

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

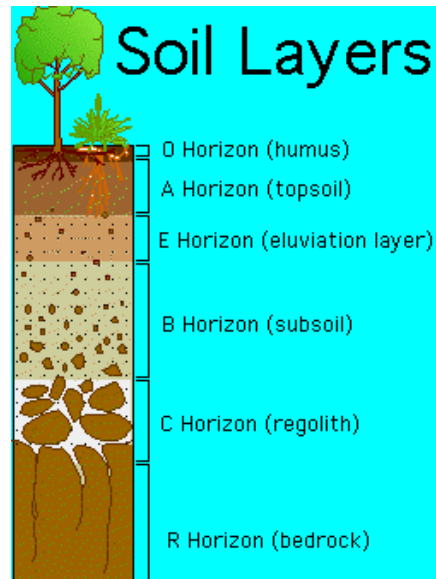
Tanah merupakan sistem geosfer yang terdapat banyak aktivitas kimia, biologi maupun fisika. Aktivitas di tanah dipengaruhi oleh kegiatan manusia atau makhluk hidup lainnya, selain itu juga bergantung pada jenis tanah. Jenis tanah dapat menggambarkan karakteristik suatu tanah. Logam berat masuk ke dalam tanah melalui penggunaan bahan kimia yang berlangsung mengenai tanah, penimbunan debu, hujan atau pengendapan, pengikisan tanah dan limbah buangan (Suastawan, 2016).

Tanah secara fisik memiliki fungsi sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya tanaman dan menyuplai kebutuhan air dan udara. Secara kimiawi tanah berfungsi sebagai gudang dan penyuplai zat hara atau nutrisi senyawa organik dan anorganik sederhana dan unsur-unsur esensial seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B, Cl. Secara biologi berfungsi sebagai habitat biota yang berpartisipasi aktif dalam penyediaan hara tersebut. Menurut Bowles (1984) tanah memiliki campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu seluruh jenis berikut:

1. Berangkal atau *boulders* adalah potongan batuan besar, biasanya lebih besar dari 250 mm – 300 mm dan untuk 150 mm – 250 mm disebut kerakal atau *cobbles/pebbles*.
2. Kerikil atau *gravel* adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm – 150 mm.
3. Pasir atau *sand* adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm – 5 mm, berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm – 5 mm sampai bahan halus yang berukuran < 1 mm.
4. Lanau atau *silt* adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm – 0,0074 mm.

5. Lempung atau *clay* adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Lempung ialah sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.

Adapun lapisan tanah dapat dilihat pada gambar



Gambar 2. 1 Lapisan tanah

(Sumber: Gurugeografi.id)

Keterangan:

- O : serasah atau sisa-sisa tanaman (Oi) dan bahan organik tanah (BOT) hasil dekomposisi serasah (Oa)
- A : horison mineral ber BOT tinggi sehingga memiliki warna lebih gelap
- E : horison mineral yang telah tercuci sehingga kadar BOT, liat, silitak, Fe dan Al rendah tetapi pasir dan debu kuarsa dan mineral resisten lainnya tinggi dan berwarna terang
- B : horison illuvial atau horison tempat terakumulasinya bahan-bahan yang tercuci dari horison di atasnya
- C : lapisan yang bahan penyusunnya masih sama dengan bahan induk

R : bahan induk tanah

Tanah secara alamiah mengandung logam berat, sebagian logam berat tersebut memiliki peran dalam proses fisiologis tanaman seperti Fe, Cu, Zn dan Ni tetapi dengan jumlah yang relatif sangat sedikit, bila berlebihan akan memberikan efek toksisitas kepada tanaman. Namun Cd dan Pb sangat beracun dan sampai saat ini belum diketahui perannya bagi tanaman, kedua unsur tersebut merupakan pencemar kimia utama dalam lingkungan dan sangat beracun bagi tumbuhan, hewan dan manusia (Mengel, 1987). Harter (1983) mengatakan bahwa pH tanah adalah faktor utama yang mempunyai ketersediaan logam di tanah. Untuk logam seperti Pb, Cd, Hg dan As yang tidak berperan menguntungkan dalam pertumbuhan tanaman melainkan merugikan. pH larutan berpengaruh terhadap keterlarutan unsur logam berat. Kenaikan pH menyebabkan logam berat mengendap. Pengaruh tidak langsung atas Kapasitas Pertukaran Kation (KPK) lebih penting. Sebagian KPK berasal dari muatan tetap dan sebagian berasal dari muatan terubahkan (*variable charge*).

Tabel 2. 1 Kisaran logam berat dalam tanah

Logam berat	Nilai ambang dalam tanah (ppm)
As	0,1 – 4,0
B	2 – 100
F	30 – 300
Cd	0,1 – 7,0
Mn	100 – 4000
Ni	10 – 1000
Zn	10 – 300
Cu	2 – 100

Pb	2 – 200
Fe	7000 - 550000

Sumber: Pickering (1980).

Toposekuen adalah pembentukan sifat-sifat tanah yang disebabkan perbedaan sekuen topografi. Dalam satu toposekuen akan didapati perbedaan sifat tanah akibat adanya perbedaan bahan induk, topografi, iklim dan penggunaan lahan. Saat terjadi hujan, bagian atas lahan miring akan terjadi erosi yang mengikis permukaan tanah sehingga terjadi pendangkalan tanah. Sepanjang kecuraman tanah dari suatu lereng meningkat terjadi aliran permukaan erosi yang lebih besar, tanah bergerak perlahan, infiltrasi air kurang dan air yang tersedia kurang bagi aktivitas kimia dan biologi.

Bahan organik tanah adalah akumulasi dari sisa tanaman dan hewan yang telah terdekomposisi dan tercampur ke dalam tanah. Pada tanah pertanian, sumber bahan organik dapat berasal dari penambahan pupuk kandang oleh petani, sisa-sisa serasah tanaman yang dibudidayakan dan sisa-sisa dari gulma. Bahan organik terdiri dari berbagai komponen yang dapat di kelompokkan menjadi tiga jenis utama, yaitu residu tanaman dan biomassa mikroba hidup, tanah aktif atau detritus dan tanah stabil bahan organik atau sering disebut humus.

Fungsi bahan organik dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- Fungsi biologi : secara nyata mempengaruhi aktivitas mikroba tanah,
- Fungsi fisik : menunjang pembentukan struktur pada tanah yang baik, mengemburkan tanah, meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air dan meningkatkan infiltrasi tanah, mempengaruhi warna tanah menjadi coklat hingga hitam, menetralkan daya rusak butir-butir hujan, menghambat erosi dan mengurangi pelindian,
- Fungsi kimia : sebagai penyumbang sifat aktif koloid tanah dan meningkatkan kapasitas penyangga tanah.,meningkatkan hara dari proses mineralisasi bagian bahan organik yang mudah terurai, menghasilkan humus

tanah , meningkatkan KTK tanah 30 kali lebih besar daripada koloid anorganik,

- Fungsi hara : sumber hara, terutama paa N, P, S, B, Zn dan unsur mikro lainnya bagi pertumbuhan tanaman.

Bahan organik adalah salah satu komponen penting terikatnya logam berat pada tanah. Bahan organik bereaksi dengan logam pada tanah akan membentuk senyawa kompleks yang organologam. Semakin banyak bahan organik tanah maka akan semakin besar peluang terbentuknya senyawa kompleks organologam yang akan terbentuk, sehingga kandungan logam berat pada tanah akan semakin tinggi. Meningkatnya logam berat yang masuk pada tanah dan mengalami reaksi dengan asam-asam organik tanah menyebabkan nilai kapasitas tukar kation (KTK) pada tanah meningkat. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak logam berat yang terperab di koloid tanah. Rendahnya nilai KTK tanah menyebabkan kandungan logam berat di dalam tanah rendah. Faktor erosi tanah dimana kontur atau topografi di daerah gunung sehingga tanah atas tergerus ke elevasi yang lebih rendah menyebabkan unsur-unsur hanyut terbawa air. Sehingga logam berat pada elevasi rendah terakumulasi lebih banyak di dibandingkan dengan daerah elevasi tinggi (Suastawan, 2016)

1.2 Sumber Pencemar Tanah

Kandungan logam berat pada tanah buka merupakan indikator yang baik dari ketersediaan logam untuk tumbuhan. Di dalam tanah, logam terdapat dalam berbagai keadaan termasuk ion logam bebas, ion pertukaran logam, logam terikat pada komponen organik, oksida (senyawa tidak larut), karbonat dan hidroksida atau sebagian dari struktur tanah itu sendiri yang terikat pada silikat.

Proses perserapan dari bahan-bahan pencemar yang terjadi pada lapisan tanah dipengaruhi oleh banyak hal, yaitu (Adhani, 2017):

1. Karakteristik dari bahan pencemar, karena bahan pencemar akan mengalami pertukaran ion ketika melewati lapisan tanah lempung dan organik,

2. Kandungan bahan organik yang terdapat dalam lapisan tanah. Hal tersebut menjadi penentu bahan pencemar akan ditahan atau diteruskan oleh lapisan tanah,
3. pH tanah, yang sangat berpengaruh oleh seberapa besar kadar lapisan lempung pada tanah tersebut. Bila lapisan lempung sangat besar jumlahnya, maka proses perserapan akan menjadi sangat rendah atau tidak terjadi perserapan,
4. Ukuran partikel tanah. Besar kecil ukuran partikel tanah sangat menentukan besar kecilnya pori-pori tanah. Semakin besar ukuran partikel tanah akan semakin besar pori-pori tanah, dan keadaan tersebut semakin memudahkan penyerapan oleh lapisan tanah. Sebaliknya jika semakin kecil partikel tanah, maka pori-pori tanah akan semakin kecil juga sehingga penyerapan semakin sulit terjadi,
5. Temperatur. Temperatur mempengaruhi laju perserapan, semakin tinggi suhu pada lapisan tanah, maka daya serap tanah terhadap polutan semakin besar. Sebaliknya jika suhu lapisan tanah rendah, maka daya serap tanah akan semakin kecil.

Pemasok logam berat pada tanah pertanian antara lain bahan agrokimia (pupuk sintetis dan pestisida). Pemupukan dapat mempengaruhi akumulasi logam berat dalam sistem tanah dan tanaman. Tanaman menyerap pupuk melalui tanah, pupuk dapat masuk ke dalam rantai makanan (Savci, 2012). Senyawa yang digunakan untuk menghasilkan pupuk mengandung jumlah logam berat yang berpotensi toksik (misal: Cd, Pb, As, Cu) (Alves, 2016). Menurut studi yang dilakukan Wingstrand (2007) pemupukan meningkatkan konsentrasi Cd di tanah dan tanaman.

Pestisida merupakan pencemar yang dapat masuk ke lingkungan baik melalui udara, air maupun tanah dapat berdampak langsung terhadap makhluk hidup maupun lingkungan. Sifat pestisida yang persisten dapat mengalami pengendapan yang lama pada tanah dan menyebabkan terjadinya degradasi tanah (Puspitasari dkk, 2016). Jika tanah terkontaminasi oleh pestisida dapat

menimbulkan kekhawatiran pada fungsi tanah, keanekaragaman hayati tanah dan tumbuhan (Silva, 2018).

Limbah yang dihasilkan oleh industri kebanyakan terdiri dari zat pewarna, ion logam, padatan tersuspensi dan kandungan COD dan BOD yang relatif rendah. Pembuangan limbah ke udara, air dan tanah melalui berbagai proses industri termasuk penyamakan, pencucian dan pelapisan cat yang mengandung timbal dapat menyebabkan kerusakan pada tubuh manusia (Fatima, 2018). Logam yang terkandung dalam limbah industri umumnya Cu, Cr, Zn, Pb, Co dan Ni. Dampak logam tersebut sangat buruk bagi lingkungan karena sifat yang sangat toksik terutama bagi kesehatan manusia (Miryanti dkk, 2015).

1.3 Logam Berat

Logam berat adalah logam berat jenis besar dari 5 g/cm³. Unsur yang termasuk logam berat adalah Cd, Cr, Cu, H, Ni, Pb dan Zn (Connell, 2006). Keberadaan logam berat esensial dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Logam berat dapat memasuki tanah melalui sumber berbeda-beda yang dapat menjadi polutan. Pupuk, pestisida, penambahan bahan organik dan anorganik, residu limbah dan lumpur aktif mengandung sejumlah logam berat (Yulipriyanto, 2010). Logam berat dapat membahayakan kesehatan manusia melalui konsumsi makanan yang berasal dari tanaman yang di tanam di tanah yang tercemar oleh logam berat (Setyoningrum, 2014). Bahkan dalam dosis kecil dapat memiliki konsekuensi serius. Kegiatan manusia dapat telah mengakibatkan peningkatan kadar kontaminan di lingkungan (Singh, 2018). Penelitian memilih logam berat Pb, Cd, Cu dan Fe berdasarkan tingkat toksisitas terutama dalam konteks lingkungan. Pb dan Cd merupakan logam berat dengan tingkat toksisitas kelas 1 dan Cu berada di kelas 2. Fe dipilih dikarenakan pada saat survey lapangan, terdapat ciri-ciri kandungan logam Fe di air sumur warga. Air tersebut berwarna kuning kecoklatan, berbau karat dan merusak perabotan rumah tangga.

1.3.1 Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) merupakan metal berbentuk kristal putih keperakan. Dalam kadar tinggi, kadmium berasal dari emisi industri, peleburan seng dan timbal. Sumber lain merupakan dari sisa penggunaan lumpur kotor sebagai pupuk tanaman (Widowati, 2008). Logam kadmium (Cd) memiliki karakteristik berwarna putih keperakan seperti logam aluminium, tahan panas, tahan terhadap korosi, tidak larut dalam basa dan mudah bereaksi serta menghasilkan kadmium oksida jika dipanaskan. Faktor yang dapat mempengaruhi penyerapan kadmium dalam tanah yaitu kandungan bahan organik tanah, pH tanah, ukuran partikel tanah, kemampuan pertukaran ion dan temperatur tanah (Setyoningrum, 2014).

Kadmium memiliki efek unik terhadap anak-anak yaitu dapat membantu perkembangan otak pada anak. Namun di sisi lain, kadmium memiliki efek berbahaya untuk manusia dan hewan antara lain menaikkan resiko terjadinya kanker payudara, penyakit paru-paru dan penyakit jantung (Istarani, 2014). Efek keracunan Cd juga dapat mengakibatkan kerapuhan pada pekerja industri yang menggunakan Cd. Penyakit tersebut dinamakan “itai-itai”. Sedikit paparan kadmium menghasilkan efek kronis pada hewan dan manusia. Dalam tubuh manusia, sebagian besar asupan kadmium adalah melalui konsumsi sayuran (Mahajan, 2018)

1.3.2 Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah logam berat yang secara alami terdapat di dalam kerak bumi. Pencemaran Pb berasal dari sumber alami maupun limbah hasil aktivitas manusia dengan jumlah yang terus meningkat, baik di lingkungan, udara dan darat (Widowati et al, 2008). Tanah mengakumulasi kadar timbal umumnya dari pipa, cat timbal dan emisi residu dari kendaraan bermotor (Wani, 2015). Timbal sebagian besar di akumulasi oleh bagian organ tanaman, yaitu daun, batang, akar dan akar pada umbi-umbian (bawang merah). Tanaman dapat menyerap timbal pada saat kondisi kesuburan tanah dan kandungan bahan organik serta

KTK tanah rendah. (Charlena, 2004). Logam toksik timbal dapat menyebabkan anemia, gangguan ensefalopati dan gejala gangguan saraf perifer, dapat menyebabkan aminoasiduria, fosfaturia, glukosuria, nefropati, fibrosis dan atrofi glomerular (Darmono, 2001).

1.3.3 Tembaga (Cu)

Keberadaan Cu dalam lingkungan dapat terakumulasi di perairan maupun mengendap di dalam sedimen. Diantara jenis logam yang banyak ditemukan sebagai buangan adalah logam Cu. Cu merupakan logam berat yang banyak digunakan dalam campuran logam, pembuatan kabel, keramik dan pestisida. Cu bersifat sangat beracun dan sangat bioakumulatif. Tingkat kelarutan Cu sangat rendah dalam cairan namun mudah teradsorpsi dalam partikel yang terlarut dalam air (Jundana, 2016). Logam Cu dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh, apabila konsentrasinya cukup tinggi akan meracuni manusia. Pengaruh racun yang ditimbulkan dapat berupa muntah-muntah, rasa terbakar di daerah eksofagus dan lambung.

1.3.4 Besi (Fe)

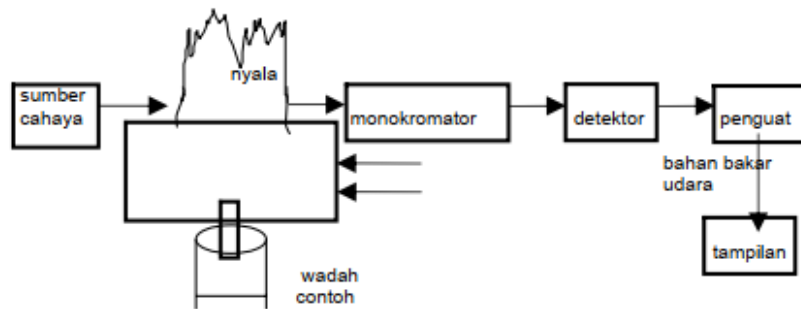
Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui hampir di setiap tempat bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Konsentrasi Fe yang tinggi ini dapat di rasakan dan dapat menodai kain dan perkakas dapur. Logam Fe merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu yang sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebih dapat menimbulkan efek racun. Tingginya kandungan besi akan berdampak terhadap kesehatan manusia antaranya dapat menyebabkan radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, siosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi dan insomnia (Parulian, 2009).

1.4 Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Secara umum prinsip dasar Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. SSA merupakan metode yang tepat untuk menganalisis zat pada konsentrasi rendah. Metode SSA berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom yang menyerap cahaya tertentu pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsur masing-masing atom. Dengan absorpsi energi, dapat memperoleh lebih banyak energi. Suatu atom dalam keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Pada teknik SSA diperlukan sumber radiasi yang mengemisikan sinar panjang gelombang yang tepat pada proses absorpsinya. Sumber lampu tersebut dapat dikenal dengan sebutan *Hollow Cathode* (Khopkar, 1990).

Apabila suatu atom berinteraksi dengan radiasi panjang gelombang elektromagnetik, maka sebagian energi elektromagnetik akan diserap atom. Energi tersebut merupakan energi dalam proses eksitasi dari elektron yang memiliki atom tersebut. Transisi elektronik yang terjadi yaitu suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan ke tingkat energi yang lebih tinggi eksitasinya (Khopkar, 1990).

Atomisasi terjadi melalui beberapa tahap yaitu pertama larutan disemprotkan ke dalam bentuk kabut ke dalam nyala api, kemudian terjadi desolvasi pelarut menghasilkan sisa-sisa partikel padat yang halus pada nyala. Partikel ini akan berubah menjadi gas dan kemudian mengalami disosiasi menjadi atom-atom. Atom-atom tersebut menyerap radiasi sinar yang dihasilkan oleh *Hollow Cathode Lamp*. Lalu menuju ke *monokromator*, *detektor* dan diubah menjadi data.



Gambar 2. 2 Skema Umum Komponen Pada Alat SSA

2.5 Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Nama Penulis	Parameter Yang Diuji	Hasil Penelitian
1.	Kandungan Logam Berat Pada Air, Sedimen dan Ikan Nila Di Keramba Danau Rawapening	Anny Miftakhul Hidayah, Purwanto dan Retnaningsih Soeprbowati	Logam berat Pb, Cd, dan Cu pada sedimen di Danau Rawapening	Hasil penelitian menunjukkan adanya kandungan logam berat Pb, Cd dan Cu pada sedimen Danau Rawapening yang telah melebihi ambang batas maksimal yang ditetapkan oleh <i>Australian and New Zealand Environment and Conservation Council</i> (ANZECC). Hasil dari pengujian laboratorium Badan Lingkungan Hidup Jawa Tengah

				menunjukkan adanya kandungan logam berat Pb dan Cr pada perairan Danau Rawapening.
2.	Evaluasi Status Mutu Air Danau Rawapening	Agatha Sih Piranti, Diana Rus Rahayu dan Gentur Waluyo	Logam berat Pb, Cu dan Cd pada perairan Danau Rawapening	Tingginya konsentrasi logam Cd dan Pb akibat dari kegiatan manusia seperti pertambangan, pembuangan limbah rumah tangga, limbah buangan industri dan aliran dari pertanian yang menjadi sumber utama pemasok logam berat ke dalam lingkungan perairan. Danau Rawa Pening terkontaminasi logam berat dan konsentrasi telah melebihi baku mutu air kelas I antara lain arsenik (As), kadmium (Cd), timah (Pb) dan tembaga (Cu). Konsentrasi logam berat yang didapat As 0,146 mg/l, Cd 0,013 mg/l, Cu 0,013 mg/l dan Pb 0,026 mg/l dan

				telah melebihi baku mutu air (kelas I dan III). Logam berat Pb tidak hanya di air melainkan sudah mencemarakai sedimen.
3.	Analisis Logam Pb dan Cd Pada Tanah Perkebunan Sayur Di Desa Pancasari	Gede Suastawan, I Dewa Ketut Satrawidana dan Ni Made Wiranti	Logam berat Pb dan Cd pada tanah perkebunan	Pada penelitian ini konsentrasi Pb pada tanah pertanian berkisar 2-200 mg/kg tetapi beberapa jenis tanah sangat mempengaruhi kandungan Pb. Tanah yang mengandung bahan organik (hitosol) biasanya mengandung Pb tinggi dan sebaliknya tanah. Konsentrasi Cd berkisar antara 0,1-1 mg/kg tetapi beberapa jenis tanah sangat mempengaruhi kandungan Cd. Pada saat pH tanah turun, penyerapan Cd ke dalam jaringan tanaman akan tinggi. Kandungan logam Pb dan Cd pada pupuk yang digunakan

				du Pancasari adalah pupuk fosfat: Pb : 58 ppm dan Cd : 58 ppm; pupuk nitrat: Pb tidak terukur dan Cd 7 ppm; pupuk organik: Pb 2 ppm dan Cd 0,03 ppm dan pupuk kandang: Pb 24 ppm dan Cd 0,22 ppm.
4.	Distribusi Serta Kandungan Nitrat Dan Fosfat Di Perairan Danau Rawapening	Ary Susatyo Nugroho, Shalihuddin Djalal Tanjung dan Boedhi Hendrarto	Nitrat dan Fosfat pada perairan Danau Rawapening	Pada penelitian ini distribusi nitrat dan fosfat pada perairan Danau Rawapening tidak merata. Kandungan Nitrat dalam air danau rata-rata terendah terdapat pada desa Kresongo dan rata-rata tertinggi pada desa Tuntang. Pada kandungan fosfat rata-rata terendah terdapat pada desa Kesongo, dan rata-rata tertinggi di Desa Tambakboyo. Berdasarkan kandungan nitrat perairan Danau

				Rawapening termasuk perairan oligotrofik tetapi berdasarkan kandungna fosfat termasuk dalam perairan hipertrofik.
5.	Pencemaran Lingkungan Pada Lahan Pertanian Dan Teknologi Penanggulangannya	Mulyadi dan Nono Sutrisno	Remediasi pencemaran yang diakibatkan oleh kegiatan pertanian,kegiatan perindustrian dan kegiatan pertambangan.	Penerapan kemoremediasi dengan memodifikasi tingkat keasaman tanah dengan cara pengapuran dapat menurunkan ketersediaan Pb dari 0,06 ppm menjadi 0,04 ppm. Bahan organik dapat digunakan untuk mengimobilkan logam berat di dalam tanah. Asam fulvat dan asam humat yang dikandung dalam bahan organik dapat mengikat logam Pb, Fe, Cu, Cd, Mn dan Ni. Penerapan fitoremediasi dapat menurunkan logam berat yaitu tanaman eceng gondok dalam waktu 24 jam dapat menyerap Cd, Hg dan

				Ni, selain itu tanaman mendong dapat menurunkan logam Pb.
--	--	--	--	---