% digunakan sebagai reagen atau pereaksi pada uji fitokimia kualitatif tanin yang berfungsi untuk berikatan dengan senyawa tanin yang memiliki gugus fenol sehingga dapat membentuk senyawa kompleks yang dapat menimbulkan warna biru kehitaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pratama dkk. (2019), bahwa larutan FeCl_3 1% akan bereaksi dengan senyawa tanin yang mengandung gugus

fenol sehingga dapat terbentuk perubahan warna sampel menjadi biru kehitaman. Warna biru kehitaman yang muncul menunjukkan bahwa senyawa tanin yang terkandung dalam ekstrak daun jambu biji merupakan kelompok senyawa tanin terhidrolisis (Desinta, 2015). Gambar reaksi dapat dilihat pada Gambar 16.



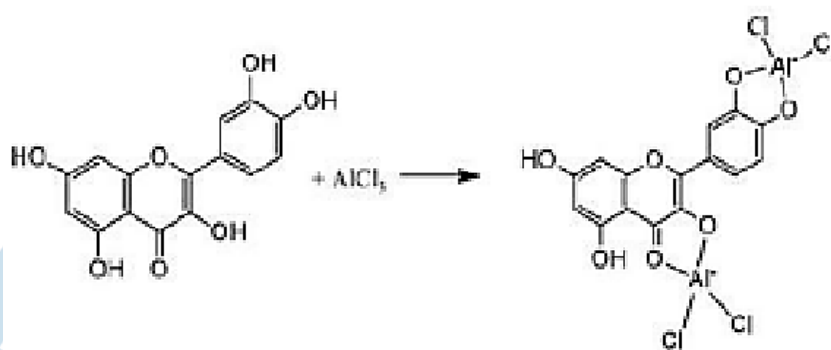
Gambar 16. Reaksi Tanin dengan FeCl_3 1% (Sumber: Kasih dkk., 2022).

E. Analisis Kuantitatif Flavonoid dan Tanin pada Ekstrak Daun Jambu Biji

1) Penetapan Kadar Total Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji

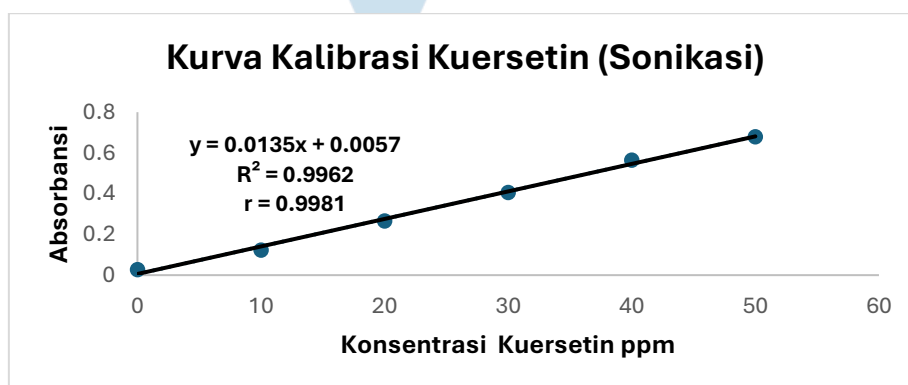
Analisis fitokimia kuantitatif flavonoid menggunakan aluminium klorida (AlCl_3) 10% dan kalium asetat 1 M sebagai pereaksi. AlCl_3 10% berfungsi untuk bereaksi dengan senyawa flavonoid yang akan membentuk senyawa kompleks berwarna kuning. Warna kuning tersebut dapat terbentuk karena AlCl_3 akan bereaksi dengan gugus keton pada C-4 dan gugus hidroksi pada C-5 yang dimiliki oleh senyawa flavonoid sehingga terbentuk kompleks yang stabil serta terbentuk kompleks labil yang terjadi pada gugus orto hidroksi pada cincin B yang dimiliki senyawa flavonoid (Sari dan Susilowati, 2023). Kalium asetat berfungsi sebagai penstabil yang

menstabilkan dan mempertahankan reaksi dari AlCl_3 dengan senyawa flavonoid (Wahid dkk., 2021). Gambar reaksi antara flavonoid dengan AlCl_3 dapat dilihat pada Gambar 17.

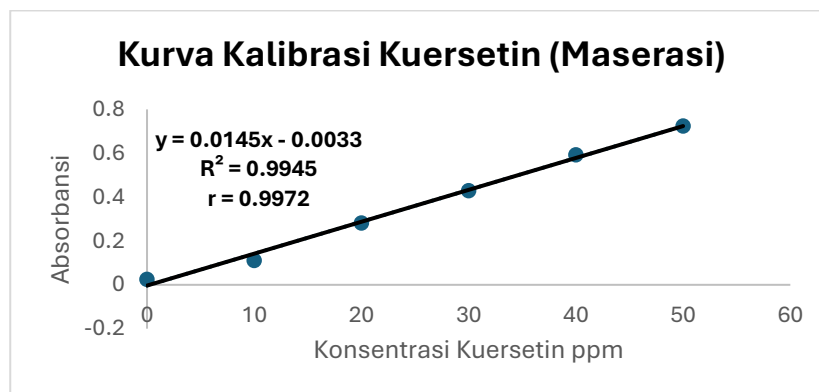


Gambar 17. Reaksi Flavonoid dengan AlCl_3 10% (Sumber: Sadik dan Disi, 2023).

Kurva kalibrasi dilakukan untuk mendapatkan persamaan linearitas $y = ax + b$ (Kartikasari dkk., 2019). Persamaan regresi linier kurva kalibrasi kuersetin yang didapatkan untuk ekstrak metode sonikasi yaitu $y = 0,0135x + 0,0057$, nilai R^2 yaitu 0,9962. Persamaan regresi linier kurva kalibrasi kuersetin untuk ekstrak metode maserasi yaitu $y = 0,0145x - 0,0033$ dengan nilai R^2 sebesar 0,9945. Gambar kurva kalibrasi kuersetin sonikasi dan maserasi dapat dilihat pada Gambar 18 dan Gambar 19.



Gambar 18. Kurva Kalibrasi Kuersetin Metode Sonikasi



Gambar 19. Kurva Kalibrasi Kuersetin Metode Maserasi

Perhitungan untuk hasil kadar total flavonoid dilakukan dengan cara mengalikan konsentrasi flavonoid sampel dengan volume (mL) yang digunakan dan faktor pengenceran yang digunakan kemudian dibagi dengan berat ekstrak (g) (Hikmawanti dkk., 2021). Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Kadar Total Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji

Metode Ekstraksi	Hasil Kadar Total Flavonoid (mgQE/g)
Sonikasi	22.19±1.172
Maserasi	21.17±2.017

Berdasarkan Tabel 10., dapat diketahui bahwa hasil kadar total flavonoid ekstrak etanol daun jambu biji menggunakan metode ekstraksi sonikasi dan maserasi tidak memiliki perbedaan hasil yang beda nyata. Hal ini dapat terjadi karena metode ekstraksi sangat mempengaruhi jumlah senyawa aktif yang dapat terekstraksi. Metode ekstraksi sonikasi menggunakan gelombang ultrasonik yang dapat membuat senyawa aktif larut dalam pelarut lebih cepat dan lebih banyak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sondari dkk. (2016), bahwa metode ekstraksi sonikasi dapat menghasilkan senyawa aktif lebih tinggi karena gelombang ultrasonik dapat membantu senyawa aktif larut dalam pelarut karena efek dari pelepasan

energi kalor sehingga suhu meningkat serta efek gesekan gelombang ultasonik antara pelarut dan serbuk simplisia yang menyebabkan dinding sel tanaman menipis sehingga pelarut dalam melakukan penetrasi yang baik ke dalam sel tanaman dan senyawa aktif dalam sel tanaman dapat ditarik dengan baik dan maksimal ke dalam pelarut.

Hasil penelitian ini didukung oleh hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan hasil kadar flavonoid metode sonikasi lebih tinggi. Menurut Nofita dkk. (2021), hasil kadar total flavonoid ekstrak etanol daun jambu biji Australia metode sonikasi lebih tinggi yaitu sebesar 4,09% atau sedangkan hasil metode maserasi sebesar 2,93%. Menurut Ulviah dkk. (2024), kadar total flavonoid ekstrak etanol daun sukun metode sonikasi lebih tinggi yaitu sebesar $44,689 \pm 0,1764$ mgQE/g sedangkan metode maserasi sebesar $42,3322 \pm 0,3792$ mgQE/g. Hasil kadar flavonoid lebih besar pada metode sonikasi karena dipengaruhi oleh suhu.

Hasil rendemen ekstrak metode sonikasi lebih tinggi daripada maserasi karena suhu yang digunakan pada ekstraksi sonikasi sebesar 40°C sedangkan maserasi menggunakan suhu 25°C. Suhu yang lebih tinggi mempercepat pelarut menembus sel tanaman karena permeabilitas sel tanaman meningkat sehingga mempermudah pelarut masuk ke dalam sel, selain itu dapat mempercepat gerakan pelarut dan senyawa aktif lebih cepat menyebabkan senyawa aktif dapat ditarik dengan baik oleh pelarut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Chairunnisa dkk. (2019), bahwa suhu ekstraksi yang tinggi dapat mempercepat gerakan pelarut menembus kedalam sel

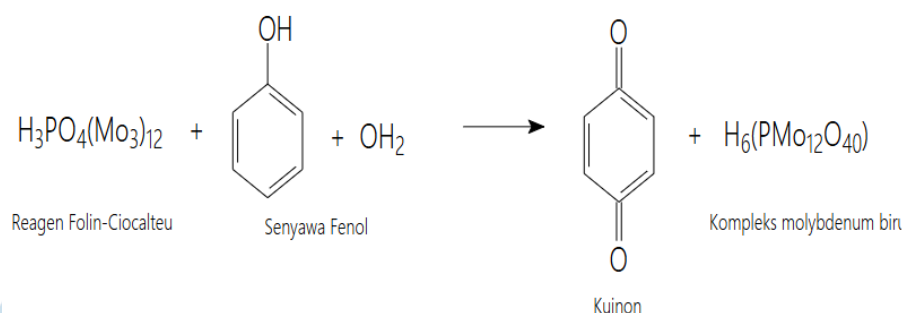
dinding tanaman karena permeabilitas sel tanaman meningkat menyebabkan peningkatan pelepasan senyawa aktif ke pelarut sehingga senyawa aktif yang terekstraksi lebih banyak. Suhu ekstraksi yang aman untuk mengekstraksi senyawa aktif berkisar pada suhu 40-65°C (Frempong dkk., 2021).

2) Penetapan Kadar Total Tanin Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji

Penetapan kadar total tanin ekstrak daun jambu biji menggunakan Na_2CO_3 dan folin ciocalteu 10% sebagai pereaksi (Listiana dkk., 2022). Folin ciocalteu 10% berfungsi sebagai pereaksi yang akan melakukan reaksi reduksi oksidasi dengan tanin, folin ciocalteu 10% sebagai oksidator dan tanin sebagai reduktor (Fatona dkk., 2021). Folin ciocalteu 10% sebagai oksidator akan mengoksidasi senyawa fenolik (tanin) menjadi ion fenolat sehingga folin ciocalteu 10% mengalami reduksi sedangkan gugus fenolik-hidroksi yang dimiliki oleh senyawa fenolik (tanin) sebagai reduktor akan mereduksi folin ciocalteu 10% menjadi fosfomolibdat-fosfotungstat sehingga senyawa fenolik (tanin) mengalami oksidasi dan membentuk senyawa kompleks molibdenum-tungsten yang berwarna biru (Manongko dkk., 2020). Senyawa kompleks berwarna biru tersebut dapat diukur absorbansinya dan dideteksi pada rentang panjang gelombang 400-800 nm pada spektrofotometri UV-Vis (Fatonah dkk., 2021).

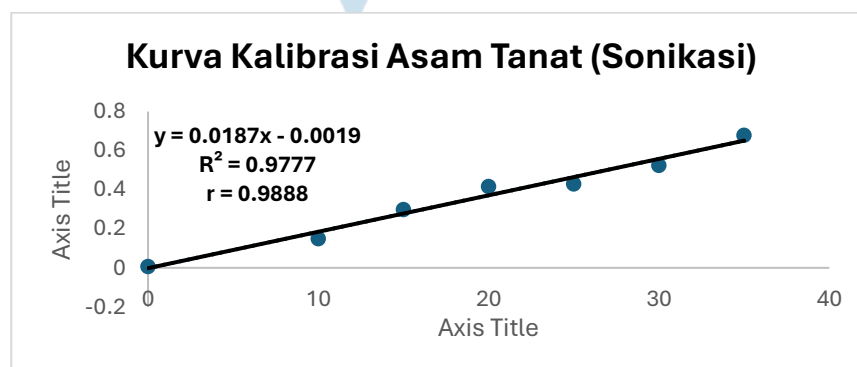
Larutan Na_2CO_3 20% berfungsi sebagai larutan yang dapat menciptakan suasana basa karena reaksi yang terjadi antara folin ciocalteu 10% dengan tanin hanya bisa terjadi dalam suasana basa. Suasana basa

tersebut diperlukan karena dapat membantu disosiasi proton yang terjadi pada senyawa fenolik menjadi ion fenolat (Noviyanty dkk., 2020). Gambar reaksi tanin dengan folin ciocalteu 10% dapat dilihat pada Gambar 20.

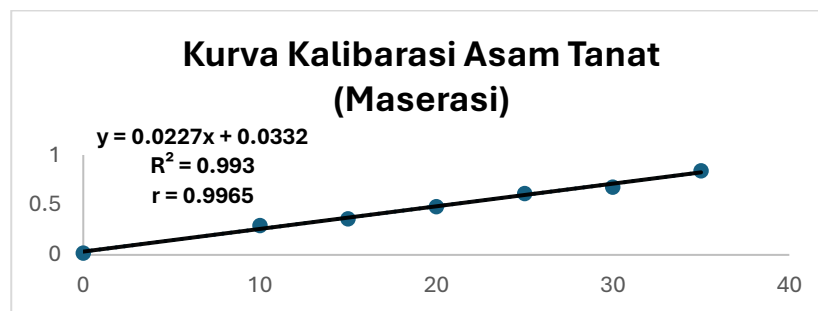


Gambar 20. Reaksi Tanin dengan Folin Ciocalteu 10% (Manongko dkk., 2020).

Kurva kalibrasi dilakukan untuk mendapatkan persamaan linearitas $y = ax + b$ (Kartikasari dkk., 2019). Persamaan regresi linier kurva kalibrasi asam tanat untuk ekstrak metode sonikasi yaitu $y = 0,0187x - 0,0019$ dengan nilai R^2 sebesar 0,9777. Persamaan regresi linier yang didapatkan dari pembuatan kurva kalibrasi asam tanat untuk ekstrak metode maserasi yaitu $y = 0,0227x + 0,0332$ dengan nilai R^2 sebesar 0,993. Gambar kurva kalibrasi kuersetin sonikasi dan maserasi dapat dilihat pada Gambar 21 dan Gambar 22.



Gambar 21. Kurva Kalibrasi Asam Tanat Metode Sonikasi



Gambar 22. Kurva Kalibrasi Asam Tanat Metode Maserasi

Perhitungan untuk hasil kadar total tanin dilakukan dengan cara mengalikan konsentrasi tanin sampel dengan volume (mL) yang digunakan dan faktor pengenceran lalu dibagi dengan berat ekstrak (g) (Hikmawanti dkk., 2021). Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Kadar Total Tanin Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji

Metode Ekstraksi	Hasil Kadar Total Tanin (mgTAE/g)
Sonikasi	567.26±6.34
Maserasi	385.22±4.01

Berdasarkan Tabel 11., dapat diketahui bahwa hasil kadar total tanin menunjukkan ada beda nyata yaitu perbedaan yang besar antara hasil kadar total tanin ekstrak daun jambu biji metode sonikasi dengan hasil metode maserasi. Metode sonikasi menghasilkan kadar total tanin lebih tinggi daripada metode maserasi yaitu secara berturut-turut 567.26±6.34 mgTAE/g dan 385.22±4.01 mgTAE/g.

Hal tersebut dapat terjadi karena dipengaruhi oleh metode ekstraksi yang digunakan saat melakukan ekstraksi. Ekstraksi dengan metode sonikasi dapat menarik senyawa aktif lebih banyak karena memiliki gelombang atau getaran ultrasonik yang dapat membantu pelarut masuk ke dalam dinding sel tanaman lebih cepat sehingga pemindahan senyawa aktif

ke pelarut lebih banyak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ningsih dkk. (2024), bahwa pemecahan dinding sel oleh getaran ultrasonik dapat menyebabkan pelarut masuk ke dalam dinding sel lebih cepat sehingga dapat menarik senyawa aktif lebih banyak. Menurut penelitian Rahman dkk. (2020), kadar total tanin ekstrak etanol daun teh Pagar Alam metode sonikasi lebih tinggi yaitu sebesar 23,1018% sedangkan metode maserasi sebesar 22,3406%. Menurut Nofita dkk. (2021), hasil kadar total flavonoid ekstrak etanol daun jambu biji Australia metode sonikasi sebesar 3,36% sedangkan metode maserasi sebesar 3,11%.

F. Uji Kemurnian Bakteri *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa*

Uji kemurnian bakteri merupakan uji yang bertujuan untuk membuktikan dan memastikan bahwa bakteri yang dipakai adalah bakteri uji yang murni tanpa ada kontaminasi dari bakteri yang lain. Uji kemurnian bakteri dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis (Aviany dan Pujiyanto, 2020). Pengamatan secara makroskopis dilakukan untuk melihat karakteristik koloni bakteri uji setelah diinokulasi secara *streak plate* pada media NA. Karakteristik koloni bakteri yang diamati yaitu bentuk dan warna koloni bakteri. Pengamatan bakteri secara mikroskopis berupa pengecatan Gram untuk melihat bentuk sel bakteri serta mengidentifikasi sifat Gram bakteri berdasarkan penyusunan dinding selnya (Ainun dkk., 2024).

Pengamatan biokimia bakteri terdiri uji fermentasi karbohidrat, uji katalase, uji motilitas, uji reduksi nitrat, dan uji kebutuhan oksigen. Pengamatan biokimia bakteri dilakukan untuk melihat sifat fisiologis bakteri melalui proses

metabolisme bakteri (Dewi dkk., 2022). Uji biokimia bakteri penting untuk dilakukan karena setiap bakteri memiliki aktivitas metabolisme yang berbeda-beda, sehingga dari hasil uji biokimia dapat diketahui aktivitas metabolisme bakteri uji yang digunakan (Amrulloh dkk., 2021). Hasil uji biokimia bakteri diidentifikasi berdasarkan buku *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Ainun dkk., 2024). Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Tabel 12 dan Tabel 13.

Tabel 12. Hasil Uji Kemurnian Bakteri *S. epidermidis*

Uji Kemurnian		<i>Staphylococcus epidermidis</i>	
		Hasil Penelitian	Menurut Bergey's Manual of Determinative Bacteriology
Makroskopis	Bentuk	Bulat	Bulat
	Warna	Putih	Putih
Mikroskopis	Gram	Ungu	Ungu/biru
	Bentuk	Bulat	Bulat
Sifat Biokimia	Fermentasi Karbohidrat	Glukosa	+
		Sukrosa	+
		Laktosa	+
	Reduksi Nitrat		-
	Katalase	Positif (gelembung)	Positif (gelembung)
	Motilitas	Nonmotil	Nonmotil
	Kebutuhan O ₂	Anaerob fakultatif	Aerob dan fakultatif anaerob

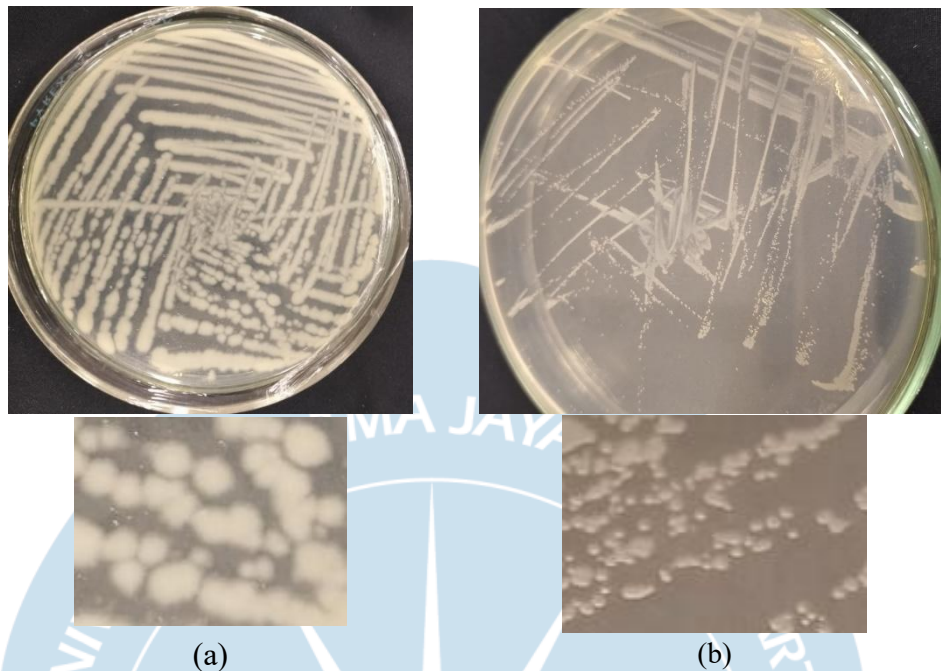
Keterangan: (+) = dapat memfermentasi karbohidat, medium berwarna kuning

Tabel 13. Hasil Uji Kemurnian Bakteri *P. aeruginosa*

		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
Uji Kemurnian		Hasil Penelitian	Menurut Bergey's Manual of Determinative Bacteriology
Makroskopis	Bentuk	Tidak beraturan	Tidak beraturan
	Warna	Keabu-abuan	Keabu-abuan
Mikroskopis	Gram	Negatif, berwarna merah	Negatif, berwarna merah
	Bentuk	Batang pendek	Batang pendek
Sifat Biokimia	Fermentasi Karbohidrat	Glukosa	-
		Sukrosa	-
		Laktosa	-
	Reduksi Nitrat	Merah muda	Positif (Merah)
	Katalase	Positif (gelembung)	Positif (gelembung)
	Motilitas	Motil	Motil
	Kebutuhan O ₂	Aerob	Aerob, fakultatif

Keterangan: (-) = tidak dapat memfermentasi karbohidrat, medium berwarna merah

Pemurnian bakteri dilakukan dengan menginokulasikan bakteri secara *streak plate* dengan 4 kuadran pada medium *nutrient agar* lalu diinkubasi selama 24 jam. Morfologi koloni bakteri yang terbentuk di atas permukaan medium *nutrient agar* yang diamati secara umum adalah bentuk koloni, warna koloni, tepi koloni, dan elevasi koloni (Zuraidah dkk., 2020). Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 23.

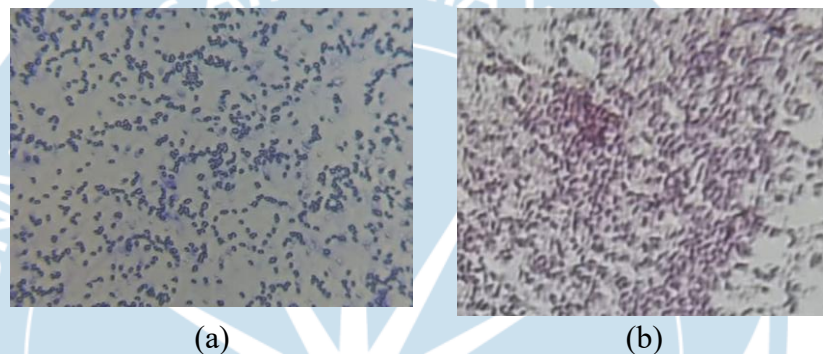


(a) (b)
Gambar 23. Hasil Uji Kemurnian Morfologi Bakteri (a) *S. epidermididis* dan (b) *P. aeruginosa*

Berdasarkan Gambar 23., dapat diketahui bahwa bentuk koloni bakteri *S. epidermidis* yaitu bulat dan warna koloni adalah putih. Bentuk koloni bakteri *P. aeruginosa* memiliki bentuk yang tidak beraturan dan berwarna abu-abu. Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Breed dkk. (1957), bahwa karakteristik morfologi koloni bakteri *S. epidermidis* yaitu berbentuk bulat dengan warna koloni yaitu putih. Karakteristik morfologi bakteri *P. aeruginosa* yaitu bentuk koloni yang tidak beraturan dengan warna koloni keabu-abuan.

Pewarnaan Gram pada bakteri merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengklasifikasikan bakteri ke dalam 2 kelompok berdasarkan struktur dinding sel nya yaitu bakteri Gram negatif dan bakteri Gram positif. Bakteri Gram positif akan berwarna ungu atau biru saat diamati dibawah mikroskop karena bakteri Gram positif memiliki dinding peptidoglikan yang tebal sehingga tetap bisa mempertahankan warna kristal violet meskipun telah diberi

larutan seton alkohol. Bakteri Gram negatif akan berwarna merah ketika diamati dibawah mikroskop karena bakteri Gram negatif memiliki dinding peptidoglikan yang tipis yang mengakibatkan warna kristal violet luruh ketika diberi larutan seton alkohol tetapi mempertahankan warna merah dari larutan safranin (Liempepas dkk., 2019). Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 24.



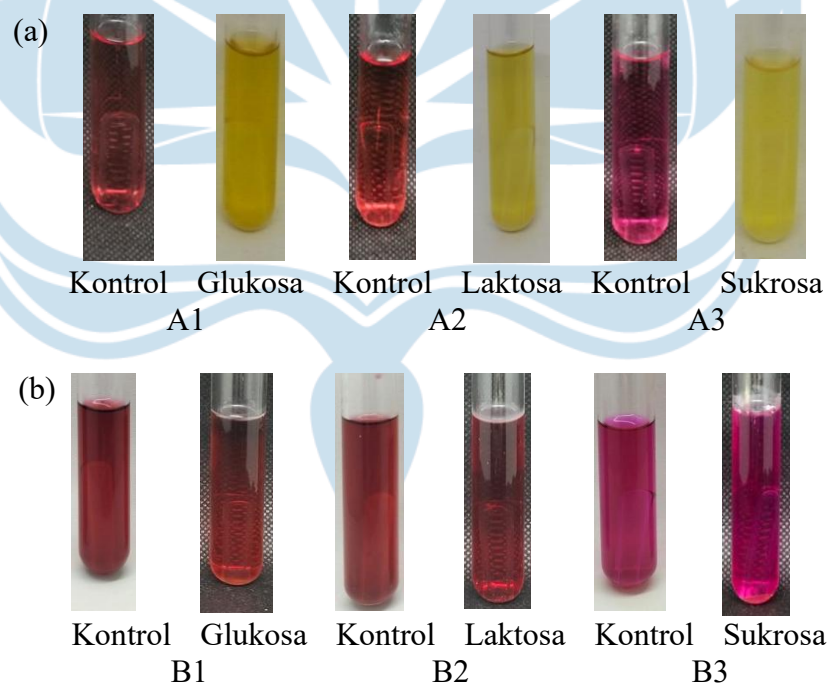
Gambar 24. Hasil Pengecatan Gram terhadap bakteri (a) *S. epidermidis* dan (b) *P. aeruginosa*

Keterangan: Pengamatan bakteri menggunakan mikroskop Cahaya perbesaran 10x40. Pengecatan Gram menggunakan Gram A (kristal violet), Gram B (lugol iodin), Gram C (aseton alkohol), Gram D (safranin)

Berdasarkan Gambar 24., dapat diketahui bahwa bakteri *Staphylococcus epidermidis* berwarna ungu dengan bentuk sel *coccus* atau bulat dan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* berwarna merah dengan bentuk sel *rod* atau batang. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri *Staphylococcus epidermidis* merupakan bakteri Gram positif yang berbentuk *coccus* atau bulat sedangkan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri Gram negatif yang berbentuk *rod* atau batang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Breed dkk. (1957), bahwa *Staphylococcus epidermidis* bakteri Gram positif dan bentuk selnya bulat

sedangkan *Pseudomonas aeruginosa* bakteri Gram negatif dan bentuk selnya *rod* (batang).

Uji fermentasi bakteri merupakan salah satu tes biokimia bakteri yang bertujuan untuk melihat kemampuan bakteri dalam memfermentasikan karbohidrat. Karbohidrat yang digunakan adalah glukosa, laktosa, dan sukrosa. Bakteri yang mampu melakukan fermentasi karbohidrat akan merubah warna medium menjadi warna kuning dan terdapat gas pada tabung durham (Aruan dan Andareas, 2024). Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil fermentasi karbohidrat terhadap bakteri *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* pada Gambar 25.



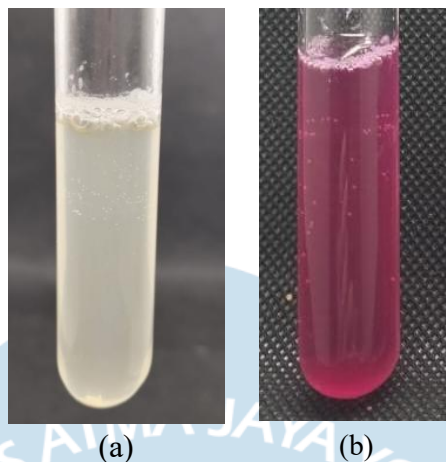
Gambar 25. Hasil Fermentasi Karbohidrat pada Bakteri (a) *S. epidermidis* dan (b) *P. aeruginosa*

Keterangan: Bakteri *S. epidermidis* dapat memfermentasi karbohidrat (A1) medium glukosa (A2) medium laktosa (A3) medium sukrosa

Bakteri *P. aeruginosa* tidak dapat memfermentasi karbohidrat (B1) medium glukosa (B2) medium laktosa (B3) medium sukrosa.

Berdasarkan Gambar 25., dapat diketahui bahwa warna medium fermentasi karbohidrat pada bakteri *S. epidermidis* mengalami perubahan menjadi warna kuning sedangkan pada bakteri *P. aeruginosa* medium tidak mengalami perubahan warna melainkan tetap berwarna merah. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri *S. epidermidis* merupakan bakteri yang dapat memfermentasikan karbohidrat sedangkan bakteri *P. aeruginosa* tidak dapat memfermentasi karbohidrat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Breed dkk. (1957), bahwa bakteri *S. epidermidis* merupakan bakteri yang mampu melakukan fermentasi pada karbohidrat sedangkan bakteri *P. aeruginosa* tidak mampu memfermentasikan karbohidrat. Karbohidrat seperti glukosa, sukrosa, dan laktosa digunakan bakteri sebagai substrat untuk melakukan fermentasi. *Phenol red* yang ditambahkan ke dalam medium berfungsi sebagai indikator, kemudian medium akan berwarna merah dan dalam kondisi pH netral (pH 7), apabila bakteri yang diinokulasikan mampu melakukan fermentasi karbohidrat maka pH medium akan turun serta menghasilkan menjadi asam yang menyebabkan medium berubah menjadi warna kuning serta dapat membentuk gas yang tertangkap di dalam tabung durham (Aruan dan Andareas, 2024).

Uji reduksi nitrat dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam mereduksi senyawa nitrat menjadi senyawa nitrit. Medium yang digunakan pada uji reduksi nitrat yaitu medium nitrat y serta menggunakan asam sulfanilat dan α -naftilamin sebagai larutan yang akan bereaksi dengan senyawa nitrit (Sine dan Fallo, 2017). Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 26.



Gambar 26. Hasil Reduksi Nitrat pada Bakteri (a) *S. epidermidis* dan (b) *P. aeruginosa*

Berdasarkan Gambar 26., dapat diketahui bahwa bakteri *S. epidermidis* memberikan hasil negatif karena tidak terjadi perubahan warna merah pada medium sedangkan *P. aeruginosa* memberikan hasil positif pada uji nitrat yang ditunjukkan dengan warna medium yang berubah menjadi warna merah. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri *S. epidermidis* tidak dapat mereduksi senyawa nitrat sedangkan *P. aeruginosa* merupakan bakteri yang dapat mereduksi senyawa nitrat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Breed dkk. (1957), bahwa bakteri *S. epidermidis* tidak memiliki kemampuan dalam mereduksi nitrat dan *P. aeruginosa* dapat mereduksi nitrat.

Bakteri *P. aeruginosa* dapat menghasilkan senyawa nitrit dari proses reduksi nitrat, keberadaan senyawa nitrit di dalam medium ini yang akan bereaksi dengan asam sulfanilat dan α -naftilamin sehingga medium berubah warna menjadi merah. Bakteri *S. epidermidis* menunjukkan hasil negatif karena reagen asam sulfanilat dan α -naftilamin tidak dapat bereaksi dengan senyawa nitrit karena *S. epidermidis* tidak memiliki kemampuan mereduksi nitrat menjadi nitrit sehingga medium tidak berubah menjadi warna merah. Hal ini

sesuai dengan pernyataan Effendi (2020), bahwa bakteri yang dapat mereduksi senyawa nitrat menjadi senyawa nitrit akan menyebabkan perubahan warna pada medium yaitu menjadi warna merah. Warna merah yang terbentuk tersebut merupakan reaksi yang terjadi antara senyawa nitrit dengan asam sulfanilat dan α -naftilamin. Bakteri yang dapat mereduksi nitrat akan menghasilkan senyawa nitrit yang akan bereaksi dengan asam sulfanilat dan α -naftilamin sedangkan bakteri yang tidak dapat mereduksi nitrat menjadi nitrit tidak akan terjadi perubahan warna pada medium karena di dalam medium tidak terdapat senyawa nitrit yang bereaksi dengan asam sulfanilat dan α -naftilamin.

Uji katalase pada bakteri dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam menghasilkan enzim katalase. Bakteri yang mampu menghasilkan enzim katalase akan bereaksi dengan larutan H_2O_2 menghasilkan gelembung. Larutan H_2O_2 ditetaskan di atas gelas benda lalu bakteri digoreskan pada larutan H_2O_2 yang berada di gelas benda (Mafazah dan Zulaika, 2017). Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 27.

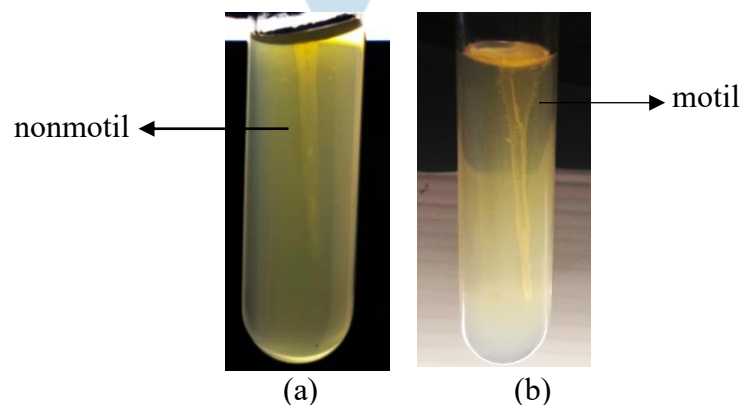


Gambar 27. Hasil Katalase pada Bakteri (a) *S. epidermidis* dan (b) *P. aeruginosa*

Berdasarkan Gambar 27., dapat diketahui bahwa bakteri *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* menghasilkan hasil positif pada uji katalase yang ditunjukkan

dari gelembung udara yang terbentuk. Hal ini sesuai dengan pernyataan Breed dkk. (1957), bahwa bakteri *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* positif pada uji katalase. Bakteri yang menghasilkan enzim katalase seperti *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* dapat memecah hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi air (H_2O) dan oksigen (O_2) yang dapat dilihat dari terbentuknya gelembung-gelembung udara. Hal ini sesuai dengan pernyataan Liempapas dkk. (2019), bahwa enzim katalase adalah enzim yang mengkatalisis pemecahan hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi H_2O dan O_2 sehingga bakteri yang memiliki enzim katalase dapat memecah H_2O_2 dan terbentuk gelembung udara.

Uji motilitas dilakukan untuk mengetahui pergerakan pertumbuhan bakteri setelah diinokulasikan secara tegak pada medium NA (*nutrient agar*). Bakteri yang memiliki alat gerak atau biasa disebut bakteri motil akan menunjukkan pertumbuhan yang menyebar pada medium NA. Bakteri yang tidak memiliki alat gerak atau bakteri nonmotil hanya akan tumbuh disekitar bekas tusukan inokulasi dan tidak tumbuh menyebar di dalam medium (Liempapas dkk., 2019). Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 28.



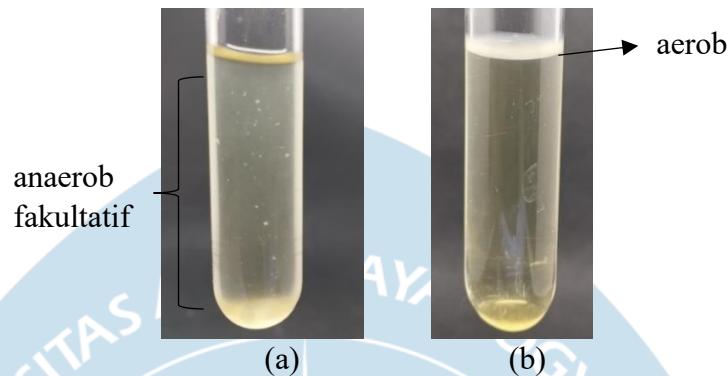
Gambar 28. Hasil Motilitas terhadap Bakteri (a) *S. epidermidis* (b) *P. aeruginosa*

Berdasarkan Gambar 28., dapat diketahui bahwa pertumbuhan bakteri *P. aeruginosa* menyebar disekitar bekas tusukan inokulasi yang menunjukkan bahwa bakteri *P. aeruginosa* adalah bakteri motil. Pertumbuhan bakteri *S. epidermidis* hanya pada bekas tusukan inokulasi yang menunjukkan bahwa bakteri *S. epidermidis* merupakan bakteri nonmotil. Hal ini sesuai dengan pernyataan Breed dkk. (1957), bahwa bakteri *P. aeruginosa* merupakan bakteri motil dan bakteri *S. epidermidis* merupakan bakteri nonmotil.

Pertumbuhan bakteri motil dalam medium terlihat seperti akar disekitar bekas tusukan inokulasi karena bakteri motil memiliki flagella sebagai alat gerak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Karimela dkk. (2018), bahwa bakteri motil memiliki alat gerak berupa flagella atau cilia sedangkan bakteri nonmotil tidak memiliki alat gerak. Alat gerak yang dimiliki oleh bakteri inilah yang memungkinkan bakteri dapat melakukan pertumbuhan dengan cara menyebar pada medium.

Uji Kebutuhan Oksigen bakteri dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat kebutuhan oksigen bakteri untuk pertumbuhannya. Bakteri yang membutuhkan oksigen untuk dapat hidup disebut dengan bakteri aerob, bakteri yang tidak membutuhkan oksigen untuk hidup disebut bakteri anaerob, dan bakteri yang dapat meskipun ada oksigen meskipun tidak ada oksigen disebut dengan bakteri anaerob fakultatif (Mutmainnah dkk., 2023). Uji kebutuhan oksigen dilakukan dengan cara menginokulasikan bakteri uji ke dalam medium NB kemudian dilihat pertumbuhan bakteri di area medium

setelah diinkubasi (Damayanti dkk., 2018). Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 29.



Gambar 29. Hasil Kebutuhan Oksigen terhadap Bakteri (a) *S. epidermidis* dan (b) *P. aeruginosa*

Berdasarkan Gambar 29., dapat diketahui bahwa pertumbuhan bakteri *S. epidermidis* di dalam medium NB menyebar yang menandakan bahwa bakteri *S. epidermidis* adalah bakteri anaerob fakultatif. Pertumbuhan bakteri *P. aeruginosa* di dalam medium NB hanya dipermukaan medium saja yang menunjukkan bahwa bakteri *P. aeruginosa* adalah bakteri aerob. Hal ini sesuai dengan pernyataan Breed dkk. (1957), bahwa bakteri *S. epidermidis* merupakan bakteri anaerob fakultatif sedangkan bakteri *P. aeruginosa* merupakan bakteri aerob.

S. epidermidis termasuk bakteri anaerob fakultatif karena pertumbuhan bakteri menyebar pada medium yaitu permukaan, tengah dan dasar medium karena bakteri yang bersifat anaerob mampu hidup pada kondisi ada maupun tidak ada oksigen. *P. aeruginosa* bakteri aerob karena pertumbuhan bakteri berada di permukaan medium karena bakteri aerob sangat membutuhkan oksigen untuk hidup. Hal ini sesuai dengan pernyataan Putri (2018), bahwa pertumbuhan bakteri anaerob fakultatif pada medium NB akan

menunjukkan pertumbuhan yang menyebar pada seluruh medium sedangkan bakteri yang bersifat aerob hanya tumbuh pada permukaan medium NB saja, hal ini ditunjukkan dengan terdapat kekeruhan medium yang terjadi hanya di permukaan medium.

G. Aktivitas Antibakteri

1. Zona Hambat

Analisis aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun jambu biji terhadap *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* menggunakan parameter zona hambat dengan melihat luas zona bening yang terbentuk setelah masa inkubasi. Metode yang digunakan adalah metode difusi agar dengan membuat sumuran, yaitu memasukkan larutan konsentrasi ekstrak ke dalam sumuran dengan volume tertentu. Konsentrasi larutan ekstrak yang digunakan yaitu 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%, kontrol positif tetrasiklin 5% serta kontrol positif etanol 70%. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Tabel 14., dan Tabel 15.

Tabel 14. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Jambu Biji Metode Sonikasi dan Maserasi terhadap *S. epidermidis* Berdasarkan Diameter Zona Hambat

Konsentrasi Ekstrak	Diameter Zona Hambat (mm)		Rata-rata
	Sonikasi	Maserasi	
10%	7,27±1,01	6,52±1,41	6,89±1,22 ^b
20%	11,3±0,69	9,95±3,54	10,62±2,05 ^c
30%	15,41±1,48	11,42±1,96	13,42±2,66 ^d
40%	17,29±1,14	12,47±2,08	14,88±2,99 ^d
50%	19,23±0,82	14,3±1,75	16,77±2,90 ^e
Rata-rata	13,18±7,27 ^h	10,52±5,92 ⁱ	11,85±6,72 ⁱ

Keterangan: Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

K+ = Kontrol positif (tetrasiklin 5%) sebesar 20,38±2,96^f

K- = Kontrol negatif (etanol 70%) sebesar 0,00±0,0^a

Tabel 15. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Jambu Biji Metode Sonikasi dan Maserasi terhadap *P. aeruginosa* Berdasarkan Diameter Zona Hambat

Konsentrasi Ekstrak	Diameter Zona Hambat (mm)		Rata-rata
	Sonikasi	Maserasi	
10%	7,31±1,23	6,59±1,48	6,95±1,34 ^b
20%	9,27±1,25	8,64±0,86	8,955±2,06 ^c
30%	10,84±1,53	10,31±1,04	10,575±2,50 ^d
40%	12,73±2,76	12,41±1,29	12,57±1,43 ^e
50%	15,62±2,12	12,98±1,04	14,8±1,34 ^f
Rata-rata	12,24 ±8,8 ^h	11,5±8,32 ^h	11,87±8,51 ^h

Keterangan: Angka dengan huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

K+ = Kontrol positif (tetrasiklin 5%) sebesar 24,81±5,34^g

K- = Kontrol negatif (etanol 70%) sebesar 0,00±0,0^a

Berdasarkan hasil analisis statistik faktorial diketahui bahwa aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun jambu biji metode sonikasi dan maserasi terhadap *S. epidermidis* terdapat perbedaan nyata karena nilai signifikansi $0,00 < p(0,05)$. Hasil rata-rata zona hambat metode sonikasi lebih tinggi daripada metode maserasi terhadap *P. aeruginosa*. Hasil analisis statistik faktorial aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun jambu biji metode sonikasi dan maserasi terhadap *P. aeruginosa* menunjukkan beda nyata karena nilai signifikansi $0,049 < p(0,05)$, namun pada hasil rata-rata zona hambat antara metode sonikasi dan maserasi hanya berbeda selisih 0,74 mm sehingga perbedaan nyata yang ditunjukkan pada analisis statistik tidak memberikan pengaruh yang nyata pada aktivitas antibakteri ekstrak duan jambu biji metode sonikasi dan maserasi terhadap *P. aeruginosa*.

Berdasarkan uji Duncan konsentrasi 10%, 20%, dan 50% ekstrak etanol daun jambu biji metode sonikasi dan maserasi terhadap *S.*

epidermidis menunjukkan ada perbedaan nyata, namun tidak berbeda nyata pada konsentrasi 30% dan 40%. Hasil uji Duncan diameter zona hambat ekstrak etanol daun jambu biji metode sonikasi dan maserasi terhadap *P. aeruginosa* menunjukkan ada perbedaan nyata pada hasil rata-rata zona hambat konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Hasil analisis statistik dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Perbandingan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Jambu Biji Metode Sonikasi dan Maserasi terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*

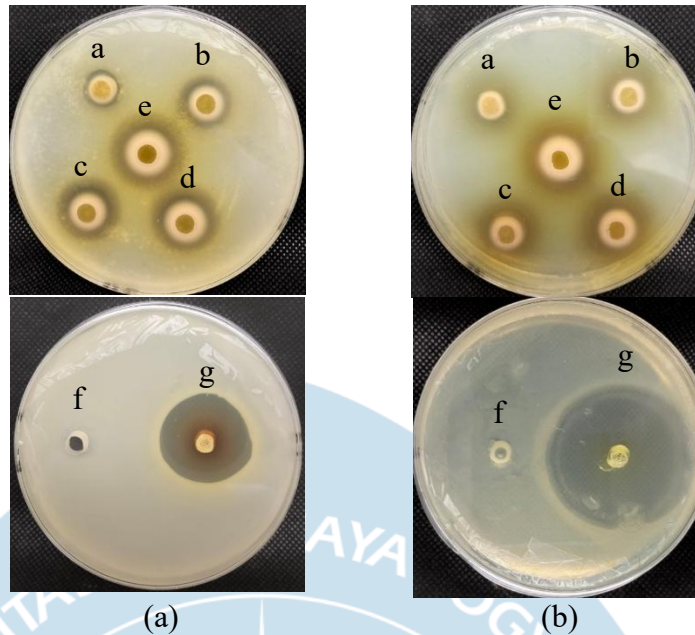
Metode	Diameter Zona Hambat (mm)					Rata-rata
	10%	20%	30%	40%	50%	
Sonikasi	7,2±1,06	10,285±1,43	12,125±2,79	15,01±2,76	17,425±2,12	12,71±8,03 mm
Maserasi	6,555±1,36	9,295±2,52	10,865±1,59	12,44±1,63	14,14±1,37	11±7,19 mm
Rata-rata	6,92±1,25 ^b	9,79±2,06 ^c	11,99±2,50 ^d	13,73±2,57 ^e	15,78±2,42 ^f	11,86±7,64 mm

Keterangan: Angka dengan huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

K+ = Kontrol positif (tetrasiklin 5%) sebesar 24,81±5,34^g

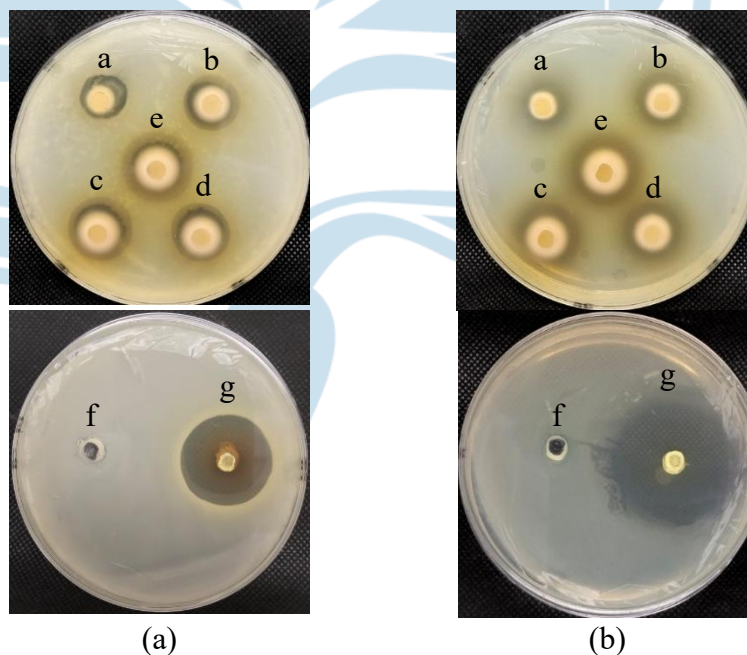
K- = Kontrol negatif (etanol 70%) sebesar 0,00±0,0^a

Berdasarkan Tabel 16., dapat diketahui bahwa rata-rata diameter zona hambat mengalami peningkatan dari konsentrasi ekstrak 10%-50%. Hal ini sama dengan hasil analisis statistik zona hambat *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin tinggi pula diameter zona hambatnya. Berdasarkan uji Duncan, dapat dilihat bahwa ada perbedaan nyata hasil zona hambat kontrol positif, kontrol negatif, dan konsentrasi ekstrak 10%, 20%, 30%, 40%, 50%. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh zona hambat yang dapat dilihat pada Gambar 30 dan 31.



Gambar 30. Hasil Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji dengan Metode Sonikasi terhadap (a) *S. epidermidis* dan (b) *P. aeruginosa*

Keterangan: a = Konsentrasi 10% e = Konsentrasi 50%
 b = Konsentrasi 20% f = Etanol 70% (K-)
 c = Konsentrasi 30% g = Tetrasiklin 5% (K+)
 d = Konsentrasi 40%



Gambar 31. Hasil Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji dengan Metode Maserasi terhadap (a) *S. epidermidis* dan (b) *P. aeruginosa*

Keterangan: a = Konsentrasi 10% e = Konsentrasi 50%
 b = Konsentrasi 20% f = Etanol 70% (K-)
 c = Konsentrasi 30% g = Tetrasiklin 5% (K+)
 d = Konsentrasi 40%

Hasil zona hambat ekstrak etanol daun jambu biji metode sonikasi terhadap *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* secara berturut-turut sebesar $13,18 \pm 7,27$ mm dan $12,24 \pm 8,81$ mm termasuk ke dalam kategori kuat. Hasil zona hambat pada metode maserasi terhadap *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* secara berturut-turut sebesar $10,52 \pm 5,92$ mm dan $11,5 \pm 8,32$ mm termasuk kategori kuat. Hasil rata-rata zona hambat antibiotik tetrasiklin 5% terhadap *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* secara berurutan yaitu $20,38 \pm 2,96$ mm dan $24,81 \pm 5,34$ mm sehingga termasuk kategori sangat kuat karena hasil zona hambat lebih dari 20 mm.

Aktivitas antibakteri dapat dikategorikan kekuatannya berdasarkan hasil luas zona hambat yaitu ≤ 5 mm kategori lemah, 5-10 mm kategori sedang, 10-20 mm kategori kuat, ≥ 20 mm kategori sangat kuat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Halisa dkk. (2023), bahwa penggolongan kekuatan aktivitas antibakteri dilihat dari hasil pengukuran diameter zona hambat. Kategori lemah kurang dari 5 mm, kategori sedang 5-10 mm, kategori kuat 10-20 mm, dan kategori sangat kuat lebih dari 20 mm.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan hasil aktivitas antibakteri antara ekstrak daun jambu biji hasil ekstraksi sonikasi dengan ekstraksi maserasi. Hal ini menunjukkan bahwa metode ekstraksi yang digunakan dapat mempengaruhi aktivitas antibakteri suatu ekstrak. Aktivitas antibakteri dari ekstrak daun jambu biji hasil ekstraksi sonikasi lebih besar dibandingkan dengan ekstrak daun jambu biji hasil ekstraksi maserasi

terhadap bakteri uji *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hasibuan dkk. (2024), bahwa aktivitas antibakteri dapat dipengaruhi oleh metode ekstraksi yang digunakan saat proses ekstraksi.

Ekstrak daun jambu biji yang dihasilkan dari proses ekstraksi sonikasi memiliki hasil zona hambat disetiap konsentrasi karena ekstrak yang dihasilkan dari proses ekstraksi sonikasi mengandung senyawa aktif yang lebih banyak, hal ini berkaitan dengan prinsip kerja dari ekstraksi sonikasi. Prinsip kerja ekstraksi sonikasi menggunakan getaran ultrasonik yang mampu memecah dinding sel tanaman sehingga senyawa aktif bisa keluar dan ditarik atau larut pada pelarut etanol 70% dan secara durasi lebih efisien. Hal ini sesuai dengan pernyataan Triyanti dkk. (2025) bahwa hasil ekstraksi yang dihasilkan dari proses ekstraksi sonikasi lebih tinggi karena memiliki getaran ultrasonik yang dapat membantu memecah atau merusak dinding sel tanaman sehingga pelarut dapat menarik senyawa aktif yang sesuai dengan kepolarannya dengan cepat dan lebih maksimal.

Banyaknya senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun jambu hasil ekstraksi sonikasi dapat dilihat dari persentase rendemen ekstrak. Hasil persentase rendemen ekstrak tidak hanya digunakan untuk melihat banyaknya ekstrak tetapi juga untuk mengetahui bahwa ekstrak tersebut mengandung banyak senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, alkaloid, terpenoid, steroid. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hasnaeni dkk. (2019) bahwa hasil rendemen ekstrak yang dihasilkan dari proses ekstraksi memiliki hubungan dengan banyaknya senyawa aktifnya yang

terkandung pada ekstrak, jika rendemen ekstrak tinggi maka jumlah senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak juga tinggi.

Semakin banyak senyawa aktif yang ditarik maka semakin tinggi pula daya antibakteri ekstrak tersebut. Banyaknya senyawa aktif pada ekstrak maka kemampuan ekstrak untuk menghambat pertumbuhan bakteri uji juga semakin besar yang dapat dilihat dari ukuran diameter zona hambat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ramadhani dkk. (2024) bahwa aktivitas antibakteri suatu ekstrak dipengaruhi oleh hasil rendemen ekstrak karena ekstrak yang memiliki rendemen tinggi mempunyai kandungan senyawa aktif yang banyak menyebabkan tingginya aktivitas antibakteri ekstrak dalam menghambat pertumbuhan bakteri.

Pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi yaitu etanol 70%. Etanol 70% merupakan pelarut polar sehingga senyawa aktif yang terekstrak adalah senyawa aktif yang bersifat polar juga sesuai dengan prinsip *like dissolve like* (Yani dkk., 2023). Ekstrak daun jambu mengandung senyawa aktif polar yang berperan sebagai antibakteri yaitu flavonoid, tanin, fenol, alkaloid, dan saponin (Afifi dan Erlin, 2017).

Flavonoid sebagai senyawa antibakteri memiliki 2 mekanisme yaitu dengan merusak membran sitoplasma dan merusak dinding sel bakteri. Mekanisme flavonoid dalam merusak membran sitoplasma adalah dengan menghambat fungsi fosfolipid yang memiliki fungsi sebagai lapisan yang melindungi sitoplasma sekaligus sebagai membran yang mengatur keluar masuknya zat-zat yang penting bagi kelangsungan hidup sel bakteri.

Membran sitoplasma yang rusak akan menyebabkan zat-zat penting bagi sel keluar dari dalam sel bakteri sehingga mengakibatkan kematian pada sel bakteri. Mekanisme flavonoid dalam merusak dinding sel bakteri yaitu gugus hidroksi pada flavonoid akan berikatan dengan lipid dan asam amino pada dinding sel bakteri sehingga dinding sel bakteri mengalami kerusakan. Dinding sel bakteri yang telah rusak akan menyebabkan senyawa flavonoid dapat masuk ke dalam inti sel bakteri dan senyawa flavonoid akan berikatan dengan DNA bakteri pada basa nitrogen dengan membentuk ikatan hidrogen dengan basa nitrogen DNA bakteri mengakibatkan sel bakteri mengalami lisis dan berakhir kematian sel.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Amanda dkk., (2019) bahwa senyawa flavonoid dapat merusak membran sitoplasma dan dinding sel bakteri. Flavonoid akan merusak fosfolipid yaitu lapisan pelindung sitoplasma. Fosfolipid yang dirusak tersebut akan menyebabkan zat-zat penting bagi metabolisme sel akan keluar dari dalam sel sehingga sel bakteri mati. Flavonoid juga dapat merusak dinding sel dengan cara gugus alkohol pada flavonoid akan berikatan dengan lipid dan asam amino yang terdapat pada dinding sel bakteri yang menyebabkan dinding sel rusak. Dinding sel yang rusak memungkinkan senyawa flavonoid lebih masuk lagi ke dalam inti sel bakteri dan bertemu dengan DNA, kemudian flavonoid akan berikatan dengan DNA yaitu membentuk ikatan hidrogen dengan basa nitrogen sehingga menyebabkan lisis sel dan sel bakteri akan mati.

Tanin merupakan senyawa antibakteri yang dapat merusak membran sel bakteri. Membran sel bakteri yang dirusak oleh tanin menyebabkan terganggunya permeabilitas sel sehingga sel tidak dapat melakukan metabolisme yang mengakibatkan kematian sel. Tanin juga dapat menghambat pembentukan peptidoglikan yang merupakan struktur penyusun dinding sel bakteri. Dinding sel yang tidak dapat terbentuk akan membuat sel bakteri lisis atau pecah karena tidak dapat menahan tekanan osmosis dan berujung pada kematian sel.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Pisacha dkk. (2023) bahwa mekanisme tanin sebagai senyawa antibakteri yaitu dengan merusak membran sel dan menghambat pembentukan peptidoglikan. Membran sel yang mengalami kerusakan akan berdampak pada fungsi permeabilitas sel yang terganggu sehingga akan menyebabkan kematian sel. Pembentukan peptidoglikan yang dihambat oleh tanin menyebabkan dinding sel bakteri tidak terbentuk. Dinding sel yang tidak dapat terbentuk akan membahayakan sel karena sel akan pecah karena tekanan osmotik sehingga sel bakteri mati.

Hasil diameter zona hambat pada variasi konsentrasi ekstrak daun jambu biji bakteri *S. epidermidis* lebih besar daripada bakteri *P. aeruginosa* yaitu secara berurutan $12,52 \pm 4,25$ mm dan $10,77 \pm 3,02$ mm. Hal ini berkaitan dengan struktur dinding sel bakteri karena dinding sel bakteri akan mempengaruhi kepekaan bakteri terhadap senyawa antibakteri. Bakteri *S. epidermidis* memiliki hasil zona hambat lebih besar karena *S.*

epidermidis merupakan bakteri Gram positif. Bakteri Gram positif memiliki struktur dinding sel yang lebih sederhana tetapi memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal. Struktur dinding sel *S. epidermidis* sebagai bakteri Gram positif mengandung asam teikoat yang bersifat polar sehingga memudahkan senyawa antibakteri yang juga bersifat polar seperti flavonoid dan tanin masuk ke dalam sel bakteri.

Hal tersebut yang menyebabkan bakteri *S. epidermidis* mudah dihambat pertumbuhannya yang dilihat dari besarnya ukuran diameter zona hambat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sakul dkk. (2020), bahwa dinding sel pada bakteri Gram positif lebih sederhana namun memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal. Struktur dinding sel bakteri Gram positif terdiri dari lapisan peptidoglikan yang tebal, sedikit lipid, dan polisakarida yaitu asam teikoat. Dinding sel bakteri Gram positif cenderung lebih polar karena mengandung asam teikoat yang juga bersifat polar. Kepolaran dinding sel bakteri Gram positif inilah yang menyebabkan senyawa antibakteri flavonoid dan tanin yang bersifat polar lebih mudah menembus dan masuk ke dalam sel bakteri dan melakukan aktivitas antibakterinya.

Hasil zona hambat bakteri *P. aeruginosa* lebih kecil karena *P. aeruginosa* merupakan bakteri Gram negatif. Bakteri Gram negatif memiliki dinding sel yang lebih kompleks yaitu lipoprotein yang berada di lapisan luar, lipopolisakarida pada lapisan tengah, dan peptidoglikan yang berada di lapisan dalam. Struktur dinding sel bakteri Gram negatif bersifat non-polar karena mengandung lipopolisakarida (LPS) sehingga

mengandung lebih banyak lipid. Hal ini yang menyebabkan senyawa antibakteri seperti flavonoid dan tanin yang bersifat polar lebih sulit menembus dinding sel bakteri dan masuk ke dalam sel bakteri untuk merusak sel bakteri.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Muharni dkk. (2017) bahwa bakteri Gram negatif memiliki kepekaan yang lebih rendah terhadap senyawa antibakteri karena memiliki dinding sel yang lebih kompleks. Struktur dinding sel bakteri terdiri dari 3 lapisan yaitu lipoprotein sebagai lapisan luar, lipopolisakarida sebagai lapisan tengah, dan peptidoglikan sebagai lapisan dalam. Lapisan lipopolisakarida yang terdapat pada dinding sel bakteri Gram negatif bersifat non-polar yang sukar larut pada air. Hal tersebut menyulitkan senyawa antibakteri yang bersifat polar seperti flavonoid dan tanin untuk melakukan penetrasi ke dalam dinding sel dan tidak maksimal dalam melakukan aktivitas penghambatan pertumbuhan bakteri.

Hasil zona hambat kontrol positif tetrasiklin 5% terhadap *P. aeruginosa* lebih besar dibandingkan *S. epidermidis* yaitu secara berurutan $24,81 \pm 5,34$ mm dan $20,38 \pm 2,96$ mm. Hal ini dapat terjadi karena bakteri Gram negatif memiliki protein membran luar yaitu porin yang tidak dimiliki bakteri Gram positif. Porin yang bersifat hidrofilik pada bagian saluran dalam memungkinkan antibiotik tetrasiklin yang bersifat polar dapat masuk melalui porin dan mencapai target di dalam sel bakteri yaitu ribosom. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bhowmik dkk. (2023), bahwa

membran luar bakteri Gram negatif memiliki banyak protein yang disebut porin. Porin merupakan saluran hidrofilik pada membran luar bakteri Gram negatif yang dapat membantu masuknya tetrasiklin ke dalam sel bakteri secara efisien dan mencapai target yaitu ribosom bakteri untuk melakukan mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri.

2. Konsentrasi Hambat Minimum

Konsentrasi Hambat Minimum merupakan kemampuan senyawa antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri pada konsentrasi paling rendah (Krochmal dan Wicher, 2021). Tujuan dilakukan konsentrasi hambat minimum yaitu untuk mengetahui konsentrasi terendah suatu senyawa antibakteri yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri yang dilihat pada hasil inkubasi tidak terdapat pertumbuhan bakteri (Jannah dkk., 2023).

Konsentrasi hambat minimum dilakukan dengan mencampurkan suspensi bakteri dengan berbagai konsentrasi ekstrak dan medium cair steril di dalam tabung konikal. Larutan KHM diinkubasi selama 24 jam kemudian larutan KHM yang sudah diinkubasi 24 jam diinokulasi pada medium padat secara merata lalu diinkubasi kembali selama 24 jam. Hasil KHM pada media padat yang sudah diinkubasi 24 jam diamati dengan melihat ada tidaknya pertumbuhan bakteri. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil Konsentrasi Hambat Minimum Ekstrak Daun Jambu Biji terhadap *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa*

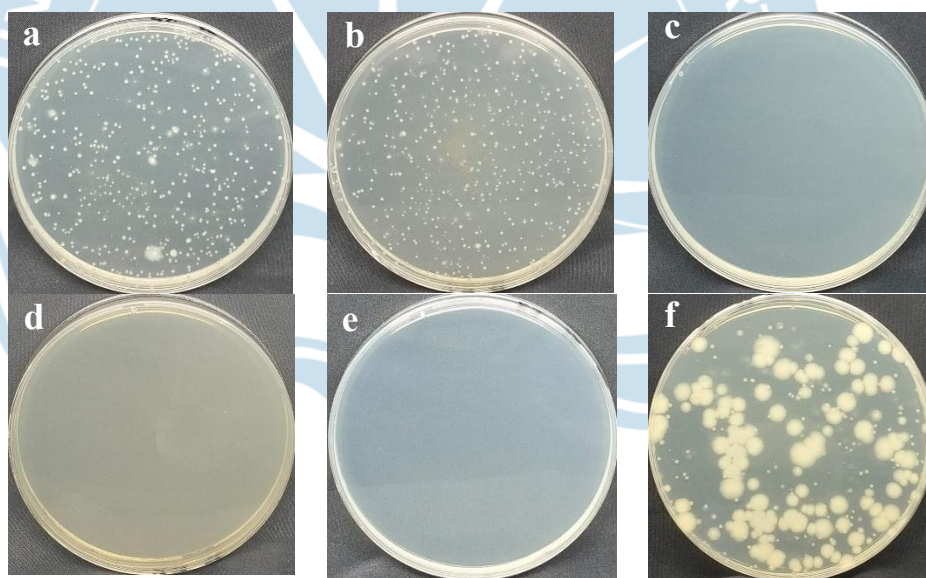
Metode	Konsentrasi	Bakteri	
		<i>S. epidermidis</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Sonikasi	5%	TNTC	TNTC
	10%	TNTC	0
	15%	0	0
	20%	0	0
	Kontrol positif	0	0
	Kontrol negatif	TNTC	TNTC
Maserasi	5%	TNTC	TNTC
	10%	TFTC	TFTC
	15%	0	0
	20%	0	0
	Kontrol positif	0	0
	Kontrol negatif	TNTC	TNTC

Keterangan: TNTC = *too numerous to count* (koloni bakteri lebih dari 300)
TFTC = *too few to count* (koloni bakteri kurang dari 30)

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 17., diketahui bahwa konsentrasi hambat minimum ekstrak etanol daun jambu biji metode sonikasi terhadap *S. epidermidis* yaitu pada konsentrasi 15% sedangkan terhadap *P. aeruginosa* pada konsentrasi 10%. Nilai KHM *P. aeruginosa* lebih rendah (efektif dalam menghambat bakteri karena konsentrasi ekstrak yang rendah sudah bisa menghambat bakteri) sedangkan hasil rata-rata zona hambatnya kecil karena bakteri Gram negatif, hal ini dapat terjadi karena metode yang digunakan pada uji zona hambat dan KHM berbeda. Uji zona hambat menggunakan metode difusi sedangkan KHM menggunakan metode dilusi agar.

Aktivitas antibakteri pada uji zona hambat dipengaruhi oleh kemampuan senyawa aktif berdifusi ke media padat untuk dapat menghambat bakteri sedangkan pada KHM senyawa aktif dan bakteri berinteraksi secara langsung pada medium cair tanpa berdifusi ke media

untuk menghambat bakteri. Hal ini sesuai dengan pernyataan Widodo dan Hendriyani (2023) bahwa hasil zona hambat dipengaruhi oleh kemampuan senyawa aktif berdifusi ke media padat yang berisi bakteri uji untuk melakukan aktivitas penghambatan bakteri sedangkan KHM menggunakan medium cair yang memungkinkan senyawa aktif dapat berinteraksi langsung dengan bakteri uji untuk menghambat bakteri. Konsentrasi hambat minimum ekstrak etanol daun jambu biji metode maserasi terhadap *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* pada konsentrasi 15%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 32.

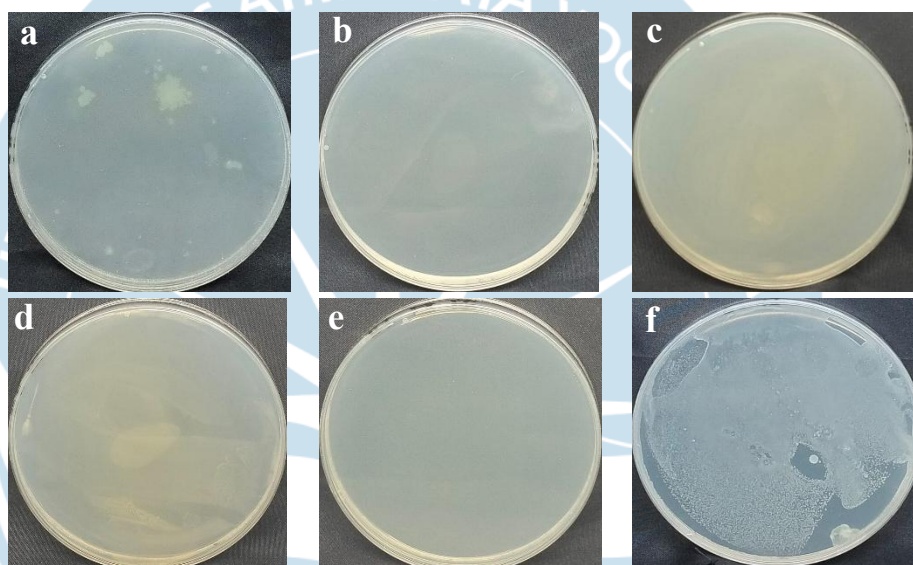


Gambar 32. Hasil Konsentrasi Hambat Minimum Ekstrak Daun Jambu Biji Metode Sonikasi terhadap *S. epidermidis*

Keterangan: a = Konsentrasi 5% e = Tetrasiklin 5% (K+)
 b = Konsentrasi 10% f = Etanol 70% (K-)
 c = Konsentrasi 15%
 d = Konsentrasi 20%

Berdasarkan Gambar 32., dapat diketahui bahwa ekstrak etanol daun jambu biji metode sonikasi pada konsentrasi 15% mampu menghambat pertumbuhan *S. epidermidis*. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol

daun jambu biji memiliki aktivitas antibakteri yang kuat dan efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Hal ini sesuai dengan pernyataan Erlyn (2016), bahwa nilai KHM yang rendah menunjukkan bahwa ekstrak sebagai senyawa antibakteri efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 33.



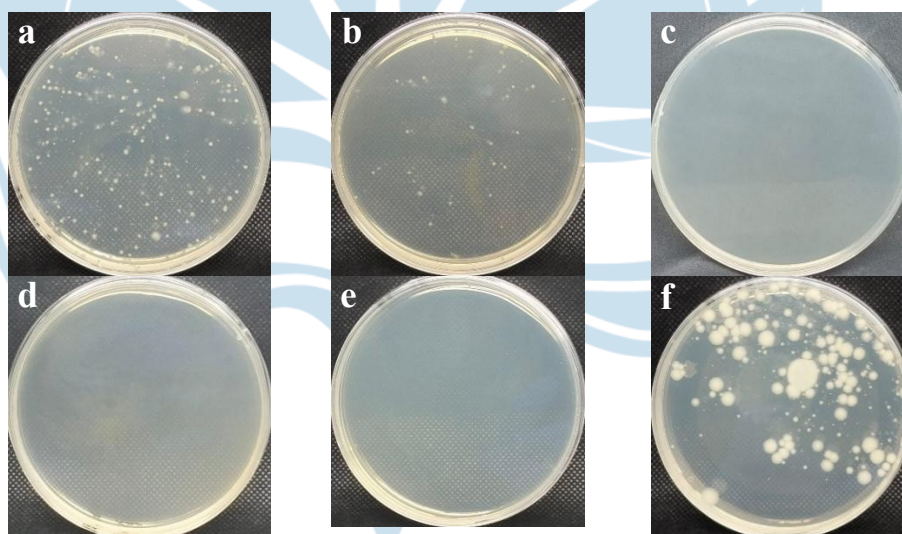
Gambar 33. Hasil Konsentrasi Hambat Minimum Ekstrak Daun Jambu Biji Metode Sonikasi terhadap *P. aeruginosa*

Keterangan: a = Konsentrasi 5% e = Tetrasiklin 5% (K+)
 b = Konsentrasi 10% f = Etanol 70% (K-)
 c = Konsentrasi 15%
 d = Konsentrasi 20%

Berdasarkan Gambar 33., ditunjukkan bahwa KHM ekstrak daun jambu biji metode sonikasi terhadap *P. aeruginosa* pada konsentrasi 10%. Hasil tersebut berkaitan dengan kandungan senyawa aktif pada ekstrak daun jambu biji metode sonikasi lebih besar daripada metode maserasi sehingga konsentrasi ekstrak paling rendah sudah mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Hal ini sesuai dengan pernyataan Afni dkk. (2015), bahwa ekstrak

yang memiliki akumulasi senyawa aktif yang tinggi akan efektif menghambat pertumbuhan bakteri sehingga menghasilkan nilai KHM yang kecil.

Nilai KHM yang lebih kecil ini juga menunjukkan bahwa bakteri *P. aeruginosa* memiliki sensitifitas yang tinggi terhadap ekstrak daun jambu biji sebagai senyawa antibakteri. Hal ini sesuai dengan pernyataan Muharni dkk. (2017) bahwa nilai KHM yang rendah menunjukkan bahwa bakteri uji memiliki sensitifitas yang tinggi karena pertumbuhannya dapat dihambat pada konsentrasi yang rendah. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 34.

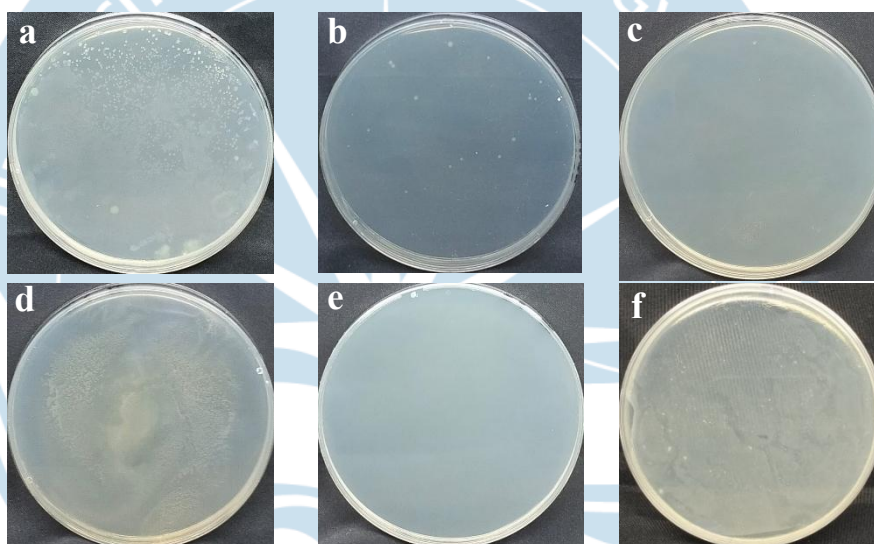


Gambar 34. Hasil Konsentrasi Hambat Minimum Ekstrak Daun Jambu Biji Metode Maserasi terhadap *S. epidermidis*

Keterangan: a = Konsentrasi 5% e = Tetrasiklin 5% (K+)
 b = Konsentrasi 10% f = Etanol 70% (K-)
 c = Konsentrasi 15%
 d = Konsentrasi 20%

Berdasarkan Gambar 34., dapat diketahui bahwa nilai KHM ekstrak etanol daun jambu biji metode maserasi terhadap *S. epidermidis* pada konsentrasi 15% karena pada konsentrasi tersebut tidak terdapat

pertumbuhan bakteri. Nilai KHM tersebut termasuk rendah sehingga dapat dikatakan ekstrak etanol daun jambu biji metode maserasi juga efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. epidermidis*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ridhwana dkk (2020), bahwa semakin kecil nilai KHM suatu ekstrak maka semakin efektif perannya dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil pada Gambar 35.



Gambar 35. Hasil Konsentrasi Hambat Minimum Ekstrak Daun Jambu Biji Metode Maserasi terhadap *P. aeruginosa*

Keterangan: a = Konsentrasi 5% e = Tetrasiklin 5% (K+)
 b = Konsentrasi 10% f = Etanol 70% (K-)
 c = Konsentrasi 15%
 d = Konsentrasi 20%

Berdasarkan Gambar 35., dapat diketahui bahwa KHM ekstrak daun jambu biji metode maserasi terhadap *P. aeruginosa* pada konsentrasi 15% karena tidak terdapat pertumbuhan bakteri. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji metode maserasi menghasilkan KHM yang rendah terhadap *P. aeruginosa*, selain itu sensitifitas bakteri baik terhadap ekstrak

karena pertumbuhannya terhambat pada konsentrasi ekstrak yang rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lingga dkk. (2016), bahwa nilai KHM berlawanan dengan sensitifitas bakteri karena nilai KHM yang rendah memperlihatkan sensitifitas bakteri yang tinggi karena pada konsentrasi ekstrak yang rendah pertumbuhan bakteri sudah mampu dihambat sebaliknya nilai KHM yang tinggi menunjukkan sensitifitas bakteri rendah karena bakteri memerlukan konsentrasi ekstrak yang besar untuk bisa menghambat pertumbuhan bakteri.

H. Prospek di Pekerjaan

Prospek hasil ekstrak daun jambu biji yang bisa saya sarankan ke perusahaan yaitu menggunakan metode ekstraksi sonikasi karena metode sonikasi dapat menghasilkan persentase rendemen ekstrak yang tinggi yaitu 39,7% dalam waktu yang singkat sehingga lebih efisien secara waktu. Ekstrak daun jambu biji juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat infeksi kulit seperti jerawat dan obat luka pada kulit karena uji aktivitas antibakteri ekstrak sonikasi termasuk kategori kuat.