

GANGGUAN LOGAM BERAT TERHADAP BAKU MUTU TANAH DAN OPTIMALISASI PRODUKSI KUALITAS HASIL PERTANIAN

Ishak Juarsah, Ibrahim Adamy S, Arief Budyanto dan Elsanti

Balai Penelitian Tanah Jl. Tentera Pelajar , No. 12, Cimanggu, Bogor

Juarsah@yahoo.com, adamy_sipahutar@yahoo.com

Hp. 085885708467, 081316913319

ABSTRAK

Konsep baku mutu tanah yang berkaitan dengan kesehatan dan kualitas tanah berkembang dengan meningkatnya pemahaman terhadap tanah dan kualitas tanah . Logam berat merupakan salah satu senyawa/zat yang digolongkan ke dalam bahan beracun dan berbahaya (B3). Bahan beracun ini banyak terdapat pada limbah yang berasal dari kegiatan pertambangan, dan emisi gas kendaraan bermotor. Penelitian ini merupakan hasil kajian dari berbagai hasil penelitian dengan tujuan mencari informasi gangguan logam berat terhadap baku mutu tanah dan produksi tanaman sehingga dapat diketahui teknologi untuk menetralsir gangguan logam berat agar sifat fisik, kimia, dan biologi tanah dapat diperbaiki. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam sektor pertanian bahwa sumber logam berat seperti Pb dan Cd dapat berasal dari penggunaan pupuk fosfat, pestisida, maupun dari batuan/bahan induk tanah, sedangkan gangguan pencemaran logam berat pada tanah-tanah pertanian dapat menyebabkan penurunan produktivitas tanah maupun kualitas hasil pertanian yang dihasilkan akibat adanya akumulasi bahan-bahan pencemar, selain itu logam berat dapat membahayakan kesehatan manusia melalui pangan yang dihasilkan dari tanah yang tercemar logam berat. Pengaruh dinamika logam berat terhadap baku mutu tanah sangat berkaitan erat dengan sifat-sifat tanah terutama pH, bahan organik, mineral liat, kapasitas tukar kation, dan status oksidasi dan reduksi tanah.

Kata kunci : *logam berat tanah, baku mutu tanah, kualitas lahan*

PENDAHULUAN

Penurunan kualitas tanah diperkirakan akan terus terjadi dalam sistem usahatani di lahan kering sehingga akan memberikan dampak negatif terhadap keberlanjutan produktivitas pertanian dalam jangka panjang. Berkurang atau menurunnya produktivitas tanah, khususnya hasil/produk pertanian sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat tanahnya (fisik, kimia, dan biologi). Namun, parameter-parameter sifat tanah apa dan berapa nilai parameter-parameter sifat tanah tersebut dapat mencapai produktivitas yang optimal belum diketahui. Konsep klasifikasi kesesuaian lahan dengan parameter-parameter sifat tanah sebagai kriteria dapat digunakan sebagai dasar untuk mengetahui produktivitas lahan. Hasil penelitian Markus Anda *et al.* (2004) mendapatkan bahwa tipe mineral liat, tekstur tanah, kadar C-organik, dan kandungan P tanah, merupakan sifat-sifat tanah yang menentukan potensi hasil jagung. Tanah dengan

kandungan C-organik sekitar 2,5% dapat mencapai separuh hasil atau produksi maksimum jagung.

Baku mutu tanah yang berasal dari bahan induk batuan sedimen yang ditentukan berdasarkan nilai dari beberapa parameter sifat kimia dan fisika tanah telah dilakukan di wilayah DAS Citanduy, Jawa Barat (Kurnia *et al.*, 2007), untuk membantu petani dalam pengelolaan lahan. Andrews dan Cambardella (2004) mengemukakan bahwa kualitas tanah tidak dapat diukur secara langsung, namun sifat-sifat tanah yang peka terhadap perubahan pengelolaan/manajemen dapat digunakan sebagai indikator untuk menilai baku mutu tanah. Kualitas tanah bersifat dinamis dan keberlanjutan produktivitas tanah dipengaruhi oleh sistem pengelolaan dan penggunaan lahan. Penilaian baku mutu tanah dapat dilakukan terhadap beberapa parameter sifat kimia, fisika, dan biologi tanah.

Lewandowsky Zumwinkle (1999) menyarankan bahwa untuk mengetahui baku mutu tanah diperlukan pengukuran sifat kimia dan fisika tanah yang peka terhadap pengelolaan tanah. Sifat kimia tanah tersebut adalah kandungan C-organik, N, P dan K, KTK, pH, dan kation basa dapat tukar, sedangkan sifat fisika tanah meliputi BD, infiltrasi air, kedalaman efektif tanah/kedalaman akar, stabilitas agregat, dan kapasitas tanah menahan air.

Pada umumnya logam berat diserap oleh tanaman dalam jumlah sedikit, bersifat akumulatif di dalam tubuh dan dengan berjalannya waktu akan terakumulasi dalam jumlah secara signifikan yang dapat membahayakan kesehatan tubuh manusia. Batas kritis dalam tanah/lahan pertanian bervariasi sebagai contoh Cd secara umum sebesar 2 ppm (Kementrian Negara Lingkungan Hidup dan Dal Housie University, 1992 dalam Minarso, 2003), sedangkan dalam air minum sebesar 0,01 ppm. Faktor yang mempengaruhi penyerapan logam berat di dalam tanah adalah daya adsorpsi tanah dalam bentuk kompleks dengan humus, dan bentuk senyawa tidak larut dalam kondisi reduksi. Logam berat dalam larutan tanah dalam bentuk ion maupun kompleks (Limura, 1981). Logam berat akan membentuk ikatan kompleks dengan bahan organik tanah, sehingga kandungan logam berat tertinggi dijumpai pada lapisan atas. (Alloway, 1990). Penyerapan logam berat oleh tanaman dipengaruhi oleh total masukan dalam tanah, pH tanah, dan ketersediaan Zn dan unsur lainnya dalam tanah. Logam berat di dalam tanah dapat dijerap oleh partikel tanah maupun bahan organik melalui ikatan koordinasi maupun ikatan elektrostatik,

sehingga ketersediaannya di dalam tanah berbeda-beda. Total logam berat dalam tanah sangat tergantung dari kandungan dengan kandungan Cn, Ni, Pb, dan Zn sekitar 96 % terdapat pada fraksi liat (Lee et al, 1997). Selanjutnya Clopecka *et al* (1996) mendapatkan bahwa besarnya pencemaran Pb, Cd, dan Zn secara jelas dimodifikasi oleh pH tanah. Pada pH < 5,6 kandungan Pb, Cd, dan Zn lebih banyak dalam bentuk dapat dipertukarkan dibandingkan pada pH > 5,6. Gangguan pencemaran tanah oleh logam berat terhadap pertumbuhan tanaman dapat berlangsung melalui penurunan kesuburan tanah maupun penurunan kualitas hasil pangan yang dihasilkan oleh adanya akumulasi bahan-bahan pencemar tersebut. Pencemaran logam berat maupun pestisida dapat menurunkan keanekaragaman sumberdaya (*biodiversity*) (Schaller,1993). Bahan pencemar yang potensial merusak lingkungan antara lain limbah bahan beracun berbahaya (B3) yang di dalamnya termasuk unsur logam berat maupun pestisida. Menurut Koeman (1987) yang termasuk logam berat adalah unsur logam yang memiliki berat jenis >5 dan dapat membentuk garam dalam kondisi asam. Selanjutnya Arnold (1990) menyatakan di antara logam berat yang bersifat racun adalah Hg, Pb, dan Cd. Tulisan ini ini bertujuan melihat pengaruh gangguan logam berat terhadap optimalisasi produksi dan kualitas hasil pertanian. Penelitian ini merupakan hasil kajian dari beberapa literatur dan hasil penelitian yang dilakukan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Tujuan penelitian : 1 Mencari informasi gangguan logam berat terhadap baku tanah dan produksi tanaman sehingga dapat diketahui teknologi untuk menetralsir gangguan logam berat agar sifat fisik, kimia dan biologi tanah dapat diperbaiki, 2) Mendapatkan informasi bahwa dalam sektor pertanian sumber logam berat seperti Pb dan Cd dapat berasal dari penggunaan pupuk fosfat, pestisida maupun dari batuan/bahan induk tanah, sehingga gangguan pencemaran logam berat pada tanah-tanah pertanian dapat menyebabkan penurunan produktivitas tanah maupun kualitas hasil pertanian yang dihasilkan akibat adanya akumulasi bahan-bahan pencemaran sehingga dapat dilakukan beberapa alternative dalam pengelolaan lahan agar gangguan pencemaran logam berat terhadap baku mutu tanah dapat dihindari

HASIL DAN PEMBAHASAN

Baku mutu tanah

Konsep baku mutu tanah (*soil quality standards*) muncul dalam literatur pada awal tahun 1990-an (Doran dan Safely, 1997 dan Wienhold *et al.*, 2004). Konsep tersebut disetujui oleh *Soil Science Society of America Ad Hoc Committee on Soil Quality (S-581)* dan dibahas oleh Karlen *et al.* (1997). Baku mutu tanah didefinisikan sebagai kemampuan/kapasitas tanah untuk berfungsi secara alami atau dalam batas-batas pengelolaan ekosistem untuk mendukung produktivitas tanaman dan ternak secara berkelanjutan, memelihara, dan meningkatkan kualitas air dan udara dan mendukung kesehatan manusia.

Konsep baku mutu tanah yang berkaitan dengan kesehatan dan kualitas tanah berkembang dengan meningkatnya pemahaman terhadap tanah dan kualitas tanah (Karlen dan Stott, 1994). Karlen *et al.* (2003) dan Letey *et al.* (2003) mengemukakan bahwa kualitas tanah berhubungan dengan fungsi tanah dalam memberikan produktivitas tanah dan tanaman yang dibudidayakan.

Kandungan logam berat dalam tanah

Untuk menghindari pengaruh buruk logam berat Cd pada tanah pertanian dalam kaitannya dengan ketersediaan Cd (*bioavailable*) antara lain adalah dengan cara meningkatkan pH tanah, sedang untuk logam berat Pb perlu dilaksanakan dengan penelitian yang menggunakan parameter lainnya. Tanah pertanian yang tercemar oleh bahan beracun berbahaya (B3) seperti logam-logam berat dapat menyebabkan terjadinya penurunan produktivitas tanah maupun kualitas hasil pertanian. Selain tanah pertanian yang tercemar logam berat melalui rantai makanan (*food chain*) dapat mengancam kesehatan manusia. Besarnya kandungan Pb dalam tanah mengakibatkan tanaman tercemar melebihi batas maksimum yang diperbolehkan, hal ini sejalan dengan baku mutu tanah (*interim*) terhadap pencemaran logam berat Pb untuk penggunaan pertanian yang dikeluarkan kantor KLT-Dalhousie University (1992). Menurut baku mutu tanah besarnya kadar maksimum logam berat Pb dalam tanah untuk penggunaan pertanian adalah 150 ppm. Pb berpengaruh nyata terhadap penurunan pertumbuhan tanaman, terutama pada konsentrasi Pb > 150 ppm sudah terlihat gangguan terhadap proses tumbuh tanaman.

Tabel 1. Nilai ambang batas (*threshold*) total kadar unsur mikro dalam tanah

terkontaminasi logam berat yang diusulkan oleh beberapa industry

| Unsur | Jer- man | Peran cis | U.K | USA | Aus tralia | Belan da | Tai wan | Jep ang |
|-------|-------------|--------------|-----|-----|---------------|-------------|------------|------------|
| AS | 20 | 20 | 10 | 5,6 | 20 | 55 | 20 | 15 |
| Cd | 3 | 2 | 3.5 | 2 | - | 12 | 4 | 1 |
| Cu | 100 | 100 | 140 | 45 | 60 | 190 | 150 | 125 |
| Cr | 100 | 150 | 600 | 212 | 50 | 380 | 200 | - |
| Hg | 2 | 1 | 1 | - | - | 10 | 2 | - |
| Ni | 50 | 50 | 35 | 31 | 60 | 210 | 2 | - |
| Pb | 100 | 100 | 550 | 68 | - | 580 | 100 | - |
| Zn | 300 | 300 | 280 | 50 | 200 | 720 | 300 | - |

Sumber data : Markus *et al*; 2001

Tabel 1 terlihat ada perbedaan nilai ambang batas tiap unsur logam berat pada tiap negara. Belanda dan Inggris (UK) menetapkan nilai ambang batas tiap logam berat lebih tinggi dari Negara industri lain khususnya Pb dan Cd. .

Pada tanah yang mempunyai mineral 2:1 akan mampu mengikat lebih banyak logam berat sehingga nilai ambang batas pada tanah tersebut lebih tinggi dibanding tanah mineral 1 :1 yang kemampuan mengikat logam berat lebih rendah karena muatan negative lebih sedikit akibat tingkat pelapukan lanjut. Pelapukan lanjut berlangsung cepat di daerah tropika seperti Indonesia sehingga nilai ambang batas logam berat akan lebih rendah dari pada nilai yang disajikan..

Pencemaran logam berat Cr pada lahan sawah.

Kriteria baku mutu tanah diperlukan untuk pengembangan pertanian berkelanjutan. Peningkatan kualitas tanah pada lahan pertanian pada prinsipnya akan meningkatkan produktivitas tanah, yang selanjutnya dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani, sementara gangguan logam berat dalam tanah adalah ketika bahan kimia buatan (agrokimia) masuk ke dalam tanah dan mengendap di dalam tanah. Bahan berbahaya dan beracun (B3) di antaranya logam berat Arsenic (As), timbale (Pb),mercuri (Hg), cadmium (Cd), Chromium (Cr), Nikel (Ni), dan Tembaga (Cu). Ion logam berat merupakan bentuk yang dapat diserap oleh tanaman

Menurut Leepar (1978), yang menjadi masalah penting pencemaran logam berat pada tanah pertanian bukan karena tanamannya rusak/mati, tetapi oleh karena adanya akumulasi logam berat pada hasil pangan/makanan. Untuk itu, besarnya kandungan logam berat yang terlarut atau tersedia dalam tanah menjadi hal yang penting untuk diketahui, karena hal tersebut umumnya

merupakan bentuk yang dapat diserap Korelasi sifat tanah dengan kandungan logam berat Pb dan Cd – tersedia dalam tanah (tabel 2)

Tabel 2. Kandungan logam berat dalam tanah dan gabah dari lahan sawah di DAS Solo Hilir, Kabupaten Bojonegoro

| Kecamatan | Pb dalam tanah | Pb dalam gabah | pH H ₂ O | KTK (Cmol/kg) |
|------------|----------------|----------------|---------------------|---------------|
| | ---ppm---- | | | |
| Pandangan | 1.10 | - | 7.40 | 22.40 |
| Kasiman | 2.91 | 0.30 | 7.42 | 37.64 |
| Malo | 0.85 | - | 7.17 | 39.27 |
| Kalitidu | 0.33 | 0.30 | 7.67 | 28.74 |
| Ngasem | 1.96 | 0.53 | 7.38 | 33.61 |
| Trucuk | 0.16 | - | 7.44 | 28.05 |
| Bojonegoro | 0.25 | - | 7.23 | 48.29 |
| Kapas | 0.76 | - | 7.35 | 40.99 |
| Baureno | 0.93 | 0.76 | 7.51 | 58.14 |
| Kanor | 0.67 | 0.30 | 7.36 | 34.79 |
| Sumberejo | 0.33 | - | 7.61 | 58.36 |
| Sugihwaras | 1.28 | 0.08 | 6.43 | 48.56 |
| Ngraho | 0.59 | - | 6.89 | 47.16 |
| Balen | 0.93 | - | 7.53 | 39.62 |

Sumber data : Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan 1989 dalam Mulyadi *et al.*,2009.

KESIMPULAN

1. Logam berat dalam tanah bersumber dari bahan induk tanah atau melalui pencemaran. Distribusi logam berat tanah tergantung pada sifat fisik, kimia, dan biologi tanah seperti kelarutan, polaritas, atau volatilitas yang mempengaruhi penyerapannya pada komponen tanah
2. Pencemaran logam berat dapat menimbulkan berbagai permasalahan di antaranya: (1) berhubungan dengan estetika (perubahan bau, warna, dan rasa air) (2) berbahaya bagi kehidupan tanaman dan binatang (3) berbahaya bagi kehidupan manusia dan (4) menyebabkan kerusakan pada ekosistem.
3. Total logam berat dalam tanah sangat tergantung dari kandungan liat adapun kandungan Co, Cu, Ni, Pb, dan Zn sekitar 96 % terdapat pada fraksi liat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, 1990. Soil Processes and behavior of metals. P.100-121. In Alloway (ed). Heavy Metals in Soil, Blackie Glasgow and London Halsted Press. Jhon Wiley and Sons.Inc New York.
- Andrews, S. S., Karlen, D. L. and Cambardella, C. A. 2004. The soil management assessment framework: A quantitative soil quality evaluation method. Soil Sci.Soc. Am. J. 68, 1945-1962.
- Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan 1989. Surat Keputusan Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan .No.03725/B/SK/VII/89, tentang Batas Maksimum cemaran Logam dalam Makanan
- Doran, JW., and T.B.Parkin, 1994 Defining and assessing soil quality p.3-21 In J.W Doran.,DC.Coleman.,D.F.Besdicek., and B.A . Stewart (Eds) Defining Soil quality for a sustainable environment SSSA. Special Publication No.35. Madison, Wisconsin, US
- Karlen, .D.L., M.J. Mousbach., J.W., Doran.,., and .,R.G.Cline R.F.Harres.,and G.E Schuman. 1997. Soil quality; A konsep, definition, and framework for evaluation. Soil Sci.Soc.Am.J.61;4-10.
- Kurnia, U., Ai Dariah, dan Sidik H. Talaouhu. 2007. Penyusunan Baku Mutu dan Teknologi Rehabilitasi Lahan Terdegradasi. Laporan Tengah Tahun Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Karlen, D. L. and Stott, D. E. 1994. Framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. Pages 53-72 in J. W. Doran, D. C. Leman, D. F. Bezdicek and B. A. Stewart, eds. Defining soil quality for a sustainable environment; Proceedings of a symposium, Minneapolis, MN, USA, 4-5 November 1992. Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI.
- Karlen, D. L., Doran, J. W., Weinhold, B. J. and Andrews, S. S. 2003. Soil quality: Humankind's foundation for survival. Journal of Soil and Water Conservation 58.
- KLH-Dalhousie University 1992. Environmental management development in Indonesia.p. 5-8. In Indonesia Environmental Soil Quality Criteria for Contaminated Sites. Project of the Ministry States for Population and Environmental Republic of Indonesia and Dalhousie University Canada . With support from the Canadian International Development Agency.
- Kemper, W.D. and E.J. Koch. 1966. Aggregate stability of soils from western United States and Canada. USDA Tech. Bull. 1355. Washington, DC.
- Leeper , G.W.1978; Managing the heavy metals on the land.p. 45-60. Chapter . Relation Of Plants to the Heavy Metals. Mercel Dekker inc., New York and Basel

- Letey, J., Sojka, R. E., Upchurch, D. R., Cassel, D. K., Olson, K. R., Payne, W. A., Petrie³, S. E., Price, G. H., Reginato, R. J., Scott, H. D., Smethurst, P. J. and Triplett, G. B. 2003. Deficiencies in the soil quality concept and its application. *Journal of Soil and Water Conservation* 58: 180 - 187.
- Lewandowsky, A. and M. Zumwinkle. 1999. *Assessing The Soil System. A review of soil quality literature.* Edited by Fish, A. Energy and Sustainable Agriculture Program. Minnesota Department of Agriculture. June 1999.
- Markus Anda. 2004. *Pemilihan Indikator Baku Baku Tanah.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Markus Anda, Undang Kurnia dan Erna Suryani 2001. *Penelaahan Baku Mutu tanah Pengelolaan Sumberdaya alam untuk mencapai produktivitas optimum berkelanjutan,* rapat tahunan Dekan Fakultas ilmu-ilmu pertanian BKS-PTN Barat, Universitas Bandar Lampung