

ANALISIS POPULASI BAKTERI PADA AIR ASAM TAMBANG DENGAN PERLAKUAN SEDIMEN MANGROVE

Fahrudin dan As'adi Abdullah
Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar
fahrudin_science@unhas.ac.id

Abstrak

Limbah air asam tambang merupakan sumber pencemar pada lingkungan yang bisa mengganggu kehidupan berbagai organisme, dapat ditanggulangi secara biologis dengan memanfaatkan mikroba dari sedimen lahan basah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dinamika populasi mikroba pada air asam tambang dengan perlakuan sedimen mangrove, perhitungan total mikroba dengan metode standard plate count. Hasil pengamatan menunjukkan perlakuan sedimen mangrove meningkatkan pertumbuhan populasi mikroba pada hari ke-15 yaitu $3,5 \times 10^6$ sel/ml pada perlakuan I dan $1,53 \times 10^6$ sel/ml pada hari ke-15 pada perlakuan II, sedangkan pada perlakuan III sebagai kontrol jumlah mikroba hanya $0,2 \times 10^6$ di awal inkubasi dan terus menurun hingga hari ke 25. Hasil isolasi mikroba dari sedimen mangrove, didapatkan 13 isolat yang berbeda berdasarkan ciri morfologi secara makroskopis meliputi warna, bentuk, tipe dan elevasi koloni.

kata kunci: bakteri. air asam tambang, mangrove

POPULATION ANALYSIS OF BACTERIA ON ACID MINE WATER WITH MANGROVE SEDIMENT TREATMENT

Abstract

acid mine water waste is a source of pollutants in the environment that can interfere with the lives of various organisms, can be overcome biologically by utilizing microbes from wetland sediments. This study aims to determine the dynamics of microbial populations in acid mine water with mangrove sediment treatment, the determination of total microbial by standard plate count method. Observation results showed mangrove sediment treatment increased the growth of microbial population on the 15th day of 3.5×10^6 cells/ml at treatment I and 1.53×10^6 cells / ml on the 15th day of treatment II, while in treatment III as control of microbial amount only 0.2×10^6 at incubation beginning and continued to decrease until day 25. Microbial isolation result from mangrove sediment, found 13 different isolates based on macroscopic morphological features including color, shape, type and colony elevation.

keywords: bacteria, acid mine water, mangrove

I. PENDAHULUAN

Limbah asam tambang merupakan limbah dari sisa ekstraksi bijih yang berasal dari batuan yang mengandung sulfida akan teroksidasi di permukaan bumi dan membentuk air asam tambang yang bersifat asam dan mengandung logam berat (Fahrudin, 2010). Asam sulfat merupakan komponen asam utama dalam limbah asam tambang yang berasal dari batuan yang kaya kandungan sulfurnya (Germida, 1998).

Kandungan asam sulfat dalam limbah air asam tambang merupakan penyebab utama pencemaran pada lingkungan air maupun pada lingkungan darat dari sifat asam limbah ini. Jika sudah masuk di lingkungan, terus akan terbentuk asam oleh adanya kelompok bakteri *Thiobacillus* yang menjadi pemicunya (Sanchez-Andrea *et al.*, 2011).

Mengingat sedemikian banyaknya limbah air asam tambang yang dihasilkan dari aktivitas pertambangan dengan dampak atau risiko kerusakan lingkungan yang sangat besar, maka teknologi penanganan limbah air asam tambang haruslah sedemikian efektif serta memiliki dampak yang minimal terhadap terjaganya kelestarian lingkungan. Kajian bioteknologi untuk pengolahan limbah merupakan langkah yang bijaksana dengan memperhatikan sisi efektif dan ekonomis yaitu dengan memanfaatkan bakteri pereduksi sulfat (Pester, 2012).

BPS merupakan mikroorganisme anaerob yang mampu mereduksi asam sulfat (H_2SO_4) menjadi sulfida (H_2S) banyak tumbuh pada lingkungan anaerob, termasuk pada sedimen lahan basah (Germida, 1998; Fahrudin, 2010). Oleh karena itu, maka dilakukan penelitian mengenai kajian populasi pertumbuhan mikroba pada air asam tambang dengan perlakuan sedimen mangrove.

II. METODE KERJA

1. Pengambilan Sampel

Air asam tambang (AAT) diperoleh dari lokasi pertambangan, sedimen mangrove diambil Tallo, Makassar. Sedimen kemudian dimasukkan dalam botol sampel dan disimpan dalam lemari pendingin pada suhu $2^{\circ}C$.

2. Karakterisasi Air Asam Tambang dan sedimen

Dilakukan karakterisasi air asam tambang secara fisik meliputi warna dengan mengamati tingkat kekeruhan, karakterisasi kimia meliputi kandungan sulfat dengan metode titrasi pengujian pH dengan pH meter (Sudarmaji *et al.*, 1981)

3. Perlakuan

Perlakuan air asam tambang dengan sedimen mangrove yaitu perlakuan I: air asam tambang dengan sedimen mangrove 25%; Perlakuan II : air asam tambang dengan sedimen mangrove 50% ; Perlakuan III: air asam tambang tanpa perlakuan sedimen mangrove sebagai kontrol. Setiap perlakuan diinkubasi selama 25 hari. Pengamatan jumlah total mikroba pada perlakuan dilakukan setiap 5 hari.

4. Perhitungan Total Mikroba

Perhitungan total mikroba dilakukan dengan menggunakan metode *Standart Plate Count* (SPC). Sampel diencerkan secara berseri, kemudian 1 ml sampel masing-masing diinokulasikan pada medium nutrisi agar dalam cawan petri. Diinkubasi selama 2 x 24 jam pada suhu 37°C, kemudian dihitung jumlah koloni mikroba.

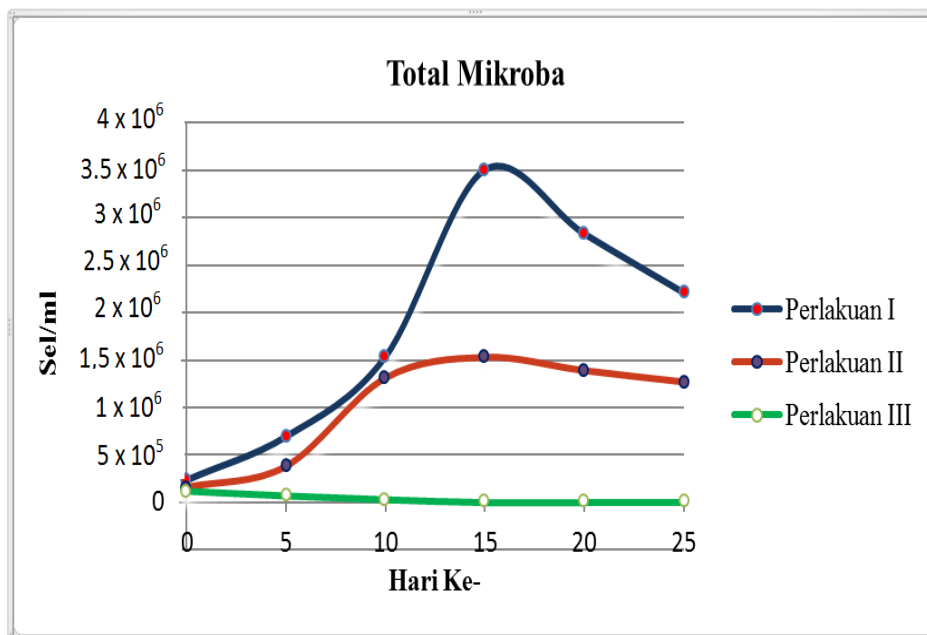
5. Pengamatan mikroba

Koloni mikroba yang tumbuh berbeda, diamati untuk mengetahui jenis koloni, berdasarkan bentuk (*shape*), tepi (*edge*), warna (*colour*), dan permukaan (*elevation*) morfologinya dan ciri koloni yang lainnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi air asam tambang berwarna kecoklatan, sedikit keruh hal ini terkait dengan kemungkinan disebabkan adanya kandungan besi dan logam berat lainnya, mengandung sulfat 0,87 ppm dan pH 4,2. Kandungan sulfat berasal dari hasil oksidasi metal sulfid dari batuan yang digali, dan hal ini akan mempengaruhi tingkat keasaman limbah air asam tambang, semakin tinggi kandungan sulfat akan sejalan dengan rendahnya pH atau tingginya sifat asam (Koschorreck, 2008).

Perlakuan air asam tambang dengan sedimen mangrove memperlihatkan pertumbuhan jumlah koloni yang berbeda-beda. Hasil isolasi bakteri setiap perlakuan dihitung dengan menggunakan metode SPC (*Standart Plate Count*) didapatkan hasil Seperti pada Gambar 1



Gambar 1. Pertumbuhan populasi mikroba pada perlakuan air asam tambang dengan sedimen mangrove meliputi: perlakuan I sedimen mangrove 25%; Perlakuan II sedimen mangrove 50% ; Perlakuan III tanpa perlakuan sedimen mangrove sebagai kontrol.

Perlakuan I menunjukkan jumlah total mikroba meningkat tajam pada hari ke-15 yaitu $3,5 \times 10^6$ sel/ml namun pada hari ke-20 mengalami penurunan mencapai $2,83 \times 10^6$ sel/ml dan mengalami penurunan secara bertahap hingga akhir pengamatan dengan total mikroba $2,21 \times 10^6$ sel/ml.

Pada perlakuan II menunjukkan bahwa jumlah total mikroba juga mengalami peningkatan tajam pada hari ke-15 yaitu $1,53 \times 10^6$ sel/ml dan menurun secara bertahap hingga akhir pengamatan yaitu hari ke-25 dengan total mikroba $1,27 \times 10^6$ sel/ml. Sedangkan grafik perlakuan III menunjukkan bahwa jumlah total mikroba pada awal pengamatan yaitu hari ke-0 dengan jumlah total mikroba $1,2 \times 10^5$ sel/ml terus mengalami penurunan secara bertahap sampai akhir pengamatan yaitu hari ke-25. Jumlah total mikroba pada hari ke-0 hingga hari ke-5 masih sedikit, menunjukkan bahwa mikroba masih berada pada fase lag atau fase adaptasi dimana mikroba-mikroba yang masih mampu bertahan melakukan adaptasi terhadap kondisi lingkungan sehingga dapat bertahan hidup. Pada hari ke-15, perlakuan I memperlihatkan pertumbuhan mikroba yang meningkat tajam dimana fase ini disebut fase log atau eksponensial. Sedangkan untuk perlakuan II, fase log atau eksponensial terjadi pada hari ke-10. Mikroba yang beradaptasi dengan baik akan memanfaatkan sumber nutrisi yang ada

dengan sebaik-baiknya untuk terus membelah sehingga jumlah sel semakin meningkat, tetapi pada hari ke-20 perlakuan AAT I dan AAT II, kembali menunjukkan adanya penurunan dimana pada perlakuan AAT I dan AAT II fase ini disebut fase kematian dan akan terus mengalami penurunan hingga akhir pengamatan yaitu hari ke-25.

Perlakuan III menunjukkan bahwa jumlah mikroba terus mengalami penurunan sampai akhir pengamatan yaitu hari ke-25 karena tidak adanya penambahan sedimen mangrove sebagai sumber inokulum yang dapat mereduksi sulfat menjadi sulfida dan menaikkan nilai pH serta tidak adanya sumber nutrisi dari kompos sehingga mikroba tidak dapat bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang asam.

Peningkatan jumlah total mikroba mengindikasikan bahwa jumlah sel yang mengalami peningkatan adalah bakteri yang memiliki kemampuan mereduksi sulfat menjadi sulfida yaitu BPS yang berasal dari sedimen mangrove BPS terus mengalami pertambahan jumlah sel karena lingkungan yang ekstrim ini justru merupakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan bagi jenis bakteri ini.

Sel bertambah dengan pesat hanya dengan membelah diri pada lingkungan yang mendukungnya. *Survival of the fittest* yang berarti jenis yang menang adalah yang mampu membelah diri paling cepat. Kemampuan membelah lebih cepat memungkinkan populasi bakteri tertentu menyesuaikan diri segera terhadap perubahan-perubahan dalam lingkungan (Fahrudin dan Widyastuti, 2012; Fahrudin dan As'adi, 2015).

Sel bertambah dengan pesat hanya dengan membelah diri pada lingkungan yang mendukungnya. *Survival of the fittest* yang berarti jenis yang menang adalah yang mampu membelah diri paling cepat. Kemampuan membelah lebih cepat memungkinkan populasi bakteri tertentu menyesuaikan diri segera terhadap perubahan-perubahan dalam lingkungan (Fukui and Susumu, 1996).

Penurunan mikroba pada hari ke-20 pada perlakuan I dan II disebabkan oleh beberapa faktor seperti kebutuhan nutrisi semakin berkurang dan adanya bakteri yang tidak mampu bertahan hidup terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim sehingga menyebabkan kematian pada bakteri.

Perbandingan jumlah koloni paling banyak ditunjukkan pada perlakuan I yang ditambahkan dengan kompos. Kompos berperan sebagai nutrisi seperti unsur karbon (C), nitrogen (N), fosfor (P) sehingga dapat mendukung pertumbuhan mikroba dengan baik.

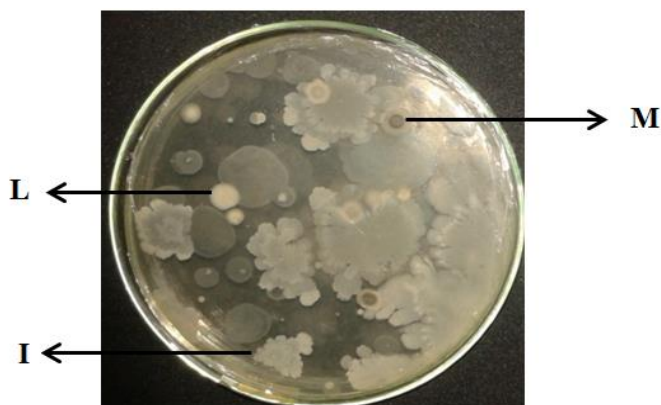
Pengamatan Koloni Bakteri

Berdasarkan hasil isolasi bakteri dari sedimen mangrove diperoleh 13 isolat bakteri. Isolat bakteri kemudian diamati dengan melihat perbedaan bentuk dari semua koloni bakteri yaitu warna, bentuk, tepi, dan elevasi dari masing-masing koloni bakteri yang didapatkan seperti yang terdapat pada Tabel 21 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil pengamatan morfologi bakteri secara makroskopis

Jenis Isolat	Ciri Koloni			
	Warna Koloni	Bentuk Koloni	Tipe Koloni	Elevasi
Isolat A	Putih Kekuningan	Bulat	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>
Isolat B	Putih	Tidak Beraturan	<i>Undulate</i>	<i>Convex</i>
Isolat C	Putih	Bulat	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>
Isolat D	Putih	Tidak Beraturan	<i>Filamentous</i>	<i>Raised</i>
Isolat E	Putih Susu	Tidak Beraturan	<i>Undulate</i>	<i>Raised</i>
Isolat F	Putih	Bulat	<i>Entire</i>	<i>Raised</i>
Isolat G	Putih	Tidak Beraturan	<i>Undulate</i>	<i>Flat</i>
Isolat H	Putih	Tidak Beraturan	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>
Isolat I	Putih Susu	Tidak Beraturan	<i>Undulate</i>	<i>Flat</i>
Isolat J	Putih	Tidak Beraturan	<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>
Isolat K	Putih	Bulat	<i>Undulate</i>	<i>Convex</i>
Isolat L	Putih Susu	Bulat	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>
Isolat M	Hitam	Bulat	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi secara makroskopik pada medium Nutrien Agar (NA) diperoleh 6 isolat bakteri yaitu A, C, F, K, L, dan M berbentuk bulat, sedangkan 7 isolat B, D, E, G, H, I, dan J memiliki bentuk tidak beraturan. Warna isolat bakteri B, C, D, F, G, H, J, dan K berwarna putih, 1 isolat A berwarna putih kekuningan, 2 isolat I, dan L berwarna putih susu, 1 isolat E berwarna putih susu di bagian luar dan putih di bagian dalam, dan 1 isolat bakteri M berwarna hitam. Tepi koloni isolat bakteri A, C, F, H, L, dan M yaitu *entire*, 5 isolat memiliki tepi koloni *undulate*, dan 2 isolat D dan J memiliki tepi koloni *filamentous*. Elevasi koloni isolat bakteri A, B, H, K, dan M yaitu *convex*, 5 isolat C, G, I, J, dan L) memiliki elevasi *flat*, dan 3 isolat D, E, dan F memiliki elevasi *raised*.



Gambar 4. Pengamatan pertumbuhan koloni isolat bakteri secara makroskopis yaitu isolat Isolat bakteri I, Isolat L, dan Isolat M

Perbedaan bentuk pertumbuhan jenis bakteri dapat dilihat pada Gambar 2. Isolat pada medium Nutrien Agar (NA) merupakan jenis bakteri yang berbeda dimana ciri-ciri masing-masing koloni merupakan salah satu cara untuk mengidentifikasi bakteri. Selama proses inkubasi dapat terlihat bahwa ada bakteri yang mampu bertahan hidup dan ada bakteri yang tidak dapat bertahan hidup. Isolat bakteri yang berwarna putih kekuningan ditemukan pada inkubasi hari ke-10, isolat bakteri yang berwarna hitam hanya ditemukan pada inkubasi hari ke-20, sedangkan untuk isolat bakteri yang berwarna putih maupun putih susu ditemukan pada inkubasi hari ke-0 sampai inkubasi hari terakhir yaitu hari ke-25.

KESIMPULAN

1. Perlakuan sedimen mangrove pada air asam tambang dapat meningkatkan pertumbuhan populasi mikroba pada hari ke-15 yaitu $3,5 \times 10^6$ sel/ml pada perlakuan I dan perlakuan II yaitu $1,53 \times 10^6$ sel/ml pada hari ke-15, sedangkan pada perlakuan III sebagai kontrol jumlah mikroba hanya $0,2 \times 10^6$ di awal inkubasi dan terus menurun hingga hari ke 25.
2. Hasil isolasi mikroba dari sedimen mangrove, didapatkan 13 isolat yang berbeda berdasarkan ciri morfologi secara makroskopis meliputi warna, bentuk, tipe dan elevasi koloni

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas dana penelitian hibah kompetensi tahun 2018 dari Ristek Dikti melalui LP2M Universitas Hasanuddin. Dihaturkan terima kasih kepada Ketua Departemen Biologi dan Kepala Laboratorium Mikrobiologi atas fasilitasnya dalam melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fahrudin, F, 2010. Bioteknologi Lingkungan. Alfabeta, Bandung.
- Fahrudin dan A. Abdullah 2015. Use Of Organic Materials Wetland To Improving The Capacity Sulfate Reduction Bacteria (Srb) Of Reduce Sulfate In Acid Mine Water (AMW) Asian Journal of Microbiology Biotechnology & Environmental Sciences 17 (2):321-324.
- Fahrudin, F. (2018). Population Analysis of Bacteria on Acid Mine Water With Mangrove Sediment Treatment. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 9(17).
- Fahrudin, E. T., & Widyastuti, H. Analisis populasi bakteri pada sedimen yang diperlakukan dengan air asam tambang population analysis of bacteria in sediment treated with acid mine water.

- Fahrudin, F., 2016. Pengaruh jenis sedimen wetland dalam reduksi sulfat pada limbah air asam tambang (AAT). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 10(1), pp.26-30.
- Dwiyana, Z dan Fahrudin, 2012. Uji Resistensi Antibiotik pada Bakteri Resisten Merkuri (Hg) yang di Isolasi dari Kawasan Pantai Losari Makassar. *Sainsmat*, Vol. 1, No.2: 199-204.
- Fahrudin, F., Nurhaedar, dan N.La Nafie. 2014. Perbandingan Kemampuan Sedimen Rawa dan Sawah Untuk Mereduksi Sulfat dalam Air Asam Tambang (AAT). *Sainsmat*, Vol. 3, No.2: 135-142.
- Fukui, M. and Susumu, T. (1996) *Microdistribution of sulfate-reducing bacteria in sediments of a hypertrophic lake and their response to the addition of organic matter* Ecological Research.11(3). pp.257–267.
- Germida, J. J., 1998. Transformasi of Sulfur in D. M. Sylvia, J. J. Fuhrmann, P.G. Hartel dan D. A. Zuberer (Eds) *Principles and Applications of Soil Microbiology* Prentice Hall. New Jersey.
- Koschorreck M. (2008). *Microbial sulfate reduction at a low pH*. *FEMS Microbiol Ecol.* 64(3): pp.329- 342.
- Pester, M. (2012) *Sulfate-Reducing Microorganisms in Wetlands-Fameless Actors in Carbon Cycling and Climate Change*. *International Journal* 2: pp.47-52
- Sudarmaji, S., H. Bambang, dan Suhardi., 1981. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Sanchez-Andrea I., Nuria R., Ricardo A., and Jose L. S. (2011) *Microbial Diversity in Anaerobic Sediments at Río Tinto, a Naturally Acidic Environment with a High Heavy Metal Content*. *Applied and Environmental Microbiology*. 77(17): pp.6085–6093.