



Isolasi dan Identifikasi Bakteri Actinomycetes dari Tanah Pekarangan dan Kolam Lele

Nichlah Fakhriroh*, Ahmad Syauqi, Faisal

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

*Koresponden Penulis : 21901061075@unisma.ac.id

Abstrak

Actinomycetes merupakan salah satu dari banyak mikroorganisme yang ditemukan di tanah. Actinomycetes adalah genus prokariota yang sangat hemat biaya yang memiliki kemampuan untuk membuat metabolit sekunder dalam bentuk bahan kimia bioaktif. Senyawa ini mencakup antibiotik, agen antikanker, agen immunosupresif, dan enzim, sehingga menjadikannya diinginkan untuk tujuan bioteknologi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri actinomycetes dari tanah di pekarangan dan kolam ikan lele yang terletak di Singosari Kabupaten Malang. Penelitian ini menggunakan teknik deskriptif eksploratif untuk memberikan penilaian komprehensif terhadap keberadaan bakteri actinomycetes di tanah pekarangan dan kolam ikan lele. Data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis deskriptif yaitu berupa tabulasi dalam bentuk tabel dan grafik. Temuan penelitian mengungkapkan keberadaan tiga spesies bakteri actinomycetes yang berbeda di tanah pekarangan dan kolam ikan lele. Tiga genus tersebut adalah genus Streptomyces, Nocardia dan Micrococcus. Tidak terdapat perbedaan antara bakteri actinomycetes yang teridentifikasi pada tanah pekarangan dan kolam lele, keduanya didominasi oleh bakteri dari genus Streptomyces. Populasi bakteri actinomycetes pada tanah pekarangan relative sama dengan keberadaan bakteri actinomycetes pada kolam lele dikarenakan kolam lele yang terbuat dari tanah dan aktivitas ikan lele yang bergerak atau berenang lincah dan aktif didalam kolam menyebabkan kekeruhan pada kolam yang dihasilkan dari tanah liat yang tersuspensi. Karakteristik sitologi pada dinding sel bakteri actinomycetes tergolong gram positif.

Kata kunci: Actinomycetes, air, bakteri, identifikasi, isolasi, tanah.

Abstract

Actinomycetes is one of the many microorganisms found in soil. Actinomycetes are a very cost-effective genus of prokaryotes that possess the ability to create secondary metabolites in the form of bioactive chemicals. These compounds include antibiotics, anticancer agents, immunosuppressive agents, and enzymes, making them desirable for biotechnology purposes. The objective of this study is to isolate and identify actinomycetes bacteria from the soil in yards and catfish ponds located in Singosari, Malang Regency. The study used an exploratory descriptive technique to provide a comprehensive assessment of the occurrence of actinomycetes bacteria in the soil of yards and catfish ponds. The acquired data was then subjected to descriptive analysis, namely in the form of tabulation in tables and graphs. The study findings revealed the presence of three distinct species of actinomycetes bacteria in the soil of both yards and catfish ponds. The three genus are Streptomyces, Nocardia and Micrococcus genus. There is no difference between actinomycetes bacteria identified in yard soil and catfish ponds, both of which are dominated by bacteria of the genus streptomyces. The population of actinomycetes bacteria in yard soil is relatively the same as the presence of actinomycetes bacteria in catfish ponds because catfish ponds are made of soil and the activity of catfish that move or swim agile and active in the pond causes turbidity in the pond resulting from suspended clay. Cytological characteristics on the cell wall of actinomycetes bacteria are classified as gram-positive.

Keywords: Actinomycetes, water, bacteria, identification, isolation, soil.

Histori Artikel

Submit : 26 Juni 2024

Direvisi : 1 Juli 2025

Diterima : 19 Agustus 2026

DOI : 10.33474/e-jbst.v12i1.580

Sitasi : N. Fakhriroh, A. Syauqi, Faisal. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Actinomycetes dari Tanah Pekarangan dan Kolam Lele. Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic), vol. 12, no. 1, pp. 10–17, Aug. 2026. <https://doi.org/10.33474/ejbst.v12i1.580>



Pendahuluan

Tanah berfungsi sebagai substrat alami untuk berbagai interaksi biologis dan tumbuhan, menyediakan rumah bagi tumbuhan, hewan, dan mikroba. Tanah memainkan peranan penting dalam mempengaruhi kualitas lingkungan secara keseluruhan karena kemampuannya dalam menahan berbagai zat organik dan anorganik, termasuk polutan alami. Tanah sebagian besar terdiri dari bagian padat yang meliputi mineral anorganik, tumbuhan, dan sisa-sisa mikroba. Komponen-komponen tersebut terlibat dalam berbagai fase dekomposisi, serta mikroorganisme hidup yang memiliki kemampuan menghasilkan metabolit tertentu. Mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh kondisi tanah, yang pada gilirannya mempengaruhi pertumbuhan, aktivitas, dan dinamika populasinya.

Actinomycetes merupakan salah satu dari banyak mikroorganisme yang ditemukan di tanah [1]. Actinomycetes juga didistribusikan secara luas di perairan, seperti pada air tawar dan laut, beberapa biasanya diperoleh dari lingkungan terestrial sekitar yang tersapu air [2]. Actinomycetes pada tanah dan air yang memiliki peran penting dalam penguraian suatu bahan dan merupakan bagian penting dalam proses pembentukan humus dan menjaga keseimbangan ekosistem.

Actinomycetes merupakan sejenis bakteri yang menghuni beberapa jenis tanah, antara lain tanah tidak subur, subur, dan tidak subur. Mereka dikenal karena kemampuannya untuk berkembang di lingkungan yang keras. Actinomycetes menunjukkan berbagai jenis, yang mungkin dipengaruhi oleh beberapa elemen termasuk komponen biologis, fisik, dan kimia yang ada di lingkungannya [3]. Actinomycetes merupakan salah satu jenis mikroba tanah yang memiliki sifat unik sehingga membedakannya dari kelompok prokariotik.

Actinomycetes ialah salah satu komponen mikroorganisme yang terdapat dalam Effective Microorganism-4 [4]. Saat sekarang EM4 sangat berguna untuk pengomposan dan pembuatan pupuk dari bahan organik. Percobaan aplikasi EM4 telah dilakukan pada pengomposan bahan organik yang diberi perlakuan cahaya karena mengandung bakteri fotosintetik [5]. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri actinomycetes dari pekarangan dan kolam lele di Kecamatan Singosari Kabupaten Malang.

Material dan Metode

Alat dan Bahan

Alat yang dimanfaatkan pada kajian ini: botol sampel, water sampler, box steril, Erlenmeyer, cawan petri, kaca objek, *gelas beaker* 500 mL, gelas ukur, tabung reaksi, bunsen, korek api, spatula, jarum inokulasi (ose), *spreader* kaca, neraca analitik, *hot plate* dan *magnetic stirrer*, *microwave*, autoklaf, *Laminar Air Flow* (LAF), *vortex*, inkubator, mikroskop, *cotton plug*, pipet tetes, mikropipet. blue tip, kertas sampul, kertas label, plastik *wrap*, aluminium foil, kamera, dan ATK.

Bahan yang dimanfaatkan dalam penelitian ini yakni sampel tanah pekarangan dan air kolam lele, akuades steril, biakan murni (actinomycetes), Pati, KNO_3 , $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, K_2HPO_4 , $CACO_3$, NaCl, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, Agar, Casein diekstrak dari susu segar yang diendapkan dengan asam asetat glasial, zat kristal violet, iodium, alkohol 96%, larutan safranin, alkohol 70%, minyak emersi, spiritus, sabun cuci.

Metode

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2023 sampai Maret 2024. Sampel diambil dari tanah pekarangan dan air kolam lele di Jl. Kendedes No.37, Pagetan, Candirenggo, Kecamatan Singosari Kabupaten Malang. Pengujian sampel tanah dan air dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Terpadu Halal Center Universitas Islam Malang.

Jenis penelitian ini yaitu deskriptif eksploratif untuk memberikan cerminan tempat bakteri actinomycetes yang terdapat pada tanah pekarangan dan kolam lele dan secara sengaja diambil dari tanah pekarangan dan kolam lele. Analisis data meliputi karakteristik makroskopis dan mikroskopis.

Cara Kerja

Pembuatan Media *Starch Casein Agar* (SCA)

Pembuatan media SCA dilakukan dengan menimbang terlebih dahulu Soluble Starch / Pati 3,5g, Casein 0,105g, KNO_3 0,7g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,0175g, K_2HPO_4 0,7g, NaCl 0,7g, $CACO_3$ 0,007g,



$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,003g, Agar 6,3g, selanjutnya bahan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 500 mL dan dilarutkan seluruhnya dalam 350 mL air suling yang telah disterilkan. Selanjutnya zat tersebut dipanaskan dengan menggunakan pengaduk pelat panas. Setelah larutan mendidih dan tercampur rata, bukaan labu erlenmeyer ditutup dengan kapas dan aluminium foil. Kemudian diikat dengan karet gelang dan disterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 hingga 30 menit. Media steril dituang secara aseptik sebanyak ± 10 mL kedalam cawan petri menggunakan *Laminar Air Flow* (LAF). Selanjutnya media dibiarkan dingin dan mengeras. Selanjutnya cawan petri dibungkus dengan plastik wrap agar media tidak kontaminasi. Media kemudian dipertahankan pada suhu kamar selama 24 jam. Setelah jangka waktu 24 jam, media disiapkan untuk segera digunakan atau dapat disimpan terlebih dahulu dalam lemari es.

Pengambilan Sampel

Sampel tanah pekarangan diambil dari satu titik pada kedalaman 10-15 cm di bawah permukaan tanah, sampel tanah kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik steril. Demikian pula sampel kolam ikan lele diperoleh dari satu titik di permukaan air dan dipindahkan ke botol steril untuk disimpan. Selanjutnya cool box tersebut dikirim ke Laboratorium untuk diuji.

Isolasi Bakteri

Sampel tanah dan air kolam ditimbang seberat 1 gram kemudian dicampur dengan 9 ml aquades dalam tabung reaksi. Ini menghasilkan pengenceran 10^{-1} dan pengenceran selanjutnya dilakukan secara seri hingga 10^{-5} . Untuk setiap pengenceran, sampel 20 μ l digunakan untuk menginokulasi media SCA menggunakan teknik *spread plate* kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 5-7 hari. Morfologi koloni bakteri yang muncul kemudian diperiksa baik secara makroskopis maupun mikroskopis.

Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri dilakukan dengan pemeriksaan makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi makroskopis melibatkan penilaian atribut koloni bakteri yang tumbuh pada media SCA, seperti morfologi, pigmentasi, tepi, dan tinggi. Identifikasi secara mikroskopis dilakukan dengan pewarnaan gram untuk mengetahui sifat bakteri gram positif atau gram negatif dan untuk mengetahui morfologi sel bakteri.

Analisis Data

Data hasil pengamatan isolat bakteri actinomycetes selanjutnya dianalisis secara deskriptif kualitatif. Data pengamatan berupa karakteristik morfologi bakteri actinomycetes secara makroskopis dan mikroskopis ditampilkan dalam bentuk gambar, tabel, dan diagram.

Hasil dan Diskusi

Hasil Penelitian

Bakteri actinomycetes pada tanah pekarangan dan kolam ikan lele dapat dikenali dari kemampuannya membentuk koloni pada media selektif. Koloni bakteri menunjukkan sifat berdasarkan kemampuannya berinteraksi dengan media pertumbuhan. Media SCA merupakan media yang sangat eksklusif dan khas membudidayakan yang digunakan untuk bakteri sakarolitik, yang termasuk dalam kelompok actinomycetes. Koloni actinomycetes yang dibudidayakan pada media SCA akan memperlihatkan miselium yang terlihat dipermukaan media, menyerupai pola pertumbuhan jamur.

Tabel 1. Hasil pengamatan morfologi makroskopis koloni bakteri dari sampel tanah pekarangan.

Sampel	Kode Isolat	Morfologi Koloni			
		Bentuk	Warna	Tepian	Elavasi
10^{-3}	T-A1	Circular	Abu-abu	Wavy	Flat
	T-A2	Irregular	Abu-abu	Erose	Flat
	T-A4	Circular	Putih	Even	Flat
	T-A6	Circular	Putih	Even	Convex
	T-B1	Circular	Abu	Even	Raised
10^{-4}			kehitaman		
	T-B5	Irregular	Putih kuning	Erose	Raised



10^{-5}	T-B6	<i>Circular</i>	Kuning	<i>Even</i>	<i>Convex</i>	
	T-C1	<i>Circular</i>	Hitam	<i>Wavy</i>	<i>Convex</i>	
	T-C2	<i>Irregular</i>	Kuning	<i>Filamentous</i>	<i>Convex</i>	
Keterangan:	<i>Circular</i>	: 	<i>Irregular</i>	: 	<i>Filamentous</i>	: 
	<i>Wavy</i>	: 	<i>Erose</i>	: 	<i>Even</i>	: 
	<i>Flat</i>	: 	<i>Convex</i>	: 	<i>Raised</i>	: 

Tabel 2. Hasil pengamatan morfologi makroskopis koloni bakteri dari sampel kolam lele.

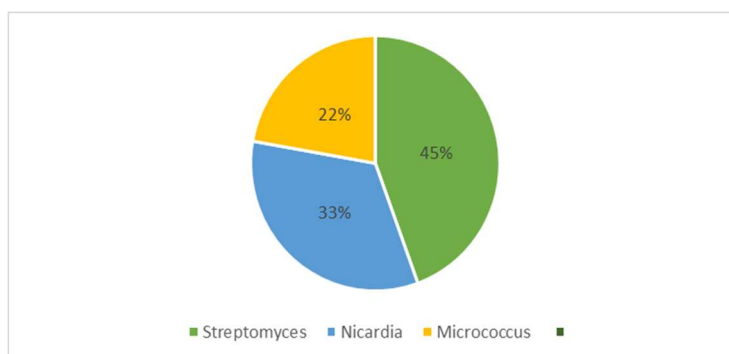
Tabel 2. Hasil pengamatan morfologi mikroorganisme dari sampel kolam terpal									
Sampel	Kode Isolat	Morfologi Koloni							
		Bentuk	Warna	Tepian	Elavasi				
10 ⁻³	L-A1	Circular	Coklat	Even	Flat				
	L-A2	Irregular	Kuning tua	Even	Raised				
	L-A4	Circular	Putih	Filamentous	Raised				
	L-A5	Circular	Putih	Erose	Convex				
	L-A7	Circular	Abu-abu	Erose	Raised				
10 ⁻⁴	L-B2	Irregular	Abu kehitaman	Wavy	Convex				
	L-B7	Irregular	Kuning	Erose	Raised				
	L-B8	Circular	Putih	Even	Raised				
10 ⁻⁵	L-C1	Circular	Hitam	Even	Convex				
	L-C5	Irregular	Coklat	Erose	Convex				
	L-C6	Circular	Kuning	Erose	Convex				
Keterangan:	Circular	:		Irregular :		Filamentous	:		
	Wavy	:		Erose	:		Even	:	
	Flat	:		Convex	:		Raised	:	

Identifikasi bakteri pada sampel tanah pekarangan didapatkan 9 isolat dan 11 isolat pada kolam lele di Kecamatan Singosari Kabupaten Malang yang memiliki karakteristik morfologi secara makroskopis yang bervariasi. Dari total isolat bakteri, pada pengenceran 10^{-3} dari kedua sampel didominasi oleh koloni berwarna coklat, abu-abu dan hitam. (Tabel 1 dan 2). Bakteri actinomycetes memiliki karakteristik yang bervariasi pada media SCA. Karakteristik tersebut meliputi warna, bentuk, tepian, dan elevasi koloni. Perbedaan karakteristik yang signifikan dapat dilihat pada perbedaan warna koloni. Dari keragaman bentuk dan juga warna koloni, diketahui bahwa terdapat tiga genus bakteri actinomycetes.

Tabel 3. Frekuensi bakteri actinomycetes yang teridentifikasi dari tanah pekarangan.

NO	Genus Bakteri	Pengenceran	Frekuensi
1	Streptomyces	10^{-5}	4
2	Nocardia	10^{-5}	3
3	Micrococcus	10^{-4}	2
	Jumlah		9

Dari frekuensi genus bakteri actinomycetes diatas, dapat diketahui genus bakteri actinomycetes yang mendominasi pada tanah pekarangan. Nilai persentase masing-masing genus terjadi pada gambar 1.

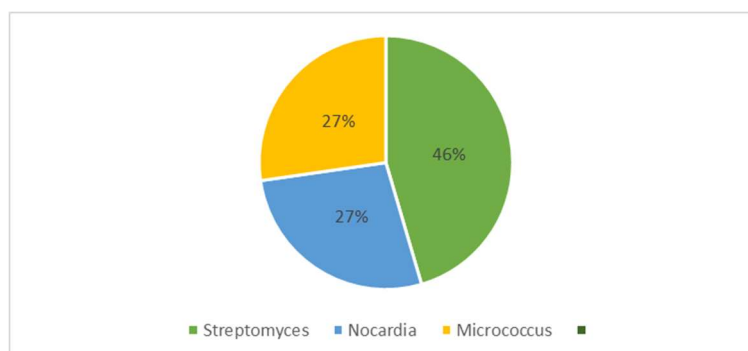


Gambar 1. Diagram komposisi genus bakteri actinomycetes dari tanah pekarangan.

Tabel 4. Frekuensi bakteri actinomycetes yang teridentifikasi dari tanah pekarangan.

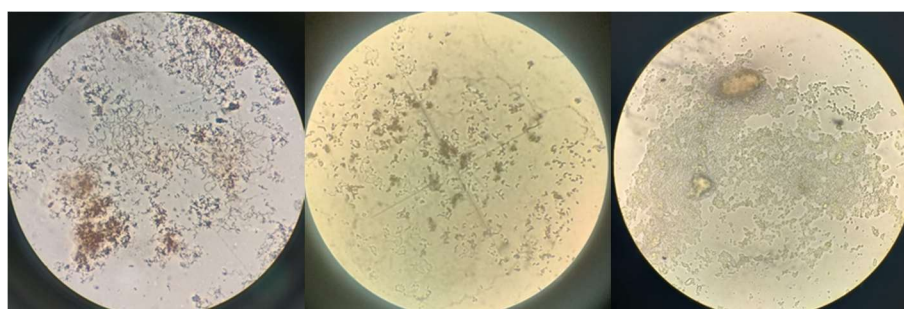
NO	Genus Bakteri	Pengenceran	Frekuensi
1	Streptomyces	10^{-5}	5
2	Nocardia	10^{-5}	3
3	Micrococcus	10^{-5}	3
	Jumlah		11

Dari frekuensi genus bakteri actinomycetes diatas, dapat diketahui genus bakteri actinomycetes yang mendominasi pada tanah pekarangan. Nilai persentase masing-masing genus terjadi pada gambar 2.

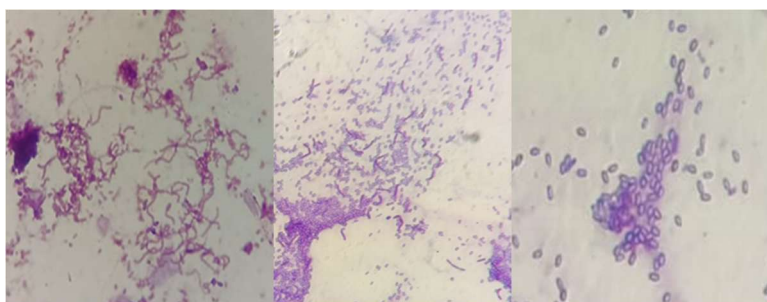


Gambar 2. Diagram komposisi genus bakteri actinomycetes dari kolam lele.

Perbedaan karakteristik ketiga genus bakteri actinomycetes pada media SCA secara mikroskopis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Karakteristik koloni bakteri actinomycetes yang tumbuh pada media SCA.
(A) Genus Streptomyces, (B) Genus Nocardia, (C) Genus Micrococcus.



Gambar 4. Karakteristik mikroskopis bakteri actinomycetes dengan pewarnaan gram pada perbesaran 1000x. (A) Bentuk sel spiral, (B) Bentuk sel kokus, (C) Bentuk sel basil.

Pengamatan karakteristik morfologi bakteri actinomycetes secara mikroskopis dilakukan dengan pewarnaan gram, dimana isolat yang akan dilakukan pewarnaan diambil dari koloni bakteri pada media selektif SCA. Pewarnaan gram adalah teknik identifikasi bakteri secara mikroskopis yang tujuannya untuk membedakan bakteri gram positif dan bakteri dari golongan negatif dengan melihat bentuk ukuran, dan susunan sel yang ditunjukkan dengan perbedaan warna. Hasil identifikasi bakteri actinomycetes secara mikroskopis dapat dilihat pada Gambar 4.

Pembahasan

Berdasarkan karakteristik morfologi pada Tabel 1 dan 2, diduga semua isolat yang tumbuh adalah bakteri gram positif khususnya kelompok Streptomyces. SCA merupakan media selektif dan diferensial untuk isolasi dan pertumbuhan bakteri sakarolitik salah satunya dari kelompok actinomycetes. Koloni bakteri berwarna kuning, abu-abu sampai hitam merupakan bakteri dari genus Streptomyces. Meneliti struktur dan bentuk isolat Streptomyces. Menampilkan warna koloni dari isolat yang berbeda, yang sering dikategorikan menjadi tujuh warna: putih, coklat, abu-abu, kuning, hijau, hitam, dan ungu [6].

Koloni bakteri dengan warna berwarna putih halus dan kuning dengan butiran adalah bakteri dari genus Nocardia. Hal ini sejalan dengan pernyataan bahwa bakteri ini memiliki koloni halus berwarna putih yang dihiasi butiran atau struktur seperti beludru, yang mampu menghasilkan pigmen merah kecoklatan yang tampak tidak rata, berkerut, dan menumpuk. Selain itu, bakteri ini menghasilkan hifa udara berwarna putih dan hifa substrat transparan [7]. Sedangkan koloni yang tumbuh berwarna kuning agak kemerahan merupakan bakteri dari genus Micrococcus, genus micrococcus termasuk actinomycetes terbanyak kedua setelah genus Nocardia. Bakteri ini menunjukkan fungsinya sebagai agen biokontrol melalui dua mekanisme berbeda. Yang pertama melibatkan sintesis langsung HCN dan siderofor, serta aktivitas enzim tertentu (selulosa, protease, dan kitinase). Kombinasi faktor-faktor ini mengarah pada penekanan penyakit tanaman. Teknik tidak langsung termasuk menekan pertumbuhan jamur patogen tanaman dengan menunjukkan sifat antijamur terhadap jamur berbahaya tersebut [8].

Actinomycetes yang mendominasi tanah pekarangan adalah bakteri dari genus Streptomyces (Gambar 1). Keberadaan Streptomyces didalam tanah merupakan kelompok yang paling melimpah ditemukan terutama pada tanah yang bersifat alkali dan netral dibandingkan pada jenis tanah yang asam. Hal tersebut disebabkan streptomyces sangat cepat tumbuh dan sangat mudah untuk diisolasi. Klasifikasi Actinomycetes ditentukan oleh faktor-faktor seperti jenis tanah, sifat fisik, jumlah bahan organik, dan pH lingkungan. Actinomycetes menghasilkan sekitar 10-20% dari keseluruhan komunitas mikroba yang ditemukan di tanah [9]. Mikroorganisme yang menguntungkan bagi kesuburan tanah yang berada dalam EM4 yaitu Actinomycetes, Streptomyces. Actinomycetes memainkan peran penting dalam mempercepat pemecahan zat organik termasuk selulosa dan kitin. Bakteri ini menghuni humus dan berperan penting dalam memasok nutrisi bagi tanaman, sedangkan Streptomyces berkontribusi pada penguraian detritus tanaman. [4].

Jumlah bakteri actinomycetes yang ditemukan pada tanah pekarangan dan air kolam lele tidak jauh berbeda dikarenakan kolam lele yang terbuat dari tanah dan aktivitas ikan lele yang bergerak atau berenang lincah dan aktif didalam kolam menyebabkan kekeruhan pada kolam yang dihasilkan dari tanah liat yang tersuspensi (Gambar 2). Sebagaimana tanah, air merupakan substrat bagi mikroba, selain itu suhu akan menjadi penentu untuk perkembangan populasi mikroba Mikroorganisme di dalam air



dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti tenang dan tidaknya aliran sungai, dekat jauhnya sumur dan jenis tanah yang ada terhadap sumber pencemar [10]. Beberapa jenis Actinomycetes, termasuk Streptomyces sp., berkontribusi terhadap degradasi pestisida yang mencemari air, termasuk pestisida jenis lidand [11].

Isolat actinomycetes yang diperoleh dari tanah pekarangan dan air kolam ikan lele merupakan bakteri gram positif dengan morfologi sel spiral, basil, dan kokus (Gambar 3) yang merupakan ciri khas dari actinomycetes. Actinomycetes menunjukkan ciri-ciri bakteri gram positif, berbentuk sel kokus (bola) dan sel basil (berbentuk batang) [12]. Selama proses pewarnaan, bakteri gram positif memiliki kemampuan untuk mempertahankan warna ungu dari kompleks pewarna kristal violet-iodine, bahkan ketika terkena larutan alkohol. Sebaliknya, bakteri gram negatif mempunyai sifat melepaskan pewarna kristal violet saat dibilas dengan alkohol dan kemudian menyerap pewarna safranin, sehingga menghasilkan warna merah [13].

Pewarnaan gram koloni bakteri yang diekstraksi dari sampel tanah yang diambil dari pekarangan dan kolam ikan lele menghasilkan tiga jenis morfologi sel bakteri yang berbeda: basil, kokus, dan spiral. Bacillus adalah bakteri kecil, silindris, berbentuk batang. Beberapa basil dapat ditemukan dalam kelompok memanjang, berpasangan, atau sendiri-sendiri. Cocci adalah bakteri berbentuk bola. Bakteri berbentuk kokus berkumpul dan membentuk koloni. Sedangkan spiral mengacu pada bakteri yang bentuknya bengkok atau melengkung seperti spiral. Hanya sejumlah kecil spesies bakteri yang memiliki morfologi spiral, menjadikannya kategori yang paling tidak umum jika dibandingkan dengan bakteri berbentuk basil dan kokus [14].

Kesimpulan

Berlandaskan kajian yang dilakukan, bisa dibuat simpulan bahwasanya: Bakteri actinomycetes yang teridentifikasi dalam tanah pekarangan dikuasai disebabkan bakteri genus Streptomyces. Sebaliknya berlandaskan sifat morfologi sel kokus, basil, dan spiral. Secara mikroskopis-sitologis dinding sel bakteri actinomycetes tergolong gram positif. Populasi bakteri actinomycetes pada tanah pekarangan relatif sama dengan keberadaan bakteri actinomycetes pada kolam lele, dikarenakan kolam lele yang terbuat dari tanah dan aktivitas ikan lele yang bergerak atau berenang lincah dan aktif didalam kolam menyebabkan kekeruhan pada kolam yang dihasilkan dari tanah liat yang tersuspensi. Bakteri actinomycetes berhasil teridentifikasi pada kolam lele dan terdiri dari 3 genus yaitu Genus Streptomyces, Nocardia, dan Micrococcus.

Daftar Pustaka

- [1] E. R. Pratiwi, *Potensi Actinomycetes sebagai Penghasil Antibiotik dari Rhizosfer Pohon Pinus di Hutan Universitas Brawijaya (UB Forest), Karangploso, Malang*. Malang, Indonesia: Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Brawijaya, 2018.
- [2] R. Anandan, D. Dharumadurai, and G. P. Manogaran, "An introduction to Actinobacteria," in *Actinobacteria—Basics and Biotechnological Applications*, Croatia: Intech, 2016.
- [3] A. Nurkanto, F. Listyaningsih, H. Julistiono, and A. Agusta, "Eksplorasi keanekaragaman aktinomisetes tanah Ternate sebagai sumber antibiotik," *Jurnal Biologi Indonesia*, vol. 6, no. 3, 2017. [Online]. Available: <http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php>. [Accessed: Aug. 28, 2021].
- [4] I. K. Irianto, "Peranan Effective Microorganism 4 (EM-4) dalam pengelolaan sampah: Tinjauan dari perspektif pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan," [Nama publikasi tidak tercantum], pp. 1–18, 2013. [Online]. Available: <http://repository.warmadewa.ac.id/id/eprint/221/>
- [5] F. R. Jamilah, *Proses Pengomposan Bahan Organik dengan Penggunaan Cahaya*. Malang, Indonesia: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, 2023.
- [6] M. Madigan, J. Martinko, and J. Parker, *Biology of Microorganisms*. New Jersey, NJ, USA: Prentice Hall International, 1997.
- [7] J. Holt, N. Krieg, P. H. A. Sneath, J. T. Staley, and S. T. Williams, *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 9th ed. Baltimore, MD, USA: Williams & Wilkins, 1994.



- [8] N. Sharma and B. S. Saharan, "Role of *Micrococcus luteus* SNSr7 strain NH54PC02 in sustainable agriculture by behaving as biocontrol agent," *International Journal of Microbiology and Allied Sciences*, vol. 3, no. 1, pp. 1–13, 2016.
- [9] Mutmainnah, *Isolasi Actinomycetes dari Tanah Pembuangan Limbah Pabrik Gula Tebu (Camming) Bone sebagai Penghasil Antibiotika*. Makassar, Indonesia: Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Hasanuddin, 2013.
- [10] A. Syauqi, *Mikrobiologi Lingkungan: Peranan Mikroorganisme dalam Kehidupan*. Yogyakarta, Indonesia: CV Andi-Unisma, 2017.
- [11] T. Katagi, "Aerobic microbial transformation of pesticides in surface water," *Journal of Pesticide Science*, vol. 38, pp. 10–26, 2013, doi: 10.1584/jpestics.D12-053.
- [12] G. W. Procop, D. L. Church, G. S. Hall, W. M. Janda, E. W. Koneman, P. C. Schreckenberger, and G. L. Woods, *Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology*, 8th ed. Philadelphia, PA, USA: Wolters Kluwer Health, 2017.
- [13] A. M. Akhnah, A. W. Dyah, and C. R. Rivanna, "Identifikasi genera bakteri coliform pada Desa Datar Kabupaten Jepara," *Jurnal Pendidikan dan Biologi*, vol. 14, no. 2, pp. 124–131, 2022.
- [14] S. T. Pratiwi, *Mikrobiologi Farmasi*. Yogyakarta, Indonesia: Penerbit Erlangga, 2008.