

POPULASI BAKTERI PADA TANAH TERKONTAMINASI LOGAM MERKURI (HG) PADA TANAH SAWAH DI LOMBOK TENGAH, NUSA TENGGARA BARAT

Ina Zulaehah¹, dan Triyani Dewi¹

¹ Balai Penelitian Lingkungan Pertanian
Jln Jakenan-Jaken Km.05, Jaken 59282, Pati
Email: izul_tbn@yahoo.com

Abstrak

Permasalahan lingkungan seperti tercemarnya tanah dan air akibat buangan industri, serta penggunaan pestisida dan pupuk fosfat dalam kegiatan pertanian dapat mengakibatkan terakumulasinya logam berat pada tanah dan air. Mikroba yang berada didalam tanah banyak jenisnya, kemampuan mikroba untuk menyerap logam berat juga berbeda-beda. Beberapa mikroba mampu beradaptasi dengan kondisi pencemaran, berkembang, dan ada juga yang mati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan populasi mikroba pada tanah sawah yang terkontaminasi logam merkuri (Hg) di Lombok Tengah. Media tanam dikontaminasi Hg sebanyak 2 mg/kg, kemudian ditanami padi varietas Ciherang, dan tanpa ditanami dengan kondisi kelembaban tanah sama. Pada tanah awal dilakukan analisa sifat fisik dan kimia, serta jenis dan populasi bakteri yang ada. Selanjutnya dianalisa populasi dan jenis bakteri yang berkembang setelah tanaman dipanen. Hasil menunjukkan bahwa ditemukan beberapa jenis bakteri dapat tumbuh baik pada kondisi tanah yang dicemari yaitu: *Bacillus sp.*, *Citrobacter sp.*, *Enterobacter sp.*, *Azotobacter sp.*, *Flavobacterium sp.*, *Azospirillum sp.*, dan *Staphylococcus sp.* dengan populasi tertinggi yaitu *Azospirillum sp* ($1,7 \times 10^9$ cfu/ml).

Kata kunci: merkuri, bakteri, padi sawah

Pendahuluan

Merkuri sebagai salah satu logam berat yang berasal dari sisa kegiatan industri dan pertambangan dapat mengkontaminasi lingkungan. Pencemaran merkuri banyak disebabkan oleh pertambangan emas secara tradisional, yang akhir-akhir ini terjadi di Lombok Barat, NTB dan Pulau Buru, Maluku. Limbah industri yang masuk ke aliran air dan meresap ke tanah menimbulkan pencemaran yang berakibat terganggunya ekosistem dan juga dapat menurunkan kualitas pangan yang berasal dari padi sawah karena tercemar logam berat.

Bioremediasi dapat dilakukan dengan pemberian mikroba yang mampu mendegradasi senyawa logam berat. Tidak semua jenis mikroba mampu bertahan hidup dan berkembang di lahan yang tercemar logam merkuri. Pada lingkungan yang mendukung pertumbuhannya maka mikroba yang memiliki kemampuan mendegradasi logam merkuri akan melakukan suksesi kolonisasi sehingga terjadi proses bioremediasi. Bakteri dapat merangsang pertumbuhan tanaman, meningkatkan toleransi tanaman terhadap logam berat, dan mengurangi logam melalui penyerapan logam oleh tanaman (Kidd *et al.*, 2009).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis dan populasi bakteri yang mampu hidup dan beradaptasi dengan kondisi lingkungan tanah yang tercemar merkuri, selanjutnya

bakteri tersebut dapat dijadikan sebagai agen bioremediator pada tanah-tanah tercemar Merkuri (Hg).

Metodologi

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balai Penelitian Lingkungan Pertanian bulan Maret-Agustus 2015. Tanah sebagai media tanam berasal dari Kecamatan Pringgerata, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. Tanah yang diambil berdekatan dengan industri rumahan pengolahan biji emas yang sudah ada sejak lama. Prosedur pengambilan contoh tanah untuk analisis mikrobiologi dilakukan menurut Husein (2007). Contoh tanah awal dianalisis sifat fisika dan kimia tanahnya di Laboratorium Terpadu, Balai Penelitian Lingkungan Pertanian kemudian dilakukan pengamatan jenis dan populasi mikroba pada tanah awal dan setelah panen di Laboratorium Biologi, Balittanah.

Bahan dan alat yang digunakan antara lain: tanah untuk media tanam, larutan standar logam berat Hg, HNO₃, pupuk urea, TSP, KCl, plastik, benih padi, media PEG, filter mikro 0,22 µm, media Nutrient Agar (NA), neraca digital, alat gelas, dan AAS.

Percobaan rumah kaca dilaksanakan dalam pot dengan ditanami padi dan tidak ditanami padi. Media tanam ditimbang sekitar 10 kg berat kering, kemudian tanah dicemari dengan logam berat Hg sebanyak 2 ppm (standar solution Hg 1000 mg/L) lalu diinkubasi selama 8 minggu. Tanah ditanami padi varietas Ciherang sedangkan pot yang tanpa tanaman dikondisikan sama selama 1 musim tanam dengan menjaga ketinggian air dalam pot. Bibit padi ditanam pindah dari persemaian setelah umur 14 hari setelah semai, 1-2 bibit per pot. Isolasi dan identifikasi mikroba yang toleran terhadap logam berat menggunakan metode Pumpel *et al.* (1994).

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisa tanah awal menunjukkan nilai derajat kemasaman yang netral (pH=6,18) serta kandungan C-organik dan N-total dengan kategori sedang yaitu sebesar 2,13% dan 0,25% seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai pH merupakan faktor yang penting dalam pertumbuhan bakteri. Nilai pH optimum untuk pertumbuhan bakteri yaitu 6,5 - 7,5. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri berkaitan dengan aktivitas enzim. Enzim ini dibutuhkan oleh beberapa bakteri untuk mengkatalis reaksi-reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri. Apabila pH dalam suatu medium atau lingkungan tidak optimal maka akan mengganggu kerja enzim-enzim tersebut dan akhirnya mengganggu pertumbuhan bakteri itu sendiri (Pelczar dan Chan, 1986).

Tabel 1. Sifat kimia tanah awal pada tanah sawah Lombok

Parameter	Metode	Nilai	Satuan
pH H ₂ O	H ₂ O (1:5)	6,18	-
C-organik	Walkley and Black	2,13	%
N-total	Ekstrak H ₂ SO ₄	0,25	%
KTK	Ekstrak NH ₄ OAc pH 7	11,70	cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹
K-dd	Ekstrak NH ₄ OAc pH 7	1,30	cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹
Na-dd	Ekstrak NH ₄ OAc pH 7	2,05	cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹
Ca-dd	Ekstrak NH ₄ OAc pH 7	5,52	cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹
Mg-dd	Ekstrak NH ₄ OAc pH 7	3,30	cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹
Hg-total	Ekstrak HClO ₄ : HNO ₃	td	ppb

Nilai kapasitas tukar kation tergolong rendah, yaitu 11,70 cmol⁽⁺⁾kg⁻¹. Ion-ion yang ada dalam tanah yang bermuatan positif memiliki nilai yang bervariasi. Nilai K-dd dan Na-dd tergolong sangat tinggi (1,30 cmol⁽⁺⁾kg⁻¹ dan 2,05 cmol⁽⁺⁾kg⁻¹). Sedangkan nilai Ca-dd termasuk rendah (5,52 cmol⁽⁺⁾kg⁻¹) dan nilai Mg-dd cukup tinggi (3,30 cmol⁽⁺⁾kg⁻¹). Pertukaran kation atau sifat pertukaran basa dalam tanah menentukan kesuburan tanah dan juga nutrisi tanaman. Tersedianya unsur hara yang cukup, pH tanah yang sesuai, aerasi, dan drainase yang baik, ketersediaan air dan sumber energi (bahan organik) yang cukup adalah beberapa faktor yang harus dipenuhi agar mikroorganisme tanah dapat tumbuh dan berkembang (Iswandi *et al.*, 1995)

Dari hasil analisa tanah awal didapatkan 7 jenis bakteri yaitu: *Azotobacter sp*, *Bacillus sp*, *Bacterioides sp*, *Citrobacter sp*, *Enterobacter sp*, *Pseudomonas sp*, dan *Sphaerotillus natans* seperti ditunjukkan pada tabel 2. Populasi bakteri didominasi oleh *Citrobacter sp* (5.2×10^9 cfu/ml). Sedangkan jumlah populasi bakteri terendah adalah *Sphaerotillus natans* (2.0×10^5 cfu/ml). Menurut Patra *et al.* (1995) beberapa faktor fisik, kimia dan biologi berpengaruh terhadap dinamika hara di dalam tanah. Suhu, kelembaban, dan penggunaan pupuk merupakan kunci transformasi C, N, dan P. Semua faktor tersebut mempengaruhi populasi mikroorganisme, dan transformasi hara.

Tabel 2. Jenis dan populasi bakteri dalam tanah awal (cfu/ml)

Bakteri	Populasi bakteri awal (cfu/ml)
<i>Azotobacter sp</i>	7.2×10^7
<i>Bacillus sp</i>	2.5×10^6
<i>Bacterioides sp</i>	5.0×10^5
<i>Citrobacter sp</i>	5.2×10^9
<i>Enterobacter sp</i>	3.0×10^5
<i>Pseudomonas sp</i>	4.8×10^8
<i>Sphaerotillus natans</i>	2.0×10^5

Populasi bakteri akhir dibandingkan dengan populasi bakteri tanah awal menunjukkan penurunan pada media yang ditanami padi dan tanpa tanaman padi, yaitu bakteri *Bacillus sp*, *Citrobacter sp*, dan *Azotobacter sp* (Tabel 3). Populasi bakteri terbanyak pada tanah yang ditanami padi adalah *Azospirillum sp* (1.7×10^7 cfu/ml), sedangkan populasi terendah yaitu *Bacillus sp* (2.4×10^6 cfu/ml). Pada media tanpa ditanami padi ditemukan bakteri *Flavobacterium* dengan populasi tertinggi (1.6×10^7 cfu/ml) dan *Bacillus sp* dengan populasi terendah (5.0×10^5 cfu/ml).

Tabel 3. Jenis dan populasi bakteri (cfu/ml) pada tanah dengan dan tanpa tanaman

Bakteri	Populasi bakteri(cfu/ml)	
	Dengan tanaman padi	Tanpa tanaman padi
<i>Azospirillum sp</i>	1.7×10^9	-
<i>Azotobacter sp</i>	3.6×10^7	6.0×10^5
<i>Bacillus sp</i>	2.4×10^6	5.0×10^5
<i>Citrobacter sp</i>	1.0×10^7	1.0×10^7
<i>Enterobacter sp</i>	5.0×10^6	-
<i>Flavobacterium</i>	6.4×10^7	1.6×10^7
<i>Staphylococcus sp</i>	9.2×10^7	1.0×10^7

Populasi bakteri *Enterobacter sp* mengalami peningkatan pada tanah dengan tanaman padi menjadi 5.0×10^6 cfu/ml. Bakteri *Enterobacter sp* kemungkinan resisten terhadap logam merkuri. Menurut Silver and Phung (1998) bakteri resisten merkuri memiliki gen resisten merkuri merOperon. Nofiani dan Gusrizal (2004), menemukan 2 spesies bakteri resisten merkuri spektrum sempit dari daerah bekas penambangan rakyat Mandor di Kalimantan Barat yaitu *Enterobacter cloacae* dan *Enterobacter hafniae*.

Secara keseluruhan, jenis dan populasi bakteri di tanah dengan tanaman padi menunjukkan lebih banyak dibandingkan dengan media tanah tanpa tanaman padi. Dibandingkan dengan analisa bakteri tanah awal, bakteri *Enterobacter sp*, tidak ditemui pada pot tanpa tanaman padi. Bakteri *Enterobacter sp* merupakan salah satu bakteri penambat nitrogen. Kemungkinan kebutuhan sumber nitrogen tidak terpenuhi karena tidak terdapat sumber nitrogen sehingga bakteri tidak muncul lagi. Kebutuhan bakteri akan unsur N dapat

dipenuhi dari sumber N yang terdapat dalam berbagai senyawa organik maupun dari N₂ udara (Simanungkalit *et al.*, 2006).

Bakteri *Pseudomonas sp*, *Sphaerotillus natans* dan *Bacterioides sp* tidak terlihat lagi di media dengan tanaman padi maupun tanpa tanaman dimungkinkan karena bakteri tersebut kurang toleran terhadap logam merkuri. Dari hasil penelitian Imamuddin (2011) pada media yang diberikan HgCl₂ bakteri mulai tumbuh pada jam ke-48, hal ini terjadi karena lingkungan bakteri yang mengandung toksin menghambat pertumbuhan bakteri, sehingga diperlukan waktu adaptasi lebih lama dibanding pertumbuhan bakteri tanpa penambahan HgCl₂.

Polusi dari logam berat berpengaruh terhadap pertumbuhan, morfologi, dan metabolisme mikroorganisme di dalam tanah, melalui gangguan fungsi, perubahan protein atau penghancuran sel membran. Mikroorganisme menjadi lebih sensitif/stres terhadap logam-logam berat dibandingkan binatang tanah atau tanaman pada lingkungan tanah yang sama (Ghorbani *et al.*, 2002).

Kemunculan bakteri baru seperti *Flavobacterium*, *Azospirillum sp* dan *Staphylococcus sp* menunjukkan bahwa bakteri ini resisten pada tanah yang tercemar merkuri. Mikroba pada habitat situs terkontaminasi logam berat mengembangkan beberapa mekanisme toleransi terhadap logam berat, yaitu dengan cara *efflux*, kompleksasi atau reduksi logam berat atau menggunakan logam berat sebagai penerima terakhir elektron pada respirasi anaerob (Spain, 2003).

Bioremediasi dengan bakteri resisten merkuri ditujukan untuk mengurangi konsentrasi limbah merkuri. Mikroorganisme yang mampu hidup pada konsentrasi merkuri yang lebih tinggi dari nilai baku mutu lingkungan yang ditetapkan dapat dijadikan rujukan dalam menggunakan mikroba tersebut untuk mereduksi pencemaran, baik di tanah maupun di badan perairan, (Fatimawali *et al.*, 2009).

Kesimpulan

Pada lingkungan dengan kondisi tercemar merkuri, tidak semua mikroba dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Isolasi dan identifikasi bakteri diperoleh jenis bakteri yang mampu hidup pada tanah tercemar merkuri pada konsentrasi 2 ppm antara lain : *Bacillus sp.*, *Citrobacter sp.*, *Enterobacter sp.*, *Azotobacter sp.*, *Flavobacterium sp.*, *Azospirillum sp.*, dan *Staphylococcus sp.* Populasi tertinggi *Azospirillum sp* (1.7×10^9 cfu/ml) dan populasi terendah *Bacillus sp* (2.4×10^6 cfu/ml)

Daftar pustaka

- Fatimawali, B. Kepel, I. Yusuf, R. Natsir, dan F. Baharuddin. 2009. Populasi Bakteri pada Tanah Bekas Buangan Limbah Merkuri Tambang Emas di Kabupaten Bolaang Mongondow: Penelitian Pendahuluan. *Jurnal Kedokteran Yarsi* 17 (2) : 134-141.
- Ghorbani, N. R., Salehrastin, N., and Moeni, A., 2002. Heavy metals affect the microbial populations and their activities. Symposium No. 54. 17th WCSS 14-21 August, Thailand. 2234:1-11.
- Husein, E. 2007. Metode Analisis Biologi Tanah. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian, Departemen Pertanian
- Imamudin, H. 2011. Uji resistensi bakteri terhadap HgCl yang diisolasi dari tanah penambangan emas di Pongkor, Jawa Barat. *Berita Biologi* 10 (4): 425-430.
- Iswandi, A., D.A. Santosa dan R. Widyastuti. 1995. Penggunaan Ciri Mikroorganisme dalam Mengevaluasi Degradasi Tanah. Kongres Nasional VI HITI, 12-15 Desember 1995. Serpong.
- [Kidd, P.](#), J.Barcelo, M. P. Bernal, F.N.Izzo, C. Poschenrieder, S.Shilev, R.Clemente, and C.Monterroso. [2009](#). Trace element behaviour at the root-soil interface: implications in phytoremediation. *Environmental and Experimental Botany* 67 pp. 243–259.
- Nofiani R, Gusrizal 2004. Bakteri Resistensi Merkuri Spektrum Senpit dari Daerah Bekas Penambang-an Emas Tanpa Izin (PETI) Mandor Kalimantan Barat. *JNI*, 6(2): 67-74.
- Patra, D.D, S. Chand and M. Anwar. 1995. Seasonal Changes in Microbial Biomass in Soil Cropped with Palmarosa (*Cymbopogon martini* L) and Japanese mint (*Mentha arvensis* L) in Subtropical India. *Biol. Fertil. Soils*. 19: 193-196.
- Pumple, T., B. Pernfu, L. Pigher, Diels, and F. Schiner. 1994. A rapid screening method for the isolation of metal-accumulating microorganism. *Ind. Microbiol. J.* 14:213-217
- Silver S, & Phung LT. 1998. Bacterial heavy metal resistance: new supprises. *Annu. Rev. Microbiol.* 50: 753-789.
- Spain, A. 2003. Implications of Microbial Heavy Metal Tolerance in the Environment. *Reviews in Undergraduate Research* 2: 1-6.