

REMEDIASI TANAH TERCEMAR KOBALT (Co) MENGUNAKAN BIOREMEDIATOR DAN AMELIORAN

Remediation of Cobalt (Co) Contaminated Soil Using Bioremediator and Ameliorant

Wahyu Purbalisa* , Triyani Dewi

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Jl. Raya Jakenan-Jaken KM 5 Jaken, Pati-Jawa Tengah

* Penulis korespondensi: purbalisa@gmail.com

Abstract

Soil contains many elements, both macro, micro and metal. Metal elements are generally non-essential. Cobalt (Co) is one of the metallic elements but required in very small amounts for life. At high concentrations of cobalt can cause poisoning. One way to reduce high levels of cobalt in the soil by performing bioremediation plus ameliorant materials. This study consists of two stages. The first stage is the pot scale research with factorial design. The first factor is the bioremediator dose, namely : B0 : Without bioremediator (control), B1 : Bioremediator 20 kg ha⁻¹, B2 : Bioremediator 50 kg ha⁻¹ and the second factor is the application of ameliorant materials, namely: A0 : No ameliorant (control), A1: Biochar + compost (1: 5), A2 : Biochar + compost (2: 5), A3 : Activated charcoal + compost (1 : 5), A4 : Activated charcoal + compost (2 : 5). The second stage is the four best results from the first stage applied in situ on the lysimeter. The results showed that the treatment of bioremediator with a dose of 20 kg ha⁻¹ and activated charcoal + compost (w: w = 2: 5) was able to reduce Co levels in the soil by 76%. The lowest Co level in rice that is equal to 3.06 mg kg⁻¹ was obtained from the treatment of 50 kg bioremediator ha⁻¹ plus active charcoal + compost ameliorant (1: 5).

Keywords: *ameliorant, bioremediator, cobalt, remediation, soil*

Pendahuluan

Tanah adalah salah satu sumber kehidupan sebagai tempat berpijaknya manusia dan hewan serta tempat tumbuhnya tanaman. Tanah mengandung banyak unsur baik makro, mikro maupun logam. Unsur makro diantaranya C, N, P, K dan unsur mikro seperti Fe, Mn, Zn dan lain-lain dibutuhkan untuk kehidupan terutama tanaman, sedangkan unsur logam umumnya bersifat non esensial. Kobalt (Co) merupakan salah satu unsur logam. Kobalt banyak digunakan dalam industri logam, pigmen, plastik, farmasi, cat, tinta dan *radionuclide* untuk perawatan medis.

Meskipun termasuk unsur logam, namun kobalt diperlukan untuk kehidupan seperti ganggang hijau biru, bakteri dan tanaman leguminosa. Kobalt juga diperlukan oleh

manusia dan hewan sebagai koenzim pembentuk vitamin B₁₂, pembentuk folat dan metabolisme asam lemak (Prasad, 2008). Konsentrasi rendah dari logam Co meningkatkan pertumbuhan alga dan tanaman tingkat tinggi. Namun pada konsentrasi tinggi kobalt dapat menjadi racun. Keracunan Co pada manusia menyebabkan *kardiomyopathy* dan membahayakan otot jantung. Kobalt juga terlibat dalam respirasi mitokondria.

Sumber pencemar logam Co dari limbah industri, kegiatan penambangan, limbah rumah tangga dan juga kegiatan pertanian. Air limbah yang mengandung Co dan digunakan untuk mengairi lahan pertanian berpotensi menyebabkan akumulasi logam kobalt pada tanaman yang akan berbahaya apabila masuk ke rantai makanan. Salah satu upaya untuk menurunkan cemaran logam di lahan pertanian

adalah dengan melakukan bioremediasi. Bioremediasi merupakan salah satu upaya pemulihan lahan diantaranya dengan memanfaatkan mikroba. Melalui aktivitas mikroba tersebut terjadi transformasi bahan-bahan yang dianggap berbahaya menjadi bahan-bahan yang kurang maupun tidak berbahaya lagi (Santosa, 2008). Mikroba tersebut diaplikasikan pada sludge yang berasal dari limbah biogas sebagai medianya yang disebut sebagai bioremediator. Amelioran adalah bahan pembenah yang dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Amelioran bisa berasal dari bahan organik maupun anorganik. Pada penelitian ini menggunakan amelioran dari bahan organik seperti biochar, kompos dan arang aktif. Tujuan dari penelitian ini adalah meremediasi tanah tercemar Co dengan bioremediator dan amelioran sehingga akan tercipta tanah yang sehat (bebas/rendah cemaran) sehingga akan dihasilkan produk yang aman dikonsumsi dan berkualitas.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di rumah kaca Balai penelitian Lingkungan Pertanian menggunakan pot dan lisimeter. Penelitian pot menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola faktorial 3 x 5 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah dosis bioremediator yaitu : B0 : Tanpa bioremediator (kontrol), B1 : Bioremediator 20 kg ha⁻¹, dan B2 : Bioremediator 50 kg ha⁻¹. Faktor kedua adalah pemberian bahan amelioran yaitu : A0 : Tanpa amelioran (kontrol), A1 : Biochar + kompos (1 : 5), A2 : Biochar + kompos (2 : 5), A3 : Arang aktif + kompos (1:5), dan A4 : Arang aktif + kompos (2:5). Bioremediator dibuat dari sludge kering yang ditambahkan *azotobacter* 10% + POC 10% dan molase 1% yang kemudian diinkubasi selama satu minggu. Untuk percobaan pot, tanah dikeringanginkan kemudian ditumbuk lalu ditimbang seberat 10 kg dan dimasukkan kedalam pot. Selanjutnya tanah dicemari logam kobalt dengan dosis 100 mg kg⁻¹, kemudian diinkubasi selama 7 hari dalam kondisi tergenang. Setelah masa inkubasi selesai tanah dikondisikan macak-macam kemudian dilakukan aplikasi bioremediator dan amelioran, lalu diinkubasi lagi selama 1 minggu dalam keadaan lembab. Setelah inkubasi, diambil sampel tanahnya dan tanah siap untuk

ditanami padi. Sebelum tanam, media diberi pupuk dasar N, P dan K. Bibit padi varietas Ciherang umur 14 HSS ditanam dan dipelihara sampai panen. Percobaan selanjutnya adalah penanaman padi di mikroplot (lisimeter). Ukuran plot 1 x 1 x 1,5 m. Tanah dicemari logam Co 100 mg kg⁻¹ dan diinkubasi selama 1 minggu. Empat perlakuan paling efektif dalam menurunkan logam Co pada percobaan pot digunakan sebagai perlakuan dalam percobaan lisimeter. Tanaman padi varietas Ciherang ditanam umur 14 HSS dengan jarak 20 x 20 cm dan dipelihara sampai panen. Sebelum ditanami diberi perlakuan pupuk dasar N, P dan K. Parameter yang diamati meliputi kadar logam Co dalam tanah, tanaman dan air. Analisa logam Co menggunakan metode pengabuan basah (Eviati dan Sulaeman, 2012). Pengukuran kadar logam Co menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Data yang dikumpulkan dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5% untuk melihat perbedaan antar perlakuan.

Hasil dan Pembahasan

Sifat fisika dan kimia tanah percobaan

Tanah yang digunakan untuk media tanam pada percobaan di rumah kaca dan lisimeter diambil dari lahan sawah di Kebun Percobaan Balingtan (KP Jaken). Sifat fisika dan kimia tanah disajikan pada Tabel 1. Tanah dari KP Jaken memiliki kandungan C-organik yang sangat rendah yaitu 0,46%, kandungan N, P, dan K juga tergolong rendah masing-masing yaitu 0,95; 3,91; dan 0,74%. Begitu pula dengan nilai KTK yang tergolong sangat rendah yaitu sebesar 6 cmol(+) kg⁻¹. Hal ini berkaitan dengan tekstur tanah yang ditandai dengan rendahnya kandungan liat tanah yang hanya sebesar 38,91%. Kandungan awal logam Co tanah untuk percobaan sebesar 3,93 mg kg⁻¹.

Remediasi cobalt skala pot

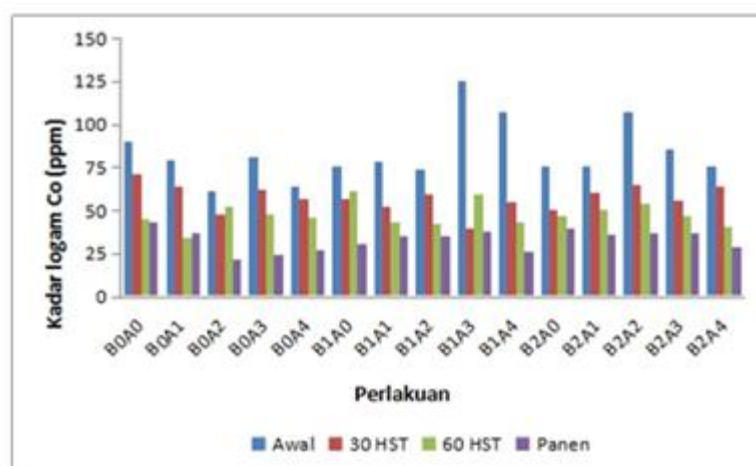
Kadar Co dalam tanah setelah dicemari menurun dari waktu ke waktu (Gambar 1). Perlakuan tanpa bioremediator ditambah amelioran berupa biokompos w:w = 2:5 (B0A2) mampu menurunkan kadar Co dalam tanah hingga dibawah batas kritis.

Tabel 1. Sifat fisika dan kimia tanah percobaan

Parameter	Metode	Satuan	Nilai
Tekstur :			
Pasir	Pemipetan	%	25,25
Debu	Pemipetan	%	35,84
Liat	Pemipetan	%	38,91
C-organik	Spektrofotometri	%	0,46
N-total	Titrimetri	%	0,95
P-total	Spektrofotometri	%	3,91
K-total	AAS	%	0,74
pH H ₂ O	H ₂ O 1:5	-	6,33
KTK	Titrimetri	cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹	6
Logam Co	Ekstrak HClO ₄ :HNO ₃	mg kg ⁻¹	3,93

Batas kritis Co dalam tanah menurut Alloway (1995) antara 25-50 mg kg⁻¹. Biokompos tersusun dari biochar dan kompos. Biochar yang digunakan pada penelitian ini berasal dari tongkol jagung. Biochar dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi kation yaitu 2-3 kali koloida mineral dan 30-90% kekuatan mengadsorpsi mineral tanah (Yuananto dan Utomo, 2018), sedangkan kompos merupakan bahan organik yang mempengaruhi mobilitas logam dalam tanah. Asam organik merupakan ligan kuat yang dapat menahan logam dalam larutan dengan membentuk ikatan logam-bahan organik (Hooda, 2010). Hasil penelitian Bahar (2009) menunjukkan bahwa kompos mempunyai potensi penukar ion dimana efisiensi removalnya mencapai 96,22%. Kementerian Lingkungan Kanada merekomendasikan untuk melakukan remediasi

apabila lahan pertanian tersebut mengandung Co sebesar 40 mg kg⁻¹ (Hooda, 2010). Batas kritis kobalt untuk tanaman berada pada kisaran 30-40 mg kg⁻¹. Kabata-Pendias (2011) melaporkan bahwa penambahan 25 dan 50 mg/kg kobalt dalam tanah akan meracuni tanaman padi. Selama penelitian, secara visual tidak nampak gejala keracunan pada tanaman padi. Hasil analisa statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan terhadap kadar Co dalam jerami. Konsentrasi Co dalam jerami berada pada kisaran antara 13,06 - 25,23 mg kg⁻¹. Menurut Hooda (2010), keracunan Co pada tanaman terjadi apabila tanaman mengakumulasi Co 50-100 mg kg⁻¹ per berat kering. Tanaman yang keracunan Co ditandai dengan gejala putih, ujung dan pinggir daun mengering serta klorosis.



Gambar 1. Kadar Co dalam tanah pada skala pot

Pada perlakuan kontrol terlihat adanya penurunan logam Co sebesar 52,3% meski tidak ada penambahan bioremediator maupun amelioran dibandingkan dengan kadar Co awal. Hal ini disebabkan karena tanaman padi yang ditanam ikut berperan dalam penyerapan Co oleh akar tanaman. Oleh karena adanya penyerapan Co tersebut oleh tanaman padi, sehingga kadar Co dalam tanah menurun. Penambahan bioremediator dosis 20 kg ha⁻¹ dengan arang aktif kompos (2:5) mampu

menurunkan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar 76%. Perlakuan bioremediator dan amelioran menunjukkan pengaruh nyata terhadap kadar Co pada beras. Kadar Co terendah dalam beras diperoleh dari perlakuan bioremediator 50 kg ha⁻¹ ditambah amelioran arang aktif + kompos (w:w = 1:5) yaitu sebesar 3,06 mg kg⁻¹. Masih tingginya kadar Co dalam beras tersebut dikarenakan sifat logam Co yang *mobile* dan mudah terserap oleh tanaman.

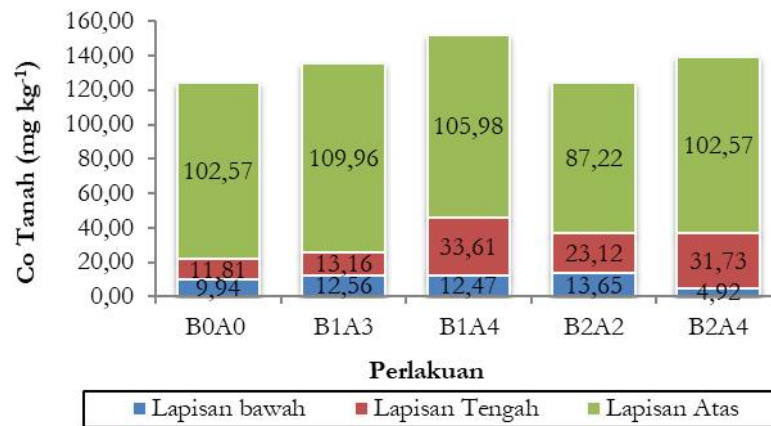
Tabel 2. Kadar logam Co dalam tanaman pada skala pot

Perlakuan	Jerami (mg kg ⁻¹)	Beras (mg kg ⁻¹)
Tanpa Bioremediator (B0) :		
A0 : Tanpa amelioran	20,15 a	3,46 ab
A1 : Biokompos (1:5)	19,44 a	3,49 ab
A2 : Biokompos (2:5)	17,22 a	3,62 ab
A3 : Arang aktif + kompos (1:5)	22,75 a	3,84 a
A4 : Arang aktif + kompos (2:5)	15,56 a	3,74 ab
Bioremediator 20 kg/ha (B1) :		
A0 : Tanpa amelioran	20,31 a	3,69 ab
A1 : Biokompos (1:5)	17,66 a	3,73 ab
A2 : Biokompos (2:5)	22,58 a	3,93 a
A3 : Arang aktif + kompos (1:5)	21,54 a	3,77 ab
A4 : Arang aktif + kompos (2:5)	23,79 a	3,76 ab
Bioremediator 50 kg/ha (B2) :		
A0 : Tanpa amelioran	19,09 a	3,68 ab
A1 : Biokompos (1:5)	25,23 a	3,53 ab
A2 : Biokompos (2:5)	21,35 a	4,19 a
A3 : Arang aktif + kompos (1:5)	19,86 a	3,06 b
A4 : Arang aktif + kompos (2:5)	13,06 a	3,74 ab

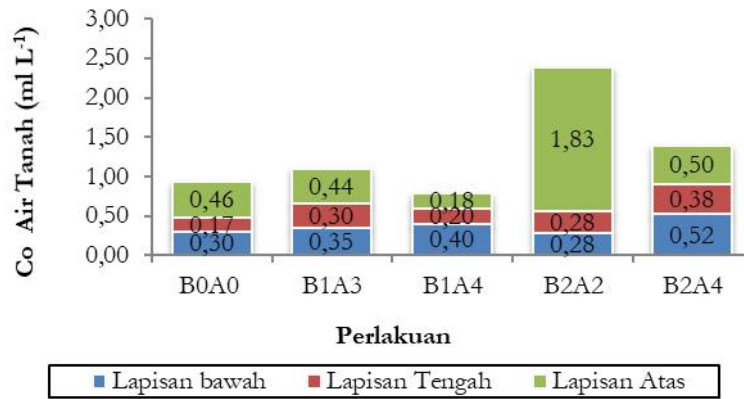
Remediasi cobalt skala lisimeter

Empat perlakuan paling efektif dalam menurunkan logam pada percobaan pot digunakan sebagai perlakuan dalam percobaan lisimeter ditambah kontrol (Tabel 2). Kelima perlakuan tersebut yaitu (B1A3), (B1A4), (B2A2), (B2A4), ditambah dengan kontrol (B0A0). Remediasi merupakan usaha untuk mengurangi pengaruh kontaminan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Percobaan remediasi pada skala lisimeter merupakan percontohan remediasi seolah secara insitu. Dari Gambar 2 terlihat bahwa logam Co lebih banyak terdapat pada lapisan atas (0-20 cm) yang merupakan lapisan olah tanah, semakin ke lapisan tengah (20-40 cm) sampai ke lapisan bawah (40-60 cm) kadar logam Co semakin

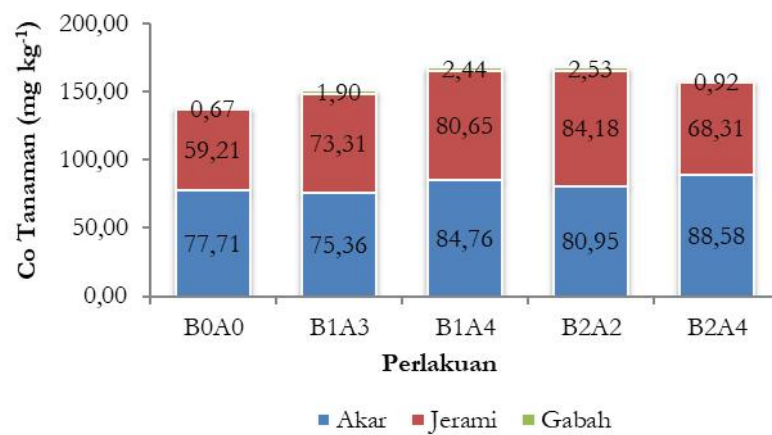
rendah. Tingginya kadar logam Co di lapisan atas di areal pertanian bisa disebabkan masukan antropogenik seperti pupuk dan pestisida. Menurut Hooda (2010) Pupuk P, kotoran sludge dan pupuk kandang berturut-turut mengandung Co sebesar 8-21 mg kg⁻¹, 0,6-1565 mg kg⁻¹, dan 0,3-24 mg kg⁻¹. Kadar logam Co dalam air pada berbagai lapisan tanah sangat variatif (Gambar 3). Hal ini disebabkan oleh sifat air yang sangat *mobile*. Pada lapisan paling bawah kadar Co cenderung lebih tinggi dibanding lapisan tengah disebabkan akumulasi Co dari lapisan di atasnya. Semakin kedalam kadar Co dalam air tanah semakin tinggi disebabkan oleh gaya gravitasi dan gerakan perkolasi air, sehingga logam terakumulasi di lapisan bawahnya.



Gambar 2. Kadar Co pada berbagai lapisan tanah di lisimeter



Gambar 3. Kadar Co pada berbagai lapisan air tanah di lisimeter



Gambar 4. Kadar Co Pada jaringan tanaman padi yang ditanam di lisimeter

Kadar logam Co terbesar ada di bagian akar diikuti jerami dan terendah ada pada gabah (Gambar 4). Besarnya penyerapan logam di

bagian akar dibanding tajuk disebabkan akar merupakan organ tanaman yang kontak langsung dengan tanah. Menurut Siedlecka

(1995), akumulasi logam Co banyak terakumulasi di akar dibandingkan dengan bagian tajuk dan rendahnya kadar logam Co yang ditranslokasikan ke bagian atas tanaman padi yaitu gabah. Transportasi logam tersebut terjadi pada jaringan xylem dan floem tanaman (Handayanto *et al.*, 2017).

Kesimpulan

Kadar Co dalam tanah menurun hingga 76% pada perlakuan pemberian bioremediator dengan dosis 20 kg ha⁻¹ dan arang aktif + kompos (w:w = 2:5). Kadar Co terendah dalam beras yaitu sebesar 3,06 mg kg⁻¹ diperoleh dari perlakuan bioremediator 50 kg ha⁻¹ ditambah amelioran arang aktif + kompos (w:w = 1:5).

Daftar Pustaka

- Alloway, B.J. 1995. Heavy Metals in Soils. Blackie Academic and Profesional, London.
- Bahar, E. 2009. Uji Kemampuan Kompos Bratang Sebagai Media Penukar Ion Untuk Menurunkan Logam Hg²⁺ dengan Variasi Dosis dan Waktu Kontak Pada Proses Batch. ITS Press.
- Eviati dan Sulaeman. 2012. Petunjuk Teknis : Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk Edisi 2. Balai Penelitian Tanah, Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Handayanto, E., Nuraini, Y., Muddarisna, N., Syam N. dan Fiqri A. 2017. Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah. Malang, Universitas Brawijaya Press.
- Hooda, P.S. 2010. Trace Elements in Soils. Wiley Publication. 595p.
- Kabata-Pendias, A. 2011. Trace Element in Soils and Plants : Fourth Edition. CRC Press. 505p.
- Prasad, M.N.V. 2008. Trace Elements as Kobalttaminants and Nutrient. Wiley Publication. 790p.
- Santosa, R.H. 2008. Penelitian Pengendalian Pencemaran Air Limbah Industri Organik. Prosiding Kolokium Hasil Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. Adaptasi Pengelolaan Sumber Daya Air Menyongsong Perubahan Iklim Global. Bandung.
- Siedlicka, A. 1995. Some aspects of interactions between heavy metals and plant mineral nutrients. Polland.
- Yuananto, H. dan Utomo W.H. 2018. Pengaruh aplikasi biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat terhadap kadar c-organik, nitrogen, dan pertumbuhan tanaman jagung pada berbagai tingkat kemasaman tanah. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 5(1): 655-662.