



Potensi Bakteri Tanah Penghasil Senyawa Antimikrob Untuk Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* dan *Staphylococcus Aureus*

Mazidah Noer Inayah^{1*}, Suci Indah Budiarti²

¹⁻²Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Yakpermas Banyumas, Indonesia

Alamat: Jl. Raya Jompo Kulon, Sokaraja, Banyumas 53181, Jawa Tengah

Korespondensi penulis: mazidahni@politeknikyakpermas.ac.id*

Abstract.

Antimicrobials are molecules that inhibit the growth of microbes. Some bacterial species, consisting of actinomycetes and fungi, are capable of producing antimicrobial substances. Streptomyces, commonly referred to as soil bacteria, are a group of actinomycetes that produce multiple antimicrobial agents. Other soil bacteria that may produce antibiotics include Pseudomonas, Bacillus, Nocardia, Kibdelosporangium, and Roseobacter. Thereby, soil is one of the potential sources that is capable of being used as a research sample for discovering and collecting antibiotic-producing bacteria, especially new types of antibiotics that weren't previously discovered. The latest research about antimicrobials (antibiotics) has been driven by the high number of cases of bacterial resistance. The study aims to investigate the potential of antimicrobial-producing bacteria from the soil to inhibit the pathogenic bacteria Staphylococcus aureus and Escherichia coli. The research procedure involves soil sampling, isolating the antimicrob-producing bacteria, describing the morphology of the bacterial colony and bacterial cells, purifying and regenerating the bacterial culture, and testing the activity of antimicrobial substances against E. coli and S. aureus. The study revealed four bacterial isolates: E1, E2, S1, and S2, that could possibly suppress the growth of S. aureus and E. coli. However, the antimicrobial activity of the four bacteria remained considerably smaller compared with 100 mg of chloramphenicol.

Keywords: Actinobacteria, Antibiotics, Chloramphenicol, Pathogenic, Resistance

Abstrak

Antimikrob merupakan senyawa yang berfungsi menghambat pertumbuhan suatu mikrob. Mikrob tertentu seperti kelompok bakteri, aktinomisetes, fungi, dapat menghasilkan senyawa antimikrob (antibiotik). Genus *Streptomyces* atau yang dikenal sebagai bakteri tanah merupakan kelompok aktinomisetes penghasil antibiotik paling banyak. Bakteri tanah lainnya seperti *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Nocardia*, *Kibdelosporangium*, dan *Roseobacter* juga diketahui merupakan penghasil antibiotik. Dengan demikian, tanah merupakan salah satu sumber potensial yang dapat digunakan sebagai sampel penelitian untuk mengeksplorasi dan mendapatkan mikrob penghasil senyawa antibiotik, khususnya jenis antibiotik baru yang belum pernah ditemukan sebelumnya. Pencarian antimikrob (antibiotik) terbaru juga didorong oleh banyaknya kasus resistensi bakteri terhadap jenis antibiotik tertentu. Penelitian ini bertujuan menggali potensi bakteri asal tanah penghasil senyawa antimikrob untuk mengendalikan bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Prosedur penelitian terdiri atas pengambilan sampel tanah, isolasi bakteri penghasil senyawa antimikrob, karakterisasi morfologi koloni dan sel isolat bakteri potensial, pemurnian dan peremajaan isolat bakteri potensial, serta pengujian daya hambat senyawa antimikrob terhadap bakteri patogen *E.coli* dan *S.aureus*. Penelitian ini berhasil mendapatkan empat isolat bakteri berbeda yaitu E1, E2, S1, dan S2 yang berpotensi menghambat pertumbuhan *S. aureus* dan *E.coli*, meskipun daya hambat dari keempat isolat bakteri tersebut jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan antibiotik kloramfenikol 100 mg.

Kata kunci: Aktinobakteri, Antibiotik, Kloramfenikol, Patogen, Resistensi.

1. LATAR BELAKANG

Antimikrob merupakan senyawa kimia yang berperan dalam proses penghambatan atau pemusnahan mikroorganisme. Senyawa antimikrob dapat berupa bahan kimia alami atau sintetik. Antimikrob alami dapat dihasilkan dari mikrob tertentu seperti bakteri dari kelompok aktinomiset dan beberapa jenis cendawan, terutama kapang (Katara, 2020). Berdasarkan aktivitasnya, antimikrob dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu antimikrob yang memiliki aktivitas bakteristatik atau menghambat pertumbuhan bakteri, memiliki aktivitas bakterisidal atau membunuh bakteri, dan aktivitas bakteriolisis yang dapat melisiskan sel bakteri (Peterson, 2018).

Antibiotik adalah salah satu jenis senyawa antimikrob. Pembentukan antibiotik oleh bakteri umumnya terjadi pada fase stasioner, yaitu mikrob tersebut akan berusaha mempertahankan hidupnya dengan cara menghasilkan metabolit sekunder berupa bahan-bahan toksik yang dapat menghambat pertumbuhan mikrob lain. Mekanisme penghambatan antibiotik antara lain menghambat sintesis dinding sel bakteri, mengganggu fungsi membran sel, mengganggu fungsi DNA, dan menghambat sintesis protein (Blair, 2015).

Antibiotik saat ini telah banyak diaplikasikan dibidang kesehatan, pangan, peternakan, pertanian, maupun perikanan. Penggunaan antibiotik yang tidak sesuai prosedur dapat menimbulkan masalah resistensi. Gen penyandi sifat resistensi dari suatu mikrob dapat ditransfer pada mikrob lainnya yang masih sekerabat. Hal ini menyebabkan masalah resistensi semakin kompleks karena melibatkan gen resistensi yang dapat ditransfer antar mikrob (Blair, 2015). Salah satu bakteri yang dilaporkan resisten terhadap antibiotik adalah *Staphylococcus aureus*. Bakteri ini bersifat resisten terhadap penisilin, oksasiklin dan antibiotik beta laktam lainnya (Bitrus, 2018).

Fenomena resistensi antibiotik yang terus menerus terjadi mendorong banyak penelitian yang bergerak dalam aspek pencarian jenis antibiotik baru. Sebagian besar antibiotik yang digunakan saat ini berupa senyawa alami yang berasal dari mikrob. Banyak bakteri tanah seperti genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Nocardia*, *Kibdelosporangium*, dan *Roseobacter* dilaporkan dapat memproduksi senyawa antibiotik. Cendawan *Penicillium* dan *Fusarium* merupakan contoh genus kapang yang diketahui dapat menghasilkan antibiotik (Ueda, 2016). *Streptomyces* merupakan salah satu genus aktinomiset dan dilaporkan sebagai mikrob yang paling banyak menghasilkan senyawa antibiotik. Sebagian besar aktinomiset yang hidup di tanah termasuk dalam kelompok *Streptomyces*, sehingga *Streptomyces* disebut sebagai bakteri tanah (Procopio, 2012). Oleh karena itu, tanah merupakan salah satu sumber potensial yang

dapat digunakan sebagai sampel penelitian untuk mengeksplorasi dan mendapatkan mikroorganisme penghasil senyawa antibiotik, khususnya jenis antibiotik baru yang belum pernah ditemukan sebelumnya.

Berdasarkan uraian di atas, diperlukan adanya penelitian untuk menggali potensi bakteri asal tanah penghasil senyawa antimikrob untuk mengendalikan bakteri patogen. Dalam penelitian ini, bakteri patogen uji yang digunakan adalah *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Kedua jenis bakteri tersebut telah dilaporkan bersifat patogen yang dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti penyakit infeksi (Fedorenko, 2015).

2. KAJIAN TEORITIS

Resistensi antibiotik terjadi ketika antibiotik kehilangan kemampuannya atau tidak lagi efektif untuk menghentikan atau menghambat pertumbuhan bakteri. Secara alami, bakteri tertentu dapat memiliki sifat resisten terhadap antibiotik. Beberapa penyebab yang dapat membuat bakteri resisten terhadap antibiotik antara lain 1) bakteri tersebut tidak memiliki struktur yang menjadi target antibiotik atau struktur yang dihambat oleh antibiotik, 2) bakteri bersifat *impermeable* terhadap antibiotik, 3) bakteri mempunyai kemampuan mengubah bentuk senyawa antibiotik kedalam bentuk tidak aktif, 4) bakteri mempunyai jalur metabolisme alternatif (memodifikasi metabolismenya) yang resisten terhadap antibiotik, 5) bakteri dapat memodifikasi target antibiotik, dan 6) bakteri mempunyai kemampuan memompa keluar antibiotik yang masuk ke dalam sel (Sunatmo 2012).

Antibiotik kloramfenikol merupakan antibiotik dari golongan senyawa aromatik, sub kelas derivat benzena yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara menghambat perpanjangan dan mencegah pembentukan ikatan atau rantai peptida dalam proses sintesis protein. Senyawa antibiotik merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme tertentu untuk menghambat atau mematikan organisme lain (Balbi, 2004).

Mekanisme antibiotik dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme bermacam-macam, yaitu dengan merusak dinding sel, mengubah permeabilitas sel, mengubah molekul protein dan asam nukleat, menghambat kerja enzim, serta menghambat sintesis asam nukleat dan protein (Kohanski, 2010).

Bakteri uji yang digunakan dalam praktikum ini adalah *E.coli* dan *S.aureus*. Umumnya kedua bakteri tersebut merupakan agen penyebab penyakit infeksi. *E.coli* diketahui dapat menyebabkan penyakit *urinary tract infections* (UTIs) atau infeksi saluran kemih dan *enterocolitis*. Bakteri *S.aureus* juga dilaporkan merupakan agen infeksi yang bertanggung jawab terhadap banyak kasus kematian akibat penyakit infeksi. Sebanyak 17.3% penyakit

infeksi atau *clinical infections* disebabkan oleh *E.coli* dan 18.8% disebabkan oleh *S.aureus*. Penelitian dari tahun 2002 hingga 2009 menunjukkan bahwa kasus infeksi akibat *E.coli* meningkat 71% dan akibat bakteri *S.aureus* meningkat 34% (Frickmann, 2019). Disamping itu, beberapa strain dari kedua bakteri tersebut juga telah diketahui bersifat resisten terhadap jenis antibiotik tertentu. Hal tersebut mendorong banyak penelitian dibidang kesehatan dan mikrobiologi klinis untuk menemukan jenis antibiotik baru yang dapat menghambat bakteri resisten antibiotik penyebab penyakit infeksi (Sudarmadi, 2020).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sampel tanah yang diambil dari Hutan Lindung Serayu Opak Progo, Kebumen. Bahan lain yang digunakan diantaranya larutan NaCl fisiologis 0.85%, media NA (*nutrient agar*), media NB (*nutrient broth*), biakan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, akuades steril, dan kloramfenikol 100 ppm. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sudip, pinset, lup inokulasi, batang penyebar, pipet mikro, inkubator, penggoyang (*shaker*), kertas cakram, cawan petri, vorteks, dan peralatan laboratorium pendukung lainnya.

Prosedur penelitian ini meliputi pengambilan sampel tanah, isolasi bakteri penghasil senyawa antimikrob, karakterisasi morfologi koloni dan sel isolat bakteri potensial, pemurnian dan peremajaan isolat bakteri potensial, dan pengujian daya hambat senyawa antimikrob terhadap bakteri patogen *E.coli* dan *S.aureus*.

Sampel tanah diambil dengan menggunakan sekop kecil steril kurang lebih sebanyak 10 gram, lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik steril dan dibawa ke laboratorium.

Proses isolasi bakteri penghasil senyawa antimikrob dilakukan dengan menggunakan metode pengenceran (*dilution method*) menggunakan NaCl fisiologis 0.85%. Pengenceran bertingkat ini dilakukan hingga 10^{-5} . Kemudian sebanyak 0.1 ml suspensi bakteri dari pengenceran 10^{-3} hingga 10^{-5} masing-masing disebar pada media cawan NA (*nutrient agar*) yang sebelumnya telah diinokulasi kultur bakteri *E.coli* dan *S. aureus* (pada cawan yang berbeda). Inkubasi dilakukan pada suhu ruang selama 24 - 48 jam sebelum dilakukan pengamatan. Koloni bakteri yang tumbuh dan mampu membentuk zona bening pada media merupakan koloni bakteri potensial penghasil senyawa antimikrob.

Karakterisasi morfologi koloni dan sel isolat bakteri potensial dilakukan dengan pengamatan koloni dan pewarnaan Gram. Pemurnian koloni bakteri potensial dilakukan

dengan metode gores kuadran pada media cawan NA, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 24 - 48 jam.

Tahapan selanjutnya yaitu pengujian daya hambat senyawa antimikrob terhadap bakteri *E.coli* dan *S.aureus*. Sebanyak 1 ose biakan bakteri potensial berumur 24 jam diinokulasikan pada media NB (*nutrient broth*), kemudian diinkubasi pada suhu ruang diatas penggoyang selama 24 jam. Selanjutnya, sebanyak 1 ml kultur diambil dan dimasukkan ke dalam tabung *ependorf*, lalu disentrifuse pada suhu ruang dengan kecepatan 6000 rpm selama 20 menit. Supernatan hasil sentrifuse dipisahkan dari pelet. Supernatan merupakan ekstrak kasar senyawa antimikrob yang dihasilkan oleh bakteri.

Sebanyak 2.5 ml biakan bakteri *E.coli* dan *S. aureus* yang berumur 24 jam masing-masing dicampurkan ke dalam 250 ml medium NA yang masih cair, kemudian dituang ke dalam beberapa cawan petri dan dibiarkan hingga memadat. Selanjutnya, potongan kertas cakram steril diletakkan di atas media cawan NA yang telah memadat. Masing-masing cawan diisi 4 kertas cakram. Sebanyak 20 µl antibiotik kloramfenikol dengan konsentrasi 100 ppm diteteskan secara perlahan pada 1 kertas cakram. Antibiotik kloramfenikol digunakan sebagai kontrol positif dalam pengujian ini. Selanjutnya, sebanyak 20 µl akuades steril diteteskan pada salah 1 dari kertas cakram yang berbeda sebagai kontrol negatif. Kemudian ekstrak kasar senyawa antimikrob atau supernatan hasil sentrifuse kultur bakteri juga diteteskan sebanyak 20 µl pada 2 kertas cakram yang tersisa. Selanjutnya diinkubasi selama 24 - 48 jam pada suhu ruang serta diamati adanya zona hambat yang terbentuk. Zona hambat yang terbentuk ditandai dengan adanya zona bening di sekitar kertas cakram. Indeks penghambatan diukur dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Indeks Penghambatan} = \frac{\text{Diameter zona bening (cm)} - \text{Diameter cakram (cm)}}{\text{Diameter cakram (cm)}}$$

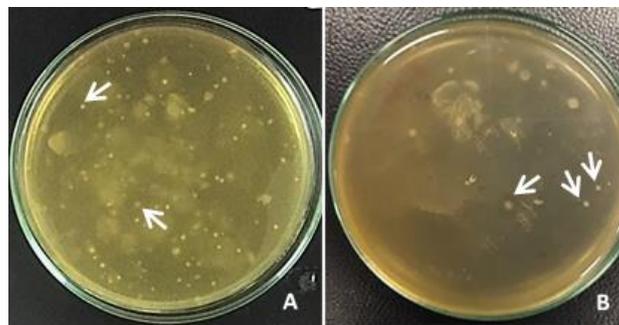
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri Penghasil Senyawa Antimikrob dari Sampel Tanah

Tanah merupakan komponen yang sangat penting dalam ekosistem. Tanah tersusun atas komponen biotik, abiotik, organik dan anorganik. Gabungan dari komponen tersebut menjadikan tanah sebagai suatu habitat atau tempat hidup berbagai jenis mikroorganisme salah satunya adalah bakteri. Gambar 1 memperlihatkan hasil isolasi bakteri penghasil senyawa antimikrob dari sampel tanah yang menunjukkan beberapa koloni bakteri mampu membentuk zona bening pada media. Hal tersebut mengindikasikan bahwa koloni bakteri tersebut dapat

menghasilkan senyawa antimikrob yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* maupun *S.aureus* yang terdapat pada media.

Kelompok bakteri yang telah banyak dilaporkan menghasilkan senyawa antimikrob (antibiotik) yaitu aktinomiset. Aktinomiset merupakan bakteri Gram positif, berfilamen, memiliki kandungan GC (guanin sitosin) yang tinggi, serta terdistribusi luas di alam khususnya pada tanah. Aktinomiset juga mampu menghasilkan senyawa volatil (geosmin) yang memiliki aroma khas tanah basah (Mast, 2019). Selain aktinomiset, Rafiq (2018) melaporkan bahwa beberapa genus bakteri seperti *Bacillus subtilis* dan *B. pumilis* yang diisolasi dari tanah dapat menghambat pertumbuhan *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *S.typhimurium*, *Listeria*, *Aspergillus ochraeus* dan *Penicillium roqueforti*. Selain itu, bakteri tanah yang juga dilaporkan dapat menghasilkan antibiotik adalah *Pseudomonas* sp, *Streptomyces* sp. dan *Nocardia* sp. yang mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, dan *Klebsiella pneumonia* (Sethi, 2013).



Gambar 1. Bakteri penghasil senyawa antimikrob. A) hasil isolasi bakteri dari sampel tanah menggunakan media NA+*E.coli* pada pengenceran 10^{-4} , B) hasil isolasi bakteri dari sampel tanah menggunakan media NA+*S.aureus* pada pengenceran 10^{-5} setelah inkubasi 24 jam pada suhu ruang.

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari tanah sekitar akar (rizosfer) tanaman pacing (*Costus* sp.). Tanaman pacing merupakan salah satu tanaman yang termasuk dalam famili Zingiberaceae. Bagian akar atau rimpang dari tanaman pacing telah banyak dimanfaatkan sebagai obat karena kandungan senyawa bioaktifnya. Senyawa bioaktif yang terkandung pada tanaman tersebut diduga berasal dari sekresi metabolit-metabolit bakteri endofit pada tanaman, baik pada akar, batang maupun daun. Sehingga, tanah sekitar tanaman pacing merupakan sampel potensial untuk mendapatkan atau mengisolasi bakteri yang memiliki kemampuan menghasilkan senyawa bioaktif salah satunya senyawa antimikrob atau antibiotik (Ranjan, 2017). Selain itu, senyawa bioaktif yang dihasilkan dari ekstraksi tanaman pacing (*Costus bioactive compounds*) dapat digunakan sebagai agen antimikrob untuk

menghambat bakteri *Pseudomonas fluorescense* dan *Staphylococcus aureus* (Thiruchenduran, 2018).

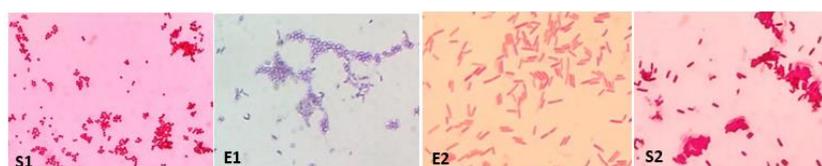
Karakterisasi Morfologi Koloni dan Identifikasi Sel Isolat Bakteri Potensial

Hasil isolasi bakteri menunjukkan bahwa beberapa koloni bakteri dari tanah mampu tumbuh pada media NA+*E.coli* dan media NA+*S.aureus*, namun masing-masing hanya terdapat 2 jenis koloni yang dapat membentuk zona bening. Karakter morfologi masing-masing koloni bakteri potensial juga berbeda-beda (Tabel 1). Perbedaan tersebut mendukung dugaan bahwa spesies bakteri potensial juga berbeda.

Tabel 1. Karakteristik morfologi koloni bakteri

Bakteri Uji	Kode Isolat	Karakteristik Morfologi Koloni				
		Bentuk	Warna	Ukuran	Tepian	Elevasi
<i>E.coli</i>	E1	Bundar	Putih	1 mm	Utuh	Cembung
	E2	Bundar dengan tepian menyebar	Putih-kekuningan	1 mm	Berombak	Rata
<i>S.aureus</i>	S1	Tidak beraturan	Putih	2 mm	Keriting	Rata
	S2	Bundar	Putih	1 mm	Utuh	Timbul-datar

Berdasarkan hasil pewarnaan Gram, isolat bakteri E1 termasuk bakteri Gram positif, sedangkan ketiga isolat lainnya merupakan bakteri Gram negatif. Isolat bakteri E1 dan S1 memiliki bentuk sel bulat (*coccus*) dengan penataan sel bergerombol, sedangkan isolat bakteri E2 dan S2 sel-selnya tampak memanjang berbentuk batang (*basil*) dengan penataan sel tunggal (terpisah) (Gambar 2). Melihat dari karakteristik morfologi koloni bakteri dan hasil identifikasi isolat E1, E2, S1, dan S2 dapat disimpulkan bahwa isolat-isolat tersebut tidak termasuk dalam kelompok aktinomiset, meskipun banyak penelitian yang menjelaskan bahwa bakteri tanah yang potensial menghasilkan senyawa antimikrob adalah kelompok aktinomiset genus *Streptomyces* (Retnowati, 2017).



Gambar 2. Morfologi sel dan hasil pewarnaan Gram isolat potensial penghasil senyawa antimikroba

Pengujian Daya Hambat Senyawa Antimikrob Terhadap Bakteri *E.coli* dan *S.aureus*

Pengujian daya hambat senyawa antimikrob terhadap bakteri *S.aureus* dan *E.coli* dilakukan untuk membandingkan tingkat keefektifan senyawa tersebut dalam menghambat

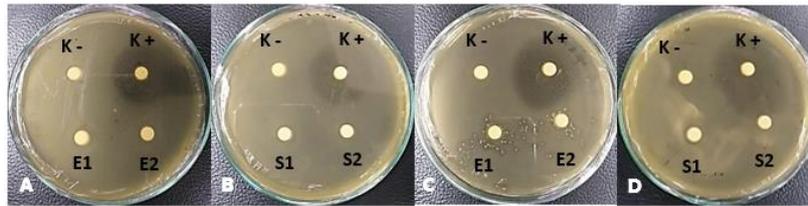
bakteri uji. Tingkat penghambatan tersebut dapat dilihat dari nilai indeks penghambatan yang dihitung dengan membandingkan diameter zona bening terhadap diameter kertas cakram (Gambar 3). Data indeks penghambatan senyawa antimikrob terhadap bakteri *S.aureus* dan *E.coli* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Zona bening disekitar kertas cakram menunjukkan bahwa bakteri yang terdapat pada media mengalami lisis. Semakin luas zona bening yang terbentuk, maka semakin besar juga potensi antibiotiknya. Menurut Muhammad (2014), kekuatan antibiotik dapat ditentukan berdasarkan diameter zona bening (zona hambat). Zona hambat yang berukuran 20 mm atau lebih memiliki arti bahwa senyawa antimikrob tersebut bersifat sangat kuat, zona hambat 10-20 mm mempunyai potensi sebagai antibiotik kuat, zona hambat 5-10 mm merupakan potensi antibiotik sedang, dan zona hambat yang berukuran kurang dari 5 mm mempunyai potensi antibiotik lemah. Dengan demikian, senyawa antimikrob yang dihasilkan oleh isolat E1, E2, S1, dan S2 termasuk dalam kelompok antimikrob dengan potensi lemah.

Tabel 2. Indeks penghambatan senyawa antimikrob yang dihasilkan oleh bakteri asal tanah terhadap bakteri *S.aureus* dan *E.coli* pada media NA setelah inkubasi 24 jam pada suhu ruang.

Bakteri Uji	Kode Isolat	Diameter (cm)		Indeks Penghambatan
		Zona hambat	Cakram	
<i>E.coli</i>	E1	0.8	0.6	0.33
	E2	0.7	0.6	0.17
<i>S.aureus</i>	S1	0.8	0.6	0.33
	S2	0.8	0.6	0.33
Kontrol +	Kloramfenikol (100 ppm)	3.2	0.6	4.33
Kontrol -	Akuades steril	0	0.6	0

Nilai indeks penghambatan menunjukkan bahwa isolat E1, E2, S1 maupun S2 memiliki kemampuan yang sama dalam menghambat bakteri *S.aureus* dan *E.coli*. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai indeks penghambatan yang relatif sama dari keempat isolat tersebut. Antibiotik kloramfenikol memiliki nilai rata-rata indeks penghambatan sebesar 4.33. Data nilai indeks penghambatan senyawa antimikrob menunjukkan bahwa antimikrob dari isolat E1, E2, S1, dan S2 jauh lebih kecil dibandingkan kloramfenikol. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan isolat E7, E8, S1, dan S2 sangat rendah dalam menghambat atau mematikan bakteri *S.aureus* dan *E.coli* yang terdapat pada media.



Gambar 3. Uji penghambatan senyawa antimikrob yang dihasilkan oleh bakteri asal tanah terhadap bakteri (A) dan (B) *E.coli*, dan (C) dan (D) *S. aureus* pada media NA setelah inkubasi 24 jam pada suhu ruang.

Kemampuan suatu senyawa antimikrob atau antibiotik dalam menghambat pertumbuhan bakteri dapat dipengaruhi oleh sifat resisten maupun kerentanan bakteri terhadap senyawa antimikrob tersebut. Sifat resisten dan kerentanan bakteri terhadap antibiotik sangat bervariasi. Bakteri Gram positif dan Gram negatif mempunyai tingkat resisten dan kerentanan yang berbeda terhadap suatu antibiotik. Hal ini bergantung pada struktur sel dan metabolisme yang dimiliki masing-masing bakteri. Bakteri Gram positif seperti *Streptococcus* dan *Staphylococcus* berbeda dengan bakteri *Escherichia coli* yang merupakan bakteri Gram negatif. Bakteri Gram negatif memiliki lapisan-lapisan dinding sel yang lebih kompleks dibandingkan bakteri Gram positif, sehingga senyawa antimikrob atau antibiotik lebih sulit berdifusi ke dalam membran sel bakteri Gram negatif. Beberapa contoh bakteri yang resisten terhadap antibiotik antara lain *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Vibrio*, *Shigella*, *Salmonella*, dan *Clostridium* (Bantawa, 2019). Berdasarkan penjelasan tersebut, jika dikaitkan dengan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa senyawa antimikrob yang dihasilkan isolat E1, E2, S1, dan S2 kurang efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri *S.aureus* dan *E.coli*.

Proses pemurnian senyawa antimikrob yang dihasilkan oleh bakteri perlu untuk dilakukan. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan pengotor atau senyawa lain yang berpotensi menghambat kerja senyawa antimikrob tersebut sehingga tidak efektif untuk menghambat bakteri patogen (Zereini, 2014). Pada penelitian ini tidak dilakukan proses pemurnian terhadap senyawa antimikrob, sehingga ekstrak kasar antimikrob yang diuji terhadap bakteri patogen *S.aureus* dan *E.coli* masih tercampur dengan senyawa lain dari media kultur. Hal ini diduga menjadi penyebab senyawa antimikrob dari isolat E1, E2, S1, dan S2 kurang efektif menghambat bakteri *S.aureus* dan *E.coli*. Penelitian lain yang menggunakan ekstrak kasar antibiotik juga menunjukkan tingkat efektivitas yang lebih rendah dibandingkan antibiotik siprofloksasin pada saat diuji terhadap bakteri *S.aureus* dan *E.coli* (Ezebialu, 2020). Selain untuk mendapatkan senyawa antibiotik murni, pemurnian ekstrak kasar perlu dilakukan dengan

tujuan untuk mengidentifikasi jenis antibiotik serta mengetahui golongan senyawa antibiotik tersebut (Kumar, 2018).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Isolat bakteri E1, E2, S1, dan S2 asal tanah merupakan bakteri potensial penghasil antimikrob. Isolat-isolat tersebut memiliki kemampuan yang sama dalam menghambat bakteri *E. coli* dan *S. aureus*, meskipun kemampuannya relatif sangat rendah jika dibandingkan dengan antibiotik kloramfenikol 100 ppm.

Penelitian selanjutnya disarankan dapat dilakukan pemurnian senyawa antimikrob yang dihasilkan untuk memperoleh sifat bakterisida yang lebih efektif terhadap bakteri patogen. Selain itu, perlu dilakukan identifikasi secara biokimia dan molekuler untuk mengetahui jenis atau spesies bakteri potensial penghasil antimikrob.

6. DAFTAR REFERENSI

- Al-Zereini, W. (2014). Bioactive crude extracts from four bacterial isolates of marine sediments from Red Sea, Gulf of Aqaba, Jordan. *Jordan Journal of Biosciences*, 7(2), 133–137.
- Balbi, H. J. (2004). Chloramphenicol – A review. *Pediatrics in Review*, 25(8), 284–282. <https://doi.org/10.1542/pir.25-8-284>
- Bantawa, K., Sah, S. N., Limbu, D. S., Subba, P., & Ghimire, A. (2019). Antibiotic resistance patterns of *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, and *Vibrio* isolated from chicken, pork, buffalo, and goat meat in Eastern Nepal. *BMC Research Notes*, 17(766), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4798-7>
- Bitrus, A. A., Peter, O. M., Abbas, M. A., & Goni, M. D. (2018). *Staphylococcus aureus*: A review of antimicrobial resistance mechanisms. *Veterinary Sciences: Research and Reviews*, 4(2), 43–54. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.vsr/2018/4.2.43.54>
- Blair, J. M. A., Webber, M. A., Baylay, A. J., Ogbolu, D. O., & Piddock, L. J. V. (2015). Molecular mechanisms of antibiotic resistance. *Nature Reviews Microbiology*, 13, 42–51. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3380>
- Ezebialu, C. U., Awuribeh, I. B., Eze, E. M., Ogu, C. T., Nwankwo, U. G., & Afunwa, R. A. (2020). Screening and characterization of antibiotic producing organisms from waste dump soil sample. *Advances in Microbiology*, 10, 422–433. <https://doi.org/10.4236/aim.2020.109031>

- Fedorenko, V., Genilloud, O., Horbal, L., Letizia, M., Marinelli, F., Paitan, Y., & Ron, E. Z. (2015). Antibacterial discovery and development: From gene to product and back. *BioMed Research International*, 2015, 591349. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/591349>
- Frickmann, H., Hahn, A., Berlec, S., Ulrich, J., Jansson, M., Schwarz, N. G., Warnke, P., & Podbielski, A. (2019). On the etiological relevance of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in superficial and deep infections – A hypothesis-forming, retrospective assessment. *European Journal of Microbiology & Immunology*, 9(4), 124–130. <https://doi.org/10.1556/1886.2019.00021>
- Katara, S., Devki, Gupta, V., Neelam, D., & Rahi, R. K. (2020). Role of bacteria and fungi in antibiotic production. *Pharma Innovation Journal*, 10(1), 709–714.
- Kohanski, M. A., Dwyer, D. J., & Collins, J. J. (2010). How antibiotics kill bacteria: From targets to networks. *Nature Reviews Microbiology*, 8(6), 423–435. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2333>
- Kumar, R. R., & Jadeja, V. J. (2018). Characterization and partial purification of an antibacterial agent from halophilic actinomycetes *Kocuria* sp. strain RSK4. *BioImpacts*, 8(4), 253–261. <https://doi.org/10.15171/bi.2018.28>
- Mast, Y., & Stegmann, E. (2019). Actinomycetes: The antibiotics producers. *Antibiotics*, 8(105), 1–4. <https://doi.org/10.3390/antibiotics8030105>
- Muhammad, Z. K. (2014). Uji aktivitas antibakteri ekstrak dan fraksi daun sintok (*Cinnamomum sintoc* Blume.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* serta analisa komponen senyawa fraksi aktif dengan kromatografi gas spektrometri massa [Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, Indonesia].
- Peterson, E., & Kaur, P. (2018). Antibiotic resistance mechanisms in bacteria: Relationships between resistance determinants of antibiotic producers, environmental bacteria, and clinical pathogens. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2928. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02928>
- Procópio, R. E., Silva, I. R., Martins, M. K., Azevedo, J. L., & Araújo, J. M. (2012). Antibiotics produced by *Streptomyces*. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 16(5), 466–471. <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2012.08.014>
- Rafiq, A., Khan, S. A., Akbar, A., Shafi, M., Ali, I., Rehman, F. U., Rashid, R., Shakoore, G., & Anwar, M. (2018). Isolation and identification of antibiotic-producing microorganisms from soil. *International Journal of Pharmaceutical Science Research*, 9(3), 1002–1011. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.9\(3\).1002-1011](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.9(3).1002-1011)

- Ranjan, R., & Jadeja, V. (2017). Isolation, characterization, and chromatography-based purification of antibacterial compound isolated from rare endophytic actinomycetes *Micrococcus yunnanensis*. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 7, 343–347. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpha.2017.05.001>
- Retnowati, Y., Sembiring, L., Moeljopawiro, S., Djohan, T. S., & Soetarto, E. S. (2017). Diversity of antibiotic-producing actinomycetes in mangrove forest of Torosiaje Gorontalo Indonesia. *Biodiversitas*, 18(3), 1453–1461. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180322>
- Sethi, S., Kumar, R., & Gupta, S. (2013). Antibiotic production by microbes isolated from soil. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 4(8), 2967–2973.
- Sudarmadi, A. A. M., Prajitno, S., & Widodo, A. D. W. (2020). Antibiotic resistance in *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* from retail chicken meat in Surabaya, Indonesia. *Biomolecular and Health Science Journal*, 3(2), 109–113. <https://doi.org/10.20473/bhsj.v3i2.22170>
- Sunatmo, T. I. (2012). *Mikrobiologi esensial 2*. Bogor: Ardy Agency.
- Thiruchenduran, S., Supraja, N., & Prasad, T. N. V. K. V. (2018). Synthesis, characterization, antimicrobial and antioxidant assay of *Costus igneus* bio-active compounds loaded zinc nanoparticles for nano and bioactive applications. *Research in Medical & Engineering Sciences*, 5(5), 1–6. <https://doi.org/10.31031/RMES.2018.05.000624>
- Ueda, K., & Beppu, T. (2016). Antibiotics in microbial coculture. *The Journal of Antibiotics*, 70, 361–365. <https://doi.org/10.1038/ja.2016.127>