

PENGARUH WAKTU KONTAK DAN DOSIS KAPUR TERHADAP PENURUNAN PLUMBUM (PB) DALAM TANAH

Budi Nining Widarti

Dosen pada Fakultas Teknik Universitas Mulawarman

Abstrak

Penelitian berjudul Pengaruh waktu Kontak Dan Dosis kapur terhadap Penurunan Plumbum (Pb) Dalam tanah, tujuan penelitian ini untuk mengetahui besarnya pengaruh waktu kontak dan dosis kapur terhadap penurunan kadar Pb dalam tanah menggunakan metode Alumunium dapat ditukar (ALdd) dengan ambang batas Pb dalam tanah sebesar 100 ppm. Penelitian ini dengan menggunakan limbah simulasi Pb dengan kadar awal 224,860 ppm dirancang dengan Randomized Completely Block Design (RCBD) faktor pertama adalah waktu kontak yaitu 10 hari dan 18 hari sebagai blok, factor kedua adalah dosis kapur yaitu 1 x Aldd; 1,5 x Aldd; 2 x Aldd sebagai perlakuan, setiap percobaan diulang 3x. Untuk mengetahui pengaruh waktu kontak dan dosis kapur terhadap penurunan Pb dilakukan analisa statistik Anova dengan taraf signifikan 5%. Berdasarkan analisa statistik ternyata waktu kontak 10 hari nilai Fhitung (29.965) lebih besar dari Ftabel (5.12) menunjukkan waktu kontak 10 hari ada beda signifikan, sedang untuk waktu kontak 18 hari nilai Fhitung (2.308) lebih kecil dari Ftabel (5.12) menunjukkan waktu kontak 18 hari tidak ada beda signifikan. Dosis kapur yang digunakan untuk waktu kontak 10 hari nilai Thitung (0,06) lebih kecil dari Ttabel(2,262), dosis kapur yang digunakan untuk waktu kontak 18 hari nilai Thitung(-6,262) lebih kecil dari Ttabel(2,262) dalam hal ini menunjukkan dosis kapur yang digunakan untuk setiap waktu kontak tidak ada beda signifikan. Tetapi secara keseluruhan ada kecenderungan semakin besar dosis kapur semakin besar penurunan Pb dalam tanah dan semakin lama waktu kontak maka semakin besar penurunan Pb dalam tanah, disebabkan sifat higrokopis kapur sehingga semakin lama waktu kontak dan semakin besar jumlah kapur (CaCO_3) akan semakin banyak OH- yang akan mengikat Pb menjadi $\text{Pb}(\text{OH})_2$ selanjutnya Pb akan terinfiltrasi di bawah lapisan olah. Rata – rata efisiensi penurunan Pb untuk waktu kontak 10 hari dan 18 hari terbesar diperoleh pada penggunaan dosis kapur 1,5 Aldd yaitu untuk waktu kontak 10 hari sebesar 67% dan untuk waktu kontak 18 hari sebesar 74%, sehingga dalam aplikasi lapangan digunakan dosis kapur 1,5 Aldd dengan waktu kontak 10 hari.

Kata Kunci : Waktu kontak, Dosis kapur, metode Alumunium dapat ditukar, Pertukaran ion

PENDAHULUAN

Pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia atau oleh alam sehingga kualitasnya turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. (UU RI tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 23 Tahun 1997)

Secara alami, berbagai logam berat terkandung dalam kompleks jerapan maupun kompleks pertukaran tanah, terutama yang berasal dari batuan induk. Namun kegiatan penambangan dan industri kimia dapat meningkatkan kadar Pb dalam tanah (Rina, dkk. 2003). Daerah pertanian dekat dengan jalan raya kandungan Pb pada hasil pertaniannya lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pertanian yang jauh dari jalan raya, hal ini menunjukkan bahwa pencemaran Pb pada

umumnya berasal dari kendaraan bermotor (Fardiaz, 1992).

Nilai ambang batas kontaminan dalam tanah yaitu 100 ppm (Ririn 2002). Logam berat yang berada dalam tanah dalam jumlah besar dapat memasuki siklus materi, yang akhirnya masuk kedalam tubuh makhluk hidup melalui makanan, minuman, udara, perembesan atau penetrasi pada kulit. Keracunan Pb menyebabkan gangguan berbagai organ tubuh, seperti system syaraf, ginjal, reproduksi, endokrin dan jantung (Darmono, 2001). Oleh karena itu keberadaan Pb dalam tanah yang melebihi ambang batas perlu diturunkan. Untuk menurunkan kandungan Pb di dalam tanah ditempuh dengan pemberian kapur (CaCO_3). Kapur berfungsi memperbaiki beberapa sifat kimia dan biologi tanah yaitu menaikkan pH tanah, menambah unsur – unsur Ca dan Mg, menambah ketersediaan unsure – unsure P dan Mo, mengurangi keracunan Fe, Mn Al dan Pb, memperbaiki kehidupan mikroorganisme dan

memperbaiki pembentukan bintil – bintil akar (Hardjowigeno, 1992)

Menurut Sutejo dan Kartasaputra (1987), pengapuran tidak boleh dilakukan secara sembarangan, melainkan harus didahului dengan penyelidikan tentang keadaan tanah dan dosis kapur yang diperlukan. Dalam penelitian ini untuk menentukan dosis kapur ditentukan dengan metode ALdd yaitu metode Alumunium dapat ditukar, merupakan metode pengapuran yang didasarkan pada banyaknya Ca^{2+} (miliekuivalen) dalam kapur yang diperlukan untuk menetralkan Al yang terdapat di dalam tanah (Hardjowigeno, 1992).

Keadaan tanah yang berkaitan dengan pengapuran yaitu keadaan fisik tanah meliputi tekstur dan bulk density (kerapatan masa tanah). Pada penelitian ini dilihat dari tekstur tanah, tanah yang digunakan masuk dalam kelas tekstur tanah lempung berpasir, untuk menentukan tekstur tanah dapat dilakukan dengan pengamatan di lapangan yaitu dengan memijit tanah basah di antara jari – jari tangan, yang dirasakan kasar halusnya tanah, dari pengamatan di lapangan diperoleh hasil bahwa tanah lempung berpasir mempunyai ciri khas yaitu rasa agak kasar jelas, sedikit sekali melekat dan dapat dibuat bola, namun mudah hancur. Bulk density berkaitan dengan banyaknya kebutuhankapur yang akan diperlukan untuk luas lahan yang diolah

Pengapuran dapat menurunkan kandungan Pb dalam tanah, namun dengan menggunakan waktu pengolahan 10 hari, diperoleh efisiensi dekontaminasi yang masih kecil (Hamdani, 1999 dan Ririn, 2002). Hal ini dapat terjadi karena reaksi kapur yang digunakan (CaCO_3) relative agak lambat. Sedangkan menurut Hardjowigeno (1992), dalam pengapuran tanah pertanian biasanya dilakukan sekitar dua minggu sebelum masa tanam, diharapkan dalam waktu dua minggu kapur telah bereaksi dengan tanah.

Berdasarkan hal diatas perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji pengaruh waktu kontak dan dosis kapur terhadap penurunan plumbum (Pb) dalam tanah.

BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dilakukan di Balai Kesehatan Yogyakarta, mulai bulan Mei sampai Juni 2004 dengan obyek penelitian tanah yang mengandung Pb hasil simulasi

Penelitian ini dilakukan dengan Randomized Completely Block Design, pada percobaan ini sebagai faktor I adalah waktu kontak

, yaitu 10 hari dan 18 hari, faktor II adalah dosis kapur yaitu 1 x Aldd; 1,5 x Aldd; dan 2 x Aldd. Dalam percobaan ini perlakuannya adalah dosis kapur, sedangkan waktu kontak kapur dengan tanah sebagai blok, percobaan diulang 3x sehingga jumlah sampel tanah 18 sampel. Pada analisa awal dilakukan pengukuran kadar Pb, Al dan pH. Kadar Al dipergunakan untuk menentukan kebutuhan Ca dalam kapur yang akan digunakan, sedangkan pH untuk mengetahui seberapa intensitas keasaman dan kebasaaan tanah. Hasil analisa akhir pengukuran kadar Pb dan pH setelah percobaan dimasukkan dalam tabulasi data. disajikan dalam Tabel 1.

Dalam percobaan ini tata letak ember diacak merata, baris 1,2,3 menunjukkan jumlah pengulangan sebanyak 3x dan kolom 1 sampai 6 banyaknya perlakuan untuk sampel setiap variasi dosis kapur, metode pengacakan menggunakan system undian arisan, tata letak secara acak ember percobaan disajikan dalam gambar 1.

Untuk pengujian data digunakan teknik analisa of variance (Anova) pada level signifikan 5 %

Alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

1. Meteran
2. kantong Plastik
3. Cetok
4. Pengaduk dari kaca
5. Timbangan
6. Ember
7. Gelas ukur
8. Saringan dari kain
9. pH soil
10. AAS
11. Tanah lapisan atas sampai kedalaman 20 cm
12. Aquades

Langkah-langkah Penelitian

Sampel tanah diambil di lahan tanah kas Desa Sinduadi Sleman, lokasi diduga banyak mengandung Pb dengan menggunakan cetok untuk mengambil tanah pada permukaan sampai kedalaman 20 cm, didasarkan pada lapisan atas tanah solumnya sekitar 20-35 cm, biasanya merupakan lapisan olah tanah bagi pertanian.

Tanah dikeringkan dengan cara diangin-anginkan, dibersihkan dan disaring dengan kelolosan 40 mesh, kemudian dianalisa kadar Al, Pb dan pH sebagai data awal

Penambahan limbah simulasi pada tanah yang sudah disiapkan ditimbang seberat 2000 gr dan dimasukkan dalam ember, dengan perincian, kebutuhan sampel tanah sejumlah 18 sampel dengan berat masing- masing sampel 100 gr, maka

berat tanah yang dibutuhkan untuk sampel 1800 gr. Untuk analisa kadar Pb, Al dan pH setelah penambahan simulasi Pb dan Al dalam tanah seberat 100 gr dan untuk persiapan bila terjadi kekurangan seberat 100 gr

Penambahan limbah simulasi untuk membuat kadar 150 ppm dalam tanah seberat 2000 gr diperlukan $Pb(NO_3)_2$ sebanyak 48 gr, dan untuk $KAl(SO_4)_2$ sebanyak 285 gr, yang kemudian dimasukkan bersama-sama kedalam tanah percobaan.

Metode penambahan kapur ditentukan dengan mengalikan konsentrasi alumunium dengan faktor kebutuhan kapur yang didasarkan pada banyaknya Ca^{2+} (miliekuivalen) dalam kapur yang diperlukan untuk menukar Al yang terdapat dalam tanah

Perhitungan dosis kapur :

$$\begin{aligned} 1 \times \text{Aldd} &= 1 \times [Al] \\ &= [Al] \text{ mg / kg} \\ &= [Al] \text{ mg / 100gr} \end{aligned}$$

$$\text{Ca dalam } CaCO_3 = (100/40) \times [Al] \text{ mg/100gr}$$

$$\begin{aligned} 1,5 \times \text{Aldd} &= 1,5 \times [Al] \\ &= 1,5 [Al] \text{ mg / kg} \\ &= 1,5 [Al] \text{ mg / 100gr} \end{aligned}$$

$$\text{Ca dalam } CaCO_3 = (100/40) \times 1,5 [Al] \text{ mg/100gr}$$

$$\begin{aligned} 2 \times \text{Aldd} &= 2 \times [Al] \\ &= 2[Al] \text{ mg / kg} \\ &= 2[Al] \text{ mg / 100gr} \end{aligned}$$

$$\text{Ca dalam } CaCO_3 = (100/40) \times 2[Al] \text{ mg/100gr}$$

Waktu kontak yang digunakan untuk mereaksikan kapur dengan tanah adalah 10 hari dan 18 hari, perhitungan dimulai setelah kapur dicampur dengan tanah sampai waktu yang ditentukan, untuk menjaga kelembaban tanah setiap 2 hari sekali dilakukan penyiraman dengan 20 ml aquades didasarkan pada hasil percobaan untuk menjaga agar tanah selalu dalam keadaan kapasitas lapangan

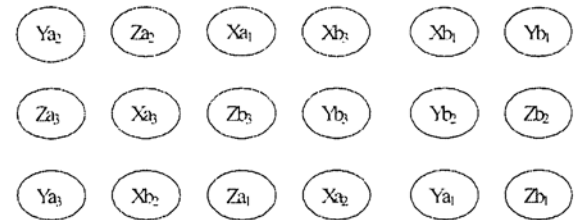
Setelah diberikan perlakuan, sampel tanah dianalisa kadar Pb dan pH dengan menggunakan AAS (Automatic Absorption Spektrofotometer) (analisa dengan AAS dilakukan oleh petugas Laboratorium)

Untuk pengujian data digunakan teknik analisis of varians (Anova) Randomized Completely Block Design pada level signifikan 5 %. Analisis ini pada dasarnya teknik matematika

untuk memisahkan komponen – komponen variasi dalam satu set hasil penelitian

Table 1. Tabulasi data kombinasi perlakuan

Waktu kontak	Ulangan	Dosis kapur		
		1 x Aldd (X)	1,5 x Aldd (Y)	2 x Aldd (Z)
10 hari (a)	1	Xa1	Ya1	Za1
	2	Xa2	Ya2	Za2
	3	Xa3	Ya3	Za3
18 hari (b)	1	Xb1	Yb1	Zb1
	2	Xb2	Yb2	Zb2
	3	Xb3	Yb3	Zb3



Gambar 1. Tata letak ember secara acak

X : Dosis kapur 1x Aldd

Y : Dosis kapur 1,5 x Aldd

Z : Dosis kapur 2x Aldd

A : 10 hari

B : 18 hari

1,2,3 : ulangan

HASIL

Berdasarkan hasil analisa konsentrasi Pb, Al dan pH pada sample awal tanah disajikan dalam Tabel 2.

Dari hasil analisa awal diketahui bahwa sample tanah belum tercemar Pb dengan nilai ambang batas yang diperbolehkan 100 ppm, maka pada sample tanah ditambahkan limbah simulasi $Pb(NO_3)_2$ sebanyak 48 gr dan $KAl(SO_4)_2$ sebanyak 285 gr dan setelah penambahan limbah simulasi dilakukan analisa konsentrasi kadar Pb, Al dan pH, hasil analisa setelah penambahan limbah simulasi disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Konsentrasi Pb, Al dan pH pada sampel awal tanah

No	Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu
1	Pb	Ppm	0,17	100
2	Al	Ppm	36,5202	21000-30000
3	pH	-	6,11	6,6-7,5

Sumber : data primer 2004

Tabel 2. Konsentrasi Pb, Al dan pH setelah penambahan limbah simulasi

No	Parameter	Satuan	Hasil
1	Pb	ppm	224,860
2	Al	ppm	179,384
3	pH	-	5,86

Sumber : data primer 2004

Kadar Al simulasi dipergunakan untuk menentukan kebutuhan kapur berdasarkan metode Aldd untuk setiap 100 gr tanah kering, untuk 1x Aldd sebanyak 45 mg, 1,5 x Aldd sebanyak 67,5 mg dan untuk 2 x Aldd sebanyak 90 mg, setelah penambahan kapur dengan dosis kapur dan waktu kontak yang telah ditentukan diperoleh hasil pengapuran yang disajikan dalam Tabel 4

Penggunaan dosis kapur mampu menurunkan kadar Pb dalam tanah dan diperoleh efisiensi penurunan yang disajikan dalam Tabel 5

Tabel 4. Kadar Pb, Al dan pH setelah pengapuran

Dosis (Aldd)	Waktu kontak			
	10 Hari		18 Hari	
	Pb (ppm)	pH	Pb (ppm)	pH
1	79,3005	7,2	91,5339	7,2
1,5	74,0861	7,2	58,9213	7,2
2	75,2404	7,2	59,7293	7,2

Sumber : data primer 2004

Table 5. Efisiensi pengapuran

Dosis (Aldd)	Waktu kontak 10 hari			Waktu kontak 18 hari		
	Kadar awal	Kadar akhir	Efisiens	Kadar awal	Kadar akhir	Efisiens
1	224,860	79,3005	65	224,860	91,5339	59
1.5	224,860	74,0861	67	224,860	58,9213	74
2	224,860	75,2404	66	224,860	59,7293	73

PEMBAHASAN

Pengaruh Waktu Kontak dan Dosis Kapur

Berdasarkan analisa statistik dengan ANOVA taraf signifikan 5%, diperoleh hasil untuk waktu kontak 10 hari nilai Fhitung (29,965) lebih

besar dari Ftabel(5,12) menunjukkan waktu kontak 10 hari ada beda signifikan sedangkan waktu kontak 18 hari Fhitung (2,308) lebih kecil dari Ftabel (5,12) menunjukkan waktu kontak 18 hari tidak ada beda signifikan. Setiap dosis kapur yang digunakan untuk waktu kontak 10 hari nilai Thitung (0,06) lebih kecil dari Ttabel (2,262) dan dosis kapur untuk waktu kontak 18 hari nilai Thitung (-6,713) lebih kecil dari Ttabel (2,262), hal ini menunjukkan setiap dosis kapur yang diberikan untuk setiap waktu kontak yang digunakan tidak ada beda signifikan.

Berdasarkan efisiensi (Tabel 6) penurunan kadar Pb terbesar untuk waktu kontak 10 hari pada penggunaan dosis kapur 1,5 x Aldd, yaitu sebesar 67% untuk waktu kontak 18 hari juga pada penggunaan dosis kapur 1,5 x Aldd yaitu sebesar 74 %

Konsentrasi Pb, Al dan pH awal

Pada Tabel 1 menunjukkan tanah dengan kadar Pb 0,017 ppm, sampel belum mengalami pencemaran, nilai ambang batas yang diperbolehkan yaitu 100 ppm, pada lokasi pengambilan sampel kadar Pb masih rendah dikarenakan pertambahan jarak dan kecepatan angin akan menghamburkan kadar Pb, Pb yang keluar bersama asap kendaraan bermotor oleh kecepatan angin akan terhambur pada jarak yang jauh, sehingga pada jarak 5 meter pengambilan sampel dari jalan raya kadar Pb masih diambang batas, kadar Al tanah dalam kriteria sangat rendah dan pH dalam kriteria netral

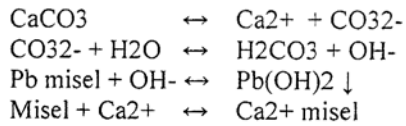
Penambahan limbah simulasi Pb(NO₃)₂ dan KAl(SO₄)₂

Hasil Penggunaan Pb(NO₃)₂ dan KAl(SO₄)₂ (Tabel 2) menunjukkan telah terjadi penurunan pH tanah, namun pH tanah dalam keadaan agak asam penurunan pH disebabkan NO₃ mengikat ion H⁺ membentuk HNO₃ dan SO₄ mengikat ion H⁺ membentuk HSO₄ yang menyebabkan tanah menjadi asam, aluminium dalam tanah cenderung terhidrolisis sehingga akan menyumbangkan ion H⁺ dalam tanah

Kadar Pb Setelah Pengapuran

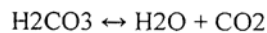
Dari Tabel 3 terlihat penurunan Pb setiap perlakuan memberikan hasil yang berbeda antara satu dengan yang lain, berdasarkan perhitungan rata – rata hasil pengapuran penurunannya untuk waktu kontak 10 hari dengan dosis 1 x Aldd sebesar 171,6400 untuk dosis 1,5 x Aldd sebesar 150,7735 dan untuk dosis 2 x Aldd sebesar 149,6195. Untuk waktu kontak 18 hari dengan

dosis 1 x Aldd sebesar 163,8387 untuk dosis 1,5 x Aldd sebesar 165,8387 dan untuk dosis 2 x Aldd sebesar 165,0307. penurunan Pb dalam tanah dikarenakan reaksi kapur sebagai berikut :



Dari reaksi diatas diketahui ion karbonat (CO_3^{2-}) dari kapur akan menghasilkan ion hidroksil (OH^-) yang akan mengikat Pb menjadi Pb(OH)_2 yang kemudian akan mengendap kelapisan tanah yang lebih rendah dan kedudukan Pb dalam tanah akan ditempati Ca^{2+} . CaCO_3 bersifat higroskopis, semakin lama CaCO_3 bereaksi dengan H_2O akan semakin banyak OH^- yang dihasilkan yang akan berikatan dengan Pb

Hasil pengapuran tanah dalam kondisi netral disebabkan reaksi kapur yang menghasilkan CO_3^{2-} yang mempunyai kekuatan untuk menarik ion H^+ dari misel tanah membentuk H_2CO_3 dan akan terurai menurut reaksi berikut :



Dari reaksi terlihat H_2CO_3 terurai menjadi H_2O dan CO_2 dengan demikian tanah akan terbebas dari keasaman sehingga kondisi tang dalam keadaan pH netral dan reaksi akan berjalan sempurna bila tanah dalam kondisi netral, dalam penelitian ini kondisi tanah setelah pengapuran menunjukkan pH netral yaitu 7,2 (Tabel 3.)

Untuk aplikasi lapangan kebutuhan kapur 1,5 Aldd dengan waktu kontak 10 hari dengan kadar awal Pb sebesar 224, 860 ppm dan kadar Al sebesar 179, 384 ppm untuk menentukan kebutuhan kapur perhektar, yang didasarkan pada berat tanah perhektar dengan menggunakan bulk density.

Pada umumnya bulk density berkisar 1,1 – 1,6 gr/cc (Hardjowigeno, 1992). Pada perhitungan ini digunakan asumsi bulk density 1,2 gr/cc Perhitungan :

1. Menentukan berat tanah 1 hektar dengan ketebalan 20 cm dan bulk density
 - a. 1 ha = 10.000 m²
= 100.000.000 cm²
 - b. Volume tanah = 100.000.000 cm² x 20cm
= 2.000.000.000 cm³
 - c. Berat tanah = 1,2 gr/cc x 2000.000.000 cm³
= 2.400.000.000 gr

2. Kebutuhan Kapur = 1,5 x Aldd
= 1,5 x 179,384 mg/kg
= 27 mg/100 gr
Kebutuhan CaCO_3 = 100/40 x 27 mg/ 100gr
= 67 mg / 100 gr
= 67 mg / 100.000 mg
= 670 mg / 1000.000 mg
= 670 kg / 1000.000 kg
= 1608 kg / 2400.000 kg
jadi kebutuhan CaCO_3 = 1608 kg/ ha
= 1,608 ton / ha

Dari perhitungan di atas, untuk aplikasi di lapangan kebutuhan CaCO_3 dengan dosis 1,5 x Aldd sebanyak 1,608 ton / ha dengan waktu kontak 10 hari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa statistic dengan anova taraf signifikan 5% ternyata untuk waktu kontak 10 hari nilai F_{hitung} (29,695) lebih besar dari $F_{tabel}(5,12)$ menunjukkan waktu kontak 10 hari ada beda signifikan sedangkan waktu kontak 18 hari F_{hitung} (2,308) lebih kecil dari F_{tabel} (5,12) menunjukkan tidak ada beda signifikan. Setiap dosis kapur yang digunakan untuk waktu kontak 10 hari nilai $T_{hitung}(0,06)$ lebih kecil dari $T_{tabel}(2,262)$ dan dosis kapur untuk waktu kontak 18 hari nilai $T_{hitung}(-6,713)$ lebih kecil dari $T_{tabel}(2,262)$ ini menunjukkan setiap dosis kapur yang diberikan tidak ada beda signifikan

Dari dosis kapur yang digunakan penurunan tertinggi kadar Pb tertinggi pada penggunaan dosis kapur 1,5 X Aldd dengan efisiensi 67% untuk waktu kontak 10 hari dan efisiensi 74% untuk waktu kontak 18 hari

Peneliti menyarankan perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk menemuka banyaknya air pelarut yang digunakan dalam penurunan Pb dalam tanah dengan penggunaan CaCO_3 agar diperoleh hasil yang maksimal

DAFTAR PUSTAKA

- ANONIM, 1997, Undang-undang Republik Indonesia No. 23 tahun 1997 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, Jakarta
- Darmono, 2001, Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam, UI-perss, Jakarta

- Daryanto, 1995, Masalah Pencemaran, Tarsito Bandung
- Fardiaz, 1992, Polusi Udara dan Air, Kanisius, Jakarta
- Hakim, dkk, 1986, Kesuburan Tanah, Universitas Lampung- perss, Lampung
- Hamdani, 1999, penurunan Kadar timah Hitam pada tanah dengan penambahan kapur, Skripsi, STTL"YLH" Yogyakarta
- Hardjowigeno, 1987, Klasifikasi Tanah Dan Pedogenesis, PT Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta
- Hardjowigeno, 1992, Ilmu Tanah, PT Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta
- Kartasapoetra, 2002, Pengantar Ilmu Tanah , Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian, Rineka Cipta, Jakarta
- Palar, 1994, Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat, PT Rineka Cipta, Jakarta
- Ririn, 2002, Penggunaan Kapur (CaCO_3) Untuk Menurunkan Kandungan Timah Hitam (Pb) Dalam Tanah Dengan Metode Aldd, skipsi, STTL"YLH"Yogyakart
- Soepardi, 1983, Sifat dan Ciri Tanah, IPB-perss, Bogor