

SKRIPSI

**UJI RESISTENSI ANTIBIOTIK ISOLAT BAKTERI ASAM
LAKTAT DARI AIR SUSU IBU SEBAGAI
KANDIDAT PROBIOTIK**



OLEH :

**FADILLA TRI AFRILYA
NIM : 2110262066**

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA
PADANG
2025**

SKRIPSI

**UJI RESISTENSI ANTIBIOTIK ISOLAT BAKTERI ASAM
LAKTAT DARI AIR SUSU IBU SEBAGAI
KANDIDAT PROBIOTIK**

Skripsi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Kesehatan

OLEH :

**FADILLA TRI AFRILYA
NIM : 2110262066**

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA
PADANG
2025**



a).Tempat/tgl: Padang, 04-04-2003; b) Nama Orang Tua: (Ayah) Abdul Kadir (Ibu) Yelni. N; c) Program Studi: Sarjana Terapan TLM; d) Fakultas Ilmu Kesehatan; e) NIM: 2110262066; f) Tgl Lulus: 17 Juli 2025; g) Prediket Lulus; Dengan Pujian h) IPK: 3,86; I) Lama Studi: 4 Tahun; j) Alamat: Lubuk Gading IV, Blok D.15, Lubuk Buaya, Koto Tangah, Padang

UJI RESISTENSI ANTIBIOTIK ISOLAT BAKTERI ASAM LAKTAT DARI AIR SUSU IBU SEBAGAI KANDIDAT PROBIOTIK

SKRIPSI

Oleh: Fadilla Tri Afrilya

Pembimbing: Sri Indrayati, M. Si¹, Vetra Susanto, S.S.T., M.K.M²

ABSTRAK

Bakteri asam laktat (BAL) adalah mikrobiota saluran cerna yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia. Air Susu Ibu (ASI) merupakan makanan terbaik untuk memenuhi nutrisi yang dibutuhkan oleh bayi. Hal ini dikarenakan ASI mengandung BAL yang berperan penting bagi tubuh. Bakteri asam laktat (BAL) dapat dikategorikan sebagai probiotik. Namun, sebelum suatu bakteri dinyatakan sebagai probiotik, bakteri tersebut harus memenuhi beberapa syarat, salah satunya adalah uji resistensi antibiotik. Tujuan penelitian dilakukan untuk menguji resistensi antibiotik pada isolat bakteri asam laktat dari air susu ibu sebagai kandidat probiotik. Metode penelitian yang dilakukan adalah eksperimental dengan teknik pengambilan sampel non-probability sampling. Data dianalisis menggunakan uji deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan beberapa isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) resisten terhadap antibiotik *amoxicillin*, *gentamisin*, *chloramphenicol*, *ciprofloxacin*. Kesimpulan penelitian ini isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) yang diisolasi dari Air Susu Ibu (ASI) dengan kode N1, N2, N8, dan N11 menunjukkan resistensi terhadap antibiotik *Amoxicillin*, *Gentamisin*, *Chloramphenicol*, dan *Ciprofloxacin*.

Kata kunci : Probiotik, bakteri asam laktat, air susu ibu, antibiotic

Skripsi ini telah di pertahankan di depan sidang pengujian dan dinyatakan lulus pada 17 Juli 2025

Tanda Tangan	1.	2.	3.
Nama Terang	Sri Indrayati, M.Si	Vetra Susanto, S.S.T., M.K.M	Adi Hartono, Biomed

Mengetahui

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





a). Place/date: Padang, 04-04-2003; b). Parents' Name: (Father) Abdul Kadir (Mother) Yelni. N; c). Study Program: TLM Applied Bachelor; d). Faculty of Health Sciences; e). NIM: 2110262066; f). Graduation Date: 17 July 2025; g). Graduating Predicate: With Compliments; h). GPA: 3.86; I). Duration of Study: 4 Years; j). Address: Lubuk Gading IV, Blok D.15, Lubuk Buaya, Koto Tangah, Padang

ANTIBIOTIC RESISTANCE TEST OF LACTIC ACID BACTERIAL ISOLATE FROM BREAST MILK AS A PROBIOTIC CANDIDATE

THESIS

By: Fadilla Tri Afrilya

Supervisor: Sri Indrayati, M. Si¹, Vетra Susanto, S.S.T., M.K.M²

ABSTRACT

Lactic acid bacteria (BAL) are gastrointestinal microbiota that have many benefits for human health. Breast milk (breast milk) is the best food to meet the nutrients needed by babies. This is because breast milk contains BAL which plays an important role for the body. Lactic acid bacteria (BAL) can be categorized as probiotics. However, before a bacterium can be declared a probiotic, it must meet several conditions, one of which is an antibiotic resistance test. The purpose of the study was to test antibiotic resistance in lactic acid bacterial isolate from breast milk as a probiotic candidate. The research method carried out was experimental with non-probability sampling techniques. The data were analyzed using a descriptive test. The results of the study showed that some Lactic Acid Bacteria (BAL) isolates were resistant to the antibiotics amoxicillin, gentamicin, chloramphenicol, ciprofloxacin. The conclusion of this study is that Lactic Acid Bacteria (LAB) isolates isolated from breast milk with codes N1, N2, N8, and N11 showed resistance to the antibiotics Amoxicillin, Gentamicin, Chloramphenicol, and Ciprofloxacin.

Keywords: Probiotics, lactic acid bacteria, breast milk, antibiotics

This thesis has been defended in front of the examiner's session and was declared passed on 17 July 2025

Signature	1.	2.	3.
Bright Name	Sri Indrayati, M.Si	Vетра Susanto, S.S.T., M.K.M	Adi Hartono, M.Biomed

Know

Head of Study Program: Dr. Apt. Dewi Yudiana Shinta, M.Si



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bakteri asam laktat (BAL) adalah mikrobiota saluran cerna yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia, seperti meningkatkan daya tahan tubuh baik seluler maupun humoral, meningkatkan kemampuan penyerapan beberapa zat gizi, menjaga pH usus sehingga dapat melindungi tubuh dari mikroorganisme patogen, mencegah gangguan penyerapan air, meningkatkan pencernaan dengan menghasilkan vitamin dan enzim pencernaan, sehingga meningkatkan pergerakan usus mengeluarkan konglomerat dari usus, dan mempercepat proses pencernaan. Bayi mendapatkan banyak Bakteri Asam Laktat (BAL) dari ASI, terutama kolostrum (Nurita & Perwitasari, 2021). Kelompok Bakteri Asam Laktat (BAL) sangat berperan dalam pemanfaatan probiotik. Genus BAL yang digunakan sebagai probiotik kebanyakan berasal dari *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, yang sering ditemukan di saluran pencernaan manusia dan sebenarnya merupakan flora alami dalam saluran pencernaan (Anindita, 2020).

Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian para peneliti terhadap BAL (Bakteri Asam Laktat) dalam saluran pencernaan semakin meningkat, terutama terkait dengan keberadaan dan manfaatnya bagi mikrobiota usus manusia. Meskipun demikian, efektivitas probiotik sangat tergantung pada spesies atau strain tertentu, dan mekanisme kerja probiotik masih belum sepenuhnya dipahami. Sebelum suatu strain dapat disebut sebagai probiotik, langkah-langkah penting

harus dilakukan, yaitu isolasi, identifikasi, dan penilaian terhadap sifat-sifat probiotik yang meliputi keamanan (seperti kerentanan terhadap antibiotik), fungsi (termasuk kemampuan adhesi pada mukosa usus dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan pencernaan), serta manfaat (seperti produksi asam laktat) dan kemampuan antagonis terhadap patogen secara *in vitro* (Hasbi, Rosyunita, Rahim, Ayunda, *et al.*, 2024). Bakteri Asam Laktat (BAL) sering ditemukan pada makanan fermentasi, selain itu juga didapatkan pada Air Susu Ibu (ASI).

Air Susu Ibu (ASI) merupakan nutrisi paling optimal bagi bayi. Untuk memenuhi nutrisi yang dibutuhkan oleh bayi. ASI dihasilkan oleh payudara ibu yang berfungsi untuk melindungi bayi dari patogen hingga sistem kekebalan tubuhnya sendiri matang (Rio-Aige *et al.*, 2021). Meskipun menyusui adalah proses alami, ibu-ibu seringkali gagal menyusui dengan baik atau tidak melakukannya sesuai dengan aturan (Herman *et al.*, 2021).

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), pemberian ASI eksklusif sampai enam bulan adalah cara terbaik untuk menjaga kesehatan bayi dan ibunya (Herman *et al.*, 2021). Setelah bayi berusia 18 tahun enam bulan, ASI harus terus diberikan karena sekitar 2/3 kebutuhan energi bayi pada umur enam hingga elapan bulan harus dipenuhi melalui ASI; pada umur sepuluh hingga dua belas bulan, sekitar setengah; dan pada umur satu hingga dua tahun, hanya tiga perempat (Wijaya, 2019).

Jika bayi menerima ASI eksklusif, mereka memiliki banyak keuntungan, seperti meningkatkan daya tahan tubuh mereka, meningkatkan kecerdasan kognitif mereka, mencegah kekurangan gizi, mencegah penyakit pencernaan seperti muntah

dan diare, dan mencegah infeksi saluran pernafasan serta mengurangi risiko kematian (Lestari, 2023). Hal ini dikarenakan ASI mengandung Bakteri Asam Laktat (BAL) yang berperan penting bagi tubuh.

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang bermanfaat bagi pengguna, sehingga dapat membantu memperbaiki keseimbangan bakteri dalam saluran pencernaan (Suryani & Gaffar, 2024). Probiotik juga berperan dalam memperkuat sistem kekebalan tubuh serta kesehatan saluran pencernaan, sekaligus membantu melindungi tubuh inang dari infeksi yang disebabkan oleh patogen. (Junita *et al.*, 2024). Kemampuan bakteri probiotik untuk bertahan terhadap efek bakterisida dan bakteriostatik dari antibiotik diperlukan guna mempertahankan dominasi atas populasi bakteri patogen di saluran pencernaan. Dengan demikian, keseimbangan mikroflora usus pada inang dapat tetap terjaga. (Sujadmiko & Wikandari, 2017).

Beberapa penelitian telah meneliti tentang uji resistensi antibiotik Bakteri Asam Laktat (BAL) sebagai kandidat probiotik. Penelitian yang dilakukan oleh (ulfa A *et al.*, 2019) mengisolasi makanan khas Batak yaitu Naniura, Sensitivitas antibiotik pada isolat LAB tertentu diuji melalui metode difusi cakram. Uji ini menggunakan enam difusi cakram, yaitu : *Amoksisilin* (AML), *eritromisin* (E), *Oksasilin* (OX), *Ofloksasin* (OFX), *Sefotaksim* (CTX), dan *Gentamisin* (CN). Hasil tersebut menunjukkan bahwa semua isolat BAL tahan terhadap antibiotik *cefotaxime* dan *Amoxicillin* (ulfa A *et al.*, 2019). Begitu pula dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sujadmiko & Wikandari, 2017) menunjukkan bahwa strain *L.plantarum* dari fermentasi bekasam ikan bandeng tahan terhadap konsentrasi amoksisilin klavulanat 50ppm dengan diameter zona hambat 0,0 mm. Hal ini dapat

diartikan bahwa semakin kecil diameter zona hambat, semakin resistan bakteri terhadap amoksisilin (Sujadmiko & Wikandari, 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah penelitian ini adalah: "Bagaimana Resistensi Isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Air Susu Ibu (ASI) Sebagai Kandidat Probiotik?"

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui resistensi antibiotik isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Air Susu Ibu (ASI) sebagai kandidat probiotik.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk melihat resistensi antibiotik isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Air Susu Ibu (ASI) sebagai kandidat probiotik.
2. Mengkategorikan Bakteri Asam Laktat dari isolasi Air Susu Ibu (ASI) sebagai probiotik.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Menambah pengetahuan bagi peneliti mengenai resistensi antibiotik isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Air Susu Ibu (ASI) sebagai kandidat probiotik

1.4.2 Bagi Institusi Pendidikan

Dapat digunakan sebagai bahan referensi khususnya dibidang bakteriologi bagi mahasiswa serta penelitian lebih lanjut mengenai resistensi antibiotik Isolasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Air Susu Ibu (ASI) sebagai kandidat probiotik.

1.4.3 Bagi Teknisi Laboratorium

Menambah pengetahuan informasi kepada teknisi laboratorium medis tentang resistensi antibiotik Isolasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Air Susu Ibu (ASI) sebagai kandidat probiotik.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Karakterisasi Isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) Dari Air Susu Ibu (ASI)

Pada proses penelitian ini, sampel yang digunakan adalah 14 isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) yang diisolasi dari Air Susu Ibu (ASI). Menurut beberapa penelitian, Bakteri Asam Laktat (BAL) yang paling banyak didapatkan oleh bayi bersumber dari ASI. Bakteri Asam Laktat (BAL) adalah mikrobiota saluran cerna yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia, seperti meningkatkan daya tahan tubuh baik seluler maupun humoral, meningkatkan kemampuan penyerapan beberapa nutrisi, menjaga pH usus sehingga dapat melindungi tubuh dari mikroorganisme patogen (Nurita & Perwitasari, 2021).

Bakteri Asam Laktat (BAL) pada Air Susu Ibu (ASI) merupakan sumber potensial probiotik. Salah satu manfaat probiotik yang berasal dari ASI adalah memiliki ketahanan terhadap saluran pencernaan. Namun, keefektifan probiotik bergantung pada jenis atau strainnya, dan mekanisme kerja probiotik masih belum sepenuhnya jelas. Sebelum dapat dikategorikan sebagai probiotik, setiap kandidat strain harus diisolasi, diidentifikasi, dan dievaluasi sifat-sifat probiotiknya seperti sensitivitas terhadap antibiotik (Hasbi, Rosyunita, Rahim, Parwata, *et al.*, 2024)

Dalam penelitian ini, dilakukan uji resistensi antibiotik dengan mengisolasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Air Susu Ibu (ASI) menggunakan media MRSA agar + 1% CaCO₃. Koloni bakteri menghasilkan zona bening di sekitar BAL yang

tumbuh pada media MRSA. Hal ini dikarenakan kemampuan bakteri untuk mensekresikan asam pada media dan mengikat CaCO_3 menjadi Ca-laktat yang larut, sehingga menghasilkan zona bening (Hasbi, Rosyunita, Rahim, Parwata, *et al.*, 2024).

Sama hal nya dengan penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim *et al.*, (2017) mengenai isolasi bakteri asam laktat (BAL) dari buah mangga (*Mangifera indica L.*) menghasilkan isolat dengan koloni berwarna putih susu, berbentuk bulat, tepi rata (entire), permukaan halus, dan elevasi cembung

Hasbi, Rosyunita, Rahim, Parwata, *et al.*, (2024) juga melaporkan bahwa isolasi bakteri asam laktat (BAL) dari feses bayi pada media MRSA menghasilkan koloni berwarna putih. Pertumbuhan BAL diamati melalui pembentukan koloni yang disertai dengan zona bening di sekitarnya, menunjukkan aktivitas produksi asam oleh bakteri tersebut.

Bakteri asam laktat (BAL) dapat tumbuh optimal pada media MRSA karena kandungan nutriennya yang mendukung pertumbuhan spesifik bakteri. Pertumbuhan BAL pada media ini ditandai dengan pembentukan koloni berwarna putih yang disertai dengan zona bening di sekitarnya. Zona bening ini terbentuk akibat produksi asam laktat oleh BAL yang bereaksi dengan kalsium karbonat (CaCO_3) dalam media, menghasilkan kalsium laktat yang larut, sehingga menciptakan area transparan di sekitar koloni (Hasbi, Rosyunita, Rahim, Parwata, *et al.*, 2024).

Dalam penelitian ini, dilakukan juga pengamatan mikroskopis menggunakan pewarnaan Gram. Preparat hasil pewarnaan diamati di bawah

mikroskop dengan pembesaran 1000x. Hasil pengamatan menunjukkan adanya bakteri berbentuk batang (basil) dan bulat (coccus) berwarna ungu menandakan bahwa bakteri tersebut tergolong Gram positif. Hasil pewarnaan gram pada seluruh isolat menunjukkan bahwa bakteri yang diamati termasuk Gram positif, ditandai dengan warna biru keunguan yang diserap oleh sel bakteri. Perbedaan warna ini disebabkan oleh perbedaan struktur dinding sel antara bakteri Gram positif dan Gram negatif. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang tebal dan kaya akan peptidoglikan, sehingga mampu mempertahankan warna ungu dari pewarna kristal violet. Sementara itu, bakteri Gram negatif memiliki dinding sel yang lebih tipis dan mengandung banyak lipopolisakarida, sehingga tidak dapat mempertahankan warna ungu dan biasanya tampak merah muda setelah proses pewarnaan (Sukarya *et al.*, 2021).

Pada penelitian Ibrahim *et al.*, (2017) didapatkan hasil uji mikroskopis menunjukkan bahwa sel bakteri berwarna ungu, menandakan sifat gram positif, dengan morfologi berbentuk bulat yang tersusun dalam rantai. Hal ini mengindikasikan bahwa isolat bakteri asam laktat (BAL) yang diperoleh kemungkinan besar berasal dari genus *Streptococcus*.

Penelitian oleh Fadila *et al.*, (2024) mengenai fermentasi durian tembaga menghasilkan isolat bakteri asam laktat (BAL) yang menunjukkan hasil pewarnaan Gram positif, ditandai dengan sel berwarna ungu. Selain itu, pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa isolat tersebut memiliki morfologi berbentuk batang.

Penelitian ini mengisolasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Air Susu Ibu (ASI) menggunakan media MRSA yang ditambahkan 1% CaCO_3 . Setelah memperoleh koloni, isolat tersebut dipindahkan ke media MRSA miring tanpa CaCO_3 untuk mendapatkan biakan murni. Pengamatan makroskopis terhadap koloni yang tumbuh menunjukkan ukuran kecil hingga sedang, bentuk bulat dengan tepi rata, warna putih krem, dan permukaan halus. Selanjutnya, dilakukan uji resistensi antibiotik untuk menilai potensi isolat sebagai kandidat probiotik.

5.2 Kemampuan Resistensi Antibiotik Isolat Bakteri Asam Laktat Dari Air Susu Ibu Sebagai Kandidat Probiotik

Sebelum sebuah strain dianggap sebagai probiotik, setiap kandidat harus melalui proses isolasi, identifikasi, dan penilaian terhadap sifat probiotiknya, termasuk aspek keamanan seperti sensitivitas terhadap antibiotik (Hasbi, Rosyunita, Rahim, Parwata, *et al.*, 2024). Bakteri Asam Laktat (BAL) merupakan bakteri baik, maka dari itu uji resistensi antibiotik dianggap penting untuk memastikan bahwa antibiotik tersebut tidak mampu mematikan BAL. Strain bakteri probiotik yang tahan terhadap antibiotik bermanfaat untuk membantu memulihkan keseimbangan mikrobiota usus setelah terapi antibiotik (Sukarya *et al.*, 2021).

Antibiotik yang digunakan pada penelitian ini adalah *Amoxicillin*, *Gentamisin*, *Chloramphenicol*, dan *Ciprofloxacin*. *Amoxicillin* adalah antibiotik yang mengandung senyawa β -laktam, yaitu zat yang bisa membunuh bakteri tertentu yang peka terhadapnya. Namun, beberapa jenis probiotik dari kelompok bakteri asam laktat (BAL) dapat menghasilkan enzim β -laktamase. Enzim ini bisa

merusak senyawa β -laktam dan mengurangi kemampuan *Amoxicillin* dalam membunuh bakteri, sehingga berisiko membuat bakteri menjadi kebal (Sujadmiko & Wikandari, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa isolat BAL yang diisolasi dari ASI menunjukkan hasil resisten terhadap antibiotik uji. Isolat BAL dengan kode N1, N2, N8, dan N11 menunjukkan nilai 0 pada zona hambat atau tidak adanya zona bening yang terbentuk dari pengisolasian BAL pada media MRSA. Hal ini dapat diartikan bahwa isolat tersebut resisten terhadap semua antibiotik uji. Begitu juga dengan isolat BAL dengan kode isolat N12 yang membentuk zona bening sebesar 5 mm pada antibiotik *amoxicillin* yang berarti isolat tersebut masuk kedalam kategori resisten.

Melihat hasil penelitian yang diteliti oleh ulfa A *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa semua isolat BAL dari makanan tradisional khas Batak “naniura” resisten terhadap antibiotik *amoxicillin* dan *cefotaxime*. Didukung oleh penelitian Sukarya *et al.*, (2021) yang mengisolasi Bakteri Asam Laktat (BAL) indigenus kombucha dan dadih isolat dengan kode MS21, RB210, RK41, MK42, RL2, RG5, MA1, MB23, MY2, dan RJ1 menunjukkan resistensi terhadap antibiotik *amoxicillin* dan *chloramphenicol*.

Pada umumnya BAL dengan genus *Lactobacillus* tidak memiliki ketahanan bawaan terhadap antibiotik *chloramphenicol*. Akan tetapi, beberapa bakteri asam laktat resistensi terhadap antibiotik *chloramphenicol* karena memiliki gen *cat*. Gen ini membuat bakteri menghasilkan enzim *chloramphenicol acetyltransferase*, yang

menonaktifkan antibiotik sebelum mengganggu proses sintesis protein di dalam sel (Sukarya et al., 2021).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Başbülbul *et al.*, (2015) yang mengisolasi bakteri dari produk susu fermentasi termasuk keju putih, keju domba, keju kering, yogurt, kefir, dan boza menunjukkan hasil adanya resistensi antibiotik di antara semua isolat terdeteksi terhadap *chloramphenicol* (31,3% dari isolat), *tetracycline* (30,1%), *erythromycin* (2,4%), *ciprofloxacin* (2,41%), *vancomycin* (73,5%, resistensi intrinsik). Secara keseluruhan 19,3% dari isolat menunjukkan resistensi terhadap beberapa antibiotik.

Begitu juga yang hasil yang ditemukan pada penelitian oleh Erginkaya et al., (2018) dengan mengisolasi 50 sampel produk susu tradisional Turki menunjukkan hasil *Streptococcus spp.* resisten terhadap *vancomycin* (40%), *erythromycin* (10%), *chloramphenicol* (10%), *gentamicin* (20%), dan *ciprofloxacin* (30%).

Zona hambat terbentuk ketika senyawa antimikroba larut dalam media agar dan kemudian menyebar ke area di sekitarnya, sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme di area yang dicakup oleh difusinya. Ukuran zona hambat dapat digunakan sebagai indikator sensitivitas mikroorganisme terhadap senyawa antimikroba. Semakin besar zona hambat, semakin kuat daya hambat senyawa tersebut terhadap mikroorganisme, yang menunjukkan bahwa mikroorganisme tersebut sensitif. Sebaliknya, jika zona hambat kecil atau tidak terlihat sama sekali, hal ini dapat menunjukkan bahwa mikroorganisme tersebut resisten terhadap senyawa antimikroba yang digunakan (Widya et al., 2024).

Munculnya resistensi antibiotik pada bakteri umumnya disebabkan oleh keberadaan gen resistensi. Gen-gen ini berperan dalam melindungi bakteri dari efek penghambatan antibiotik. Salah satu cara kerja gen ini adalah dengan mengkode protein transpor membran yang berfungsi mencegah antibiotik memasuki sel, atau mengaktifkan mekanisme pemompaan untuk segera mengeluarkan antibiotik yang telah masuk, sehingga senyawa tersebut tidak dapat berinteraksi dengan targetnya. Jika suatu senyawa antibakteri berhasil menembus membran sel, bakteri masih dapat mengeluarkannya melalui sistem pompa efluks yang aktif. Mekanisme ini memungkinkan bakteri untuk mengeluarkan antibiotik dari sitoplasma lebih cepat daripada laju masuk melalui difusi, sehingga konsentrasi antibiotik di dalam sel sangat rendah dan tidak mampu memberikan efek antimikroba yang efektif. Pompa efluks sendiri merupakan jenis sistem transpor yang umumnya digunakan untuk mengatur pergerakan nutrisi dan limbah ke dalam dan ke luar sel. Dalam konteks resistensi, pompa ini digunakan untuk mengeluarkan antibiotik dari sel ke lingkungan sekitarnya (Kusmiyati et al., 2024).

Selain didapatkan hasil uji resisten pada penelitian ini, beberapa isolat BAL masuk kedalam kategori sensitif terhadap antibiotik uji karena memiliki zona hambat dengan nilai lebih besar dari 20 mm. Pada penelitian ini didapatkan beberapa isolat bakteri asam laktat sensitif terhadap antibiotik *amoxicillin*. Kemungkinan bakteri asam laktat menjadi tidak resisten terhadap *amoxicillin* pada konsentrasi 500 ppm disebabkan oleh tingginya konsentrasi *amoxicillin* serta peningkatan kandungan klavulanat, yang berfungsi sebagai inhibitor enzim β -laktamase. Karena produksi enzim β -laktamase tidak meningkat sebanding dengan

peningkatan asam klavulanat, bakteri kehilangan kemampuan untuk melindungi diri dari efek bakterisidal β -laktam, sehingga menjadi rentan terhadap amoksisilin Sujadmiko & Wikandari (2017), sehingga bakteri tidak mampu tumbuh atau berkembang biak dalam area tersebut, menunjukkan bahwa antibiotik efektif menghambat pertumbuhannya.

