

PENYEHATAN TANAH DALAM KESEHATAN LINGKUNGAN (TEORI DAN PRAKTEK)

**Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si
Suksmerri, S.Pd., M.Pd., M.Si.**



GET PRESS INDONESIA

PENYEHATAN TANAH DALAM KESEHATAN LINGKUNGAN (TEORI DAN PRAKTEK)

Penulis: Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si
Suksmerri, S.Pd., M.Pd., M.Si.

ISBN:

Editor : Mila Sari, M.Si.

Penyunting: Dr. Oktavianis M.Biomed.

Desain Sampul dan Tata Letak : Tri Putri Wahyuni, S.Pd.

Penerbit: GET PRESS INDONESIA
Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi:

Jl. Palarik RT 01 RW 06, Kelurahan Air Pacah
Kecamatan Koto Tengah, Padang, Sumatera Barat

website: www.getpress.co.id
email: adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Mei 2024
Hak cipta dilindungi undang-undang
dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Pertama – tama penulis mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena berkat dan rahmat Nya penulis telah dapat menyelesaikan penulisan naskah buku ajar dengan judul Penyehatan Tanah dalam Kesehatan Lingkungan (Teori dan Praktek) ini. Penulisan buku ini dilatarbelakangi oleh minimnya literatur tentang penyehatan tanah dalam bidang kesehatan lingkungan yang ditulis dalam bahasa Indonesia. Oleh karena itu penulis memberanikan diri untuk mencoba menyusun buku ini dengan harapan dapat membantu dalam proses belajar mengajar bagi mahasiswa terutama mahasiswa dan yang mengikuti mata kuliah Penyehatan tanah.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memfasilitasi proses penerbitan naskah buku ini. Akhirnya, segala tanggungjawab akademis dari naskah buku ini sepenuhnya berada di tangan penulis. Akhir kata jika pembaca menemukan kesalahan, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang membangun serta dapat disampaikan kepada penulis.

Padang, Maret 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1 Pentingnya Tanah	1
1. 2 Peran tanah	2
1. 3 Manfaat tanah.....	2
1. 4 Definisi Tanah.....	3
1. 5 Komponen Tanah.....	5
1. 6 Klasifikasi Tanah	7
1. 7 Jenis-Jenis Tanah.....	9
1. 8 Horizon Tanah.....	12
1. 9 Proses Pembentukan Tanah	13
BAB II EKOSISTEM TANAH.....	15
2. 1 Latar Belakang	15
2. 2 Aktivitas hewan tanah.....	16
BAB III PENCEMARAN TANAH	25
3. 1 Latar belakang.....	25
3. 2 Penyebab Pencemaran.....	26
3. 2. 1 Limbah Domestik.....	26
3. 2. 2 Limbah Industri.....	27
3. 2. 3 Limbah Pertanian	27
3. 2. 4 Pembukaan lahan	28
3. 2. 5 Kegiatan TPA.....	29
3. 2. 6 Kegiatan industri	29

3. 2. 7 Kegiatan pertambangan	30
3. 4 Dampak - Dampak yang Ditimbulkan Akibat Pencemaran Tanah	31
3. 4. 1 Dampak pada Kesehatan.....	32
3. 4. 2 Dampak pada Ekosistem.....	33
3. 4. 3 Dampak terhadap tanaman pertanian.....	33
BAB IV TANAH DAN KESEHATAN	35
4. 1 Latar Belakang.....	35
4. 2 Penyebab Terjadinya Kontaminasi Tanah.....	37
4. 2. 1 Kontaminasi tanah oleh polutan organik dan anorganik.....	37
4. 2. 2 Kontaminasi tanah oleh mikroorganisme patogen	38
4. 2. 3 Tanah Sebagai Penyebar Penyakit	38
4. 2. 4 Klasifikasi Patogen Dalam Tanah	39
4. 2. 5 Penyakit Tular Tanah Beserta Agen Pembawanya.....	40
4. 2. 6 Penyakit yang Disebabkan oleh Polusi Tanah oleh logam berat.....	42
4. 2. 7 Gangguan kesehatan kelompok rentan	45
4. 2. 8 Pencegahan dampak Kesehatan akibat pencemaran tanah	45
4. 2. 9 Pengobatan gangguan kesehatan	48
BAB V REMEDIASI TANAH	49
5. 1 Pembersihan lahan	49
5. 2 Bioremediasi	50
5. 2. 1 Reaksi Bioremediasi	51
5. 2. 2 Rangsangan Bioremediasi.....	53
5. 3 Macam-Macam Teknik Bioremediasi	54
5. 4 Fitoremediasi	56
5. 4. 1 Metode fitoremediasi	57
5. 4. 2 Proses yang terjadi dalam Fitoremediasi:.....	61
5. 4. 3 Faktor yang mendukung kesuksesan fitoremediasi.....	61
5. 4. 4 Praktek Fitoremediasi.....	63

BAB VI PENYUBURAN TANAH.....	67
6. 1 Pengertian Penyuburan Tanah.....	67
6. 2 Parameter kesuburan tanah	68
6. 3 Metode Penyuburan Tanah.....	70
BAB VII PRAKIRAAN DAMPAK SUATU KEGIATAN TERHADAP TANAH.....	81
BAB VIII ANALISA TANAH	85
8. 1 Pengambilan Sampel Tanah.....	85
8. 2 Pemeriksaan Sampel Tanah.....	91
8.2.1 Pemeriksaan Fisik Tanah.....	91
8.2.2 Pemeriksaan Kimia Tanah	106
8.2.3 Pemeriksaan Organisme Tanah	126
8.2.4 Analisis data hujan	134
DAFTAR PUSTAKA	139

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Manfaat Tanah.....	3
Gambar 2. 1. Ekosistem Tanah.....	16
Gambar 2. 2. Cacing Tanah.....	17
Gambar 2. 3. Arthropoda	17
Gambar 2. 4. Semut.....	18
Gambar 2. 5. Bakteri.....	21
Gambar 2. 6. Jamur.....	23
Gambar 2. 7. Algae.....	24
Gambar 4. 1. Contoh Tanah Tercemar.....	36
Gambar 5. 1. Model Bioremedisi.....	55
Gambar 5. 2. Destruction of Organic Contaminants by Phytodegradation ...	56
Gambar 5. 3. Uptake of Metals (Nickel) by Phytoextraction.....	56
Gambar 5. 4. Constructed wetlands or phytoremediation	57
Gambar 5. 5. Berkheya Sp penyerap Nikel	58
Gambar 5. 6. <i>Thlaspi caerulescens</i> penyerap Zink (Zn) ,Kadmium (Cd).....	59
Gambar 5. 7. <i>Alyssum murale</i> penyerap petroleum hydrocarbon, PCBs, PAHs, TCE, TNT	59
Gambar 5. 8. <i>Nicotiana Tobacco</i> penyerap Mercuri (Hg)	60
Gambar 5. 9. <i>Oryza sativa</i> penyerap bahan organik	60
Gambar 8. 1. Pelaksanaan pengambilan Sampel tanah	91
Gambar 8. 2. Penentuan Tekstur Tanah	104

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Jenis bakteri dan yeast yang dapat mengoksidasi hidro karbon alifatik	21
Tabel 2. 2. Jenis Jamur yang mampu mendegradasi pestisida	23
Tabel 4. 1. Penyakit yang ditularkan melalui tanah beserta agen penyebabnya	40

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Pentingnya Tanah

Tanah merupakan salah satu sumber daya alam utama yang ada di planet bumi serta merupakan kunci keberhasilan makhluk hidup. Tanah terbentuk melalui proses alami dan berlangsung sangat lama. Selain itu terdapat hubungan antara perkembangan lapisan tanah dan perkembangan tumbuh-tumbuhan, hewan, manusia. Selain itu kegiatan manusia juga berpengaruh penting dalam pembentukan tanah. Misalnya, kegiatan pertanian, perhutanan, pertambangan, dan tempat pembuangan sampah akhir.

Tanah bagian penting dalam menunjang kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Rantai makanan bermula dari tumbuhan, manusia, hewan hidup dari tumbuhan. Ada tumbuhan dan hewan yang hidup di laut, tetapi sebagian besar dari makanan berasal dari permukaan tanah. Maka kewajiban kita menjaga kelestarian tanah, sehingga tetap dapat mendukung kehidupan di muka bumi ini.

Tanah mendapat perhatian untuk kesejahteraan hidup manusia, untuk itu manusia perlu menjaga kelestarian tanah dan memanfaatkannya dengan sebaik-baiknya, tidak merugikan keberadaan dari tanah, karena jika manusia merusak maka manusia merusak kehidupannya sendiri. Fenomenanya saat ini kondisi tanah di beberapa wilayah sangat memprihatinkan, contohnya saja di wilayah yang sangat padat penduduknya, tanah menjadi tercemar akibat dari limbah domestik yang berasal dari rumah tangga, pada limbah domestik dibedakan menjadi dua berdasarkan bentuknya yaitu limbah industri cair dan limbah industri padat, limbah industri cair biasanya berupa air bekas cucian yang mengandung deterjen, air bekas mandi yang mengandung sabun, minyak goreng bekas memasak, dll, sedangkan limbah domestik padat bisa berupa bekas sisa sayur, dan sisa makanan.

Maka dari itu kesadaran masyarakat yang perlu di tingkatkan dengan membiasakan membuang sampah dan memilah sampah dengan benar. Banyak kerugian yang kita rasakan akibat dari tercemarnya dan rusaknya tanah, dan apa jadinya hidup kita apabila tanpa tanah di muka bumi ini.

1. 2 Peran tanah

Tanah berperan penting bagi kehidupan manusia, hal ini di sebabkan karena tanah :

1. Digunakan untuk tempat tinggal dan tempat melakukan semua kegiatan manusia
2. Sebagai tempat berkembangnya hewan yang sangat berguna bagi manusia
3. Sebagai tempat vegetasi yang sangat berguna bagi kepentingan hidup manusia
4. Mengandung barang tambang dan bahan galian yang berguna bagi manusia.
5. Penyedia kebutuhan primer tanaman air, udara dan unsur-unsur hara
6. Penyedia kebutuhan sekunder tanaman (zat-zat pemacu tumbuh: hormon, vitamin, dan asam-asam organik; antibiotik dan toksin anti hama; enzim yang dapat meningkatkan kesediaan hara)
7. Sebagai habitat biota tanah, baik yang berdampak positif karena terlibat langsung atau tak langsung dalam penyediaan kebutuhan primer dan sekunder tanaman tersebut, maupun yang berdampak negatif karena merupakan hama & penyakit tanaman.

1. 3 Manfaat tanah

Tanah mempunyai banyak manfaat dalam kehidupan. Manfaat paling umum dari tanah adalah sebagai media tumbuh tumbuhan/tanaman. Sebagai media tumbuh, tentu saja tanah memiliki syarat dan ketentuan berlaku yang harus dipenuhi. Beberapa manfaat lain dari tanah adalah sebagai berikut.

1. Tempat tumbuh dan berkembangnya perakaran

2. Penyedia kebutuhan primer tanaman (air, udara, dan unsur-unsur hara)
3. Penyedia kebutuhan sekunder tanaman (zat-zat pemacu tumbuh: hormon, vitamin, dan asam-asam organik; antibiotik dan toksin anti hama; enzim yang dapat meningkatkan kesediaan hara)



Gambar 1. 1. Manfaat Tanah

1. 4 Definisi Tanah

Pengertian Tanah dalam bahasa Yunani adalah *pedon*, sementara dalam bahasa Latin adalah *solum*. Pengertian Tanah adalah bagian kerak bumi yang tersusun dari mineral dan bahan organik. Tanah sangat vital peranannya bagi semua kehidupan di bumi karena tanah mendukung kehidupan tumbuhan dengan menyediakan hara dan air sekaligus sebagai penopang akar. Struktur tanah yang berongga-rongga juga menjadi tempat yang baik bagi akar untuk bernapas dan tumbuh. Tanah juga menjadi habitat hidup berbagai mikroorganisme. Bagi sebagian besar hewan darat, tanah menjadi lahan untuk hidup dan bergerak.

Pengertian tanah menurut pendapat ahli :

1. Menurut M. Wicaksoni Wirjodihardjo, tanah adalah suatu tubuh, suatu benda alam yang teratur susunannya.
2. Menurut Dokuchaev : Tanah adalah hasil kegiatan bersama-sama dan hasil saling mempengaruhi dari bahan-bahan induk, tanaman-tanaman dan hewan-hewan, iklim, umur daerah, dan topografi.
3. Menurut Sadjad Sjamsoe'oed, 1993 • Secara umum : tanah adalah bagian atas kerak Bumi yang telah mengalami pelapukan atau lebih luas dimana berbagai organism dapat hidup baik diatasnya maupun didalamnya.
4. Menurut Henry D. Foth, 1994. Tanah • Berasal dari kata soil yang diambil dari Perancis Kuno turunan bahasa latin "solum" yang berarti lantai atau dasar. Secara umum : Tanah adalah bagian permukaan yang terpisah dari Bumi dan Bulan sebagaimana dibedakan dari batuan yang padat.
5. Menurut Sitanala Arsyad, 2006 Tanah adalah suatu benda alami heterogen yang terdiri atas komponen-komponen padat, cair, gas, dan mempunyai sifat serta perilaku yang dinamis.
6. Menurut Latifah K. Darusman. Tanah merupakan campuran dari komponen padatan-padatan anorganik dan organik, udara, air, dan mikroorganisme.
7. Menurut Bambang Siswanto, 2011, Tanah didefinisikan sebagai massa yang berada di permukaan Bumi, didalamnya terdapat bahan-bahan koloid organik, bahan-bahan mineral, sisa-sisa tumbuhan-tumbuhan dan hewan yang telah mati, udara tanah dan air tanah dalam jumlah berbeda-beda dari suatu tanah ke tanah pingin ke orang lain.
8. Menurut Daniel Hillel, 1997. Tanah adalah bahan dasar bagi semua kehidupan di Bumi. Campuran penyusun tanah yang kompleks dan subur berperan memberi kehidupan, merupakan bidang dengan kajian yang sangat menarik. Tanah berperan sebagai media tumbuh tanaman dan kegiatan mikrobiologi saja, tetapi juga sebagai penampung dan pabrik daur ulang bagi berbagai sisa-sisa produk yang dapat meracuni lingkungan.

Ilmu yang mempelajari berbagai aspek mengenai tanah dikenal sebagai

ilmu tanah. Dari segi klimatologi, tanah memegang peranan penting sebagai penyimpan air dan menekan erosi, meskipun tanah sendiri juga dapat tererosi. Komposisi tanah berbeda-beda pada satu lokasi dengan lokasi yang lain. Air dan udara merupakan bagian dari tanah.

1. 5 Komponen Tanah

Tubuh tanah (solum) tidak lain adalah batuan yang melapuk dan mengalami proses pembentukan lanjutan. Usia tanah yang ditemukan saat ini tidak ada yang lebih tua daripada periode Tersier dan kebanyakan terbentuk dari masa Pleistosen. Tubuh tanah terbentuk dari campuran bahan organik dan mineral. Tanah non-organik atau tanah mineral terbentuk dari batuan sehingga ia mengandung mineral. Sebaliknya, tanah organik (organosol/humosol) terbentuk dari pemadatan terhadap bahan organik yang terdegradasi.

Tanah sebagai sistem beragam dalam hal komposisi maupun sifatnya. Tanah sebagai sistem tersusun oleh tiga komponen yaitu:

1. Komponen padat

Fase padat merupakan campuran mineral dan bahan organik yang membentuk jaringan atau struktur tanah dalam struktur ini terdapat pori yang ditempati bersama oleh fase cairan dan gas. Komponen padat menjadi dua hal utama yaitu:

a. Materi mineral (anorganik)

Komponen anorganik tanah terdiri atas fragmen batuan dan mineral dalam berbagai ukuran dan komposisi. Berdasarkan ukuran digolongkan menjadi 3 kelompok utama yaitu : 1) fraksi Pasiran, Fraksi Lanau Atau Debu (sangat Halus, Debu Atau Silt), fraksi liat (*clay*). Tanah non-organik didominasi oleh mineral. Mineral ini membentuk partikel pembentuk tanah. Tekstur tanah demikian ditentukan oleh komposisi tiga partikel pembentuk tanah: pasir, lanau (debu), dan lempung. Tanah pasir didominasi oleh pasir, tanah lempungan didominasi oleh lempung. Tanah dengan komposisi pasir, lanau, dan lempung yang seimbang dikenal sebagai geluh (*loam*).

- b. Materi organik ada organisme dapat dikelompokkan ke dalamnya

Fraksi organik yang telah terurai dapat dibagi menjadi : karbohidrat, asam amino dan protein, lipid, asam nukleat, lignin dan humus. Tanah organik berwarna hitam dan merupakan pembentuk utama lahan gambut dan kelak dapat menjadi batu bara. Tanah organik cenderung memiliki keasaman tinggi karena mengandung beberapa asam organik (substansi humik) hasil dekomposisi berbagai bahan organik. Kelompok tanah ini biasanya miskin mineral, pasokan mineral berasal dari aliran air atau hasil dekomposisi jaringan makhluk hidup. Tanah organik dapat ditanami karena memiliki sifat fisik gembur (sarang) sehingga mampu menyimpan cukup air namun karena memiliki keasaman tinggi sebagian besar tanaman pangan akan memberikan hasil terbatas dan di bawah capaian optimum.

2. Komponen cair

Komponen cairan tanah atau yang sering disebut larutan tanah yang dalam kondisi jenuh di alam disebut air tanah merupakan larutan dengan komposisi dan reaktivitas tergantung dari beberapa faktor antara lain:

- a. Jenis mineral tanah di mana air tanah berada
- b. Sifat air yang memasuki lingkungan tanah di mana pada akhirnya air tersebut berada
- c. Sistem atau kondisi biologis
- d. Faktor lingkungan seperti cuaca, tekanan udara, dan aktifitas manusia. air tanah mengisi ruang pori tanah bila jenuh atau menempel pada partikel tanah bila tanah tersebut lembab (moist).

1. 6 Klasifikasi Tanah

Berdasarkan klasifikasinya tanah dapat dibagi menurut kelasnya, sebagai berikut :

1. Tanah Kelas 1 (Warna Hijau)

Tanah kelas 1 dapat dipergunakan untuk segala jenis penggunaan pertanian tanpa memerlukan tindakan pengawetan tanah yang khusus. Jenis tanah ini datar, dalam bertekstur halus atau sedang, mudah diolah dan respons terhadap pemupukan. Tidak mempunyai faktor penghambat atau ancaman kerusakan dan oleh karenanya dapat dijadikan lahan tanaman semusim dengan aman.

2. Tanah Kelas 2 (Warna Kuning)

Tanah kelas 2 dapat dipergunakan untuk segala jenis penggunaan pertanian dengan sedikit faktor penghambat. Jenis tanah ini agak berlereng landai, kedalamannya dalam dan bertekstur halus sampai agak halus. Dalam hal ini diperlukan sedikit usaha konservasi tanah.

3. Tanah Kelas 3 (Warna Merah)

Tanah kelas 3 dapat dipergunakan untuk segala jenis penggunaan pertanian dengan hambatan lebih besar dari jenis tanah kelas 2, sehingga memerlukan tindakan pengawasan khusus dalam pengelolaannya. Jenis tanah ini terdapat pada tempat yang agak miring atau drainase buruk, memiliki kedalaman sedang, atau permeabilitasnya agak cepat. Jenis tanah ini masih memerlukan suatu tindakan pengawetan tanah khusus, seperti pembuatan teras, penanaman dalam strip, pergiliran tanaman penutup tanah dengan waktu untuk tanaman tersebut lebih lama.

4. Tanah Kelas 4 (Warna Biru)

Tanah kelas 4 dapat dipergunakan untuk segala jenis penggunaan pertanian dengan hambatan dan ancaman kerusakan yang lebih besar dari jenis tanah kelas 3, sehingga memerlukan tindakan khusus dan pengawetan tanah yang lebih berat dan lebih terbatas. Penggunaannya terbatas untuk tanaman semusim. Tanah ini terletak pada lereng yang miring 15%-30% atau berdrainase buruk atau kedalaman dangkal. Jika

digunakan untuk menanam tanaman semusim diperlukan pembuatan teras dan pergiliran tanaman lebih kurang 3-5 tahun.

5. Tanah Kelas 5 (Warna Hijau Tua)

Tanah kelas 5 ini tidak sesuai untuk digarap bagi tanaman semusim, tetapi akan lebih sesuai untuk tanaman makanan ternak secara permanen atau dihutankan. Jenis tanah ini terdapat pada daerah yang datar atau agak cekung tergenang air atau terlalu banyak batu di atas permukaannya ataupun terdapat liat masam (*cat clay*) di dekat atau pada daerah perakaran.

6. Tanah Kelas 6 (Warna Oranye)

Tanah kelas 6 tidak sesuai untuk digarap bagi usaha tani tanaman yang semusim, disebabkan karena terletak pada lereng yang agak curam (30%-45%) sehingga mudah tererosi, atau kedalamannya agak dangkal atau telah mengalami erosi berat. Tanah jenis ini lebih tepat dijadikan padang rumput atau dihutankan. Jika digarap untuk tanaman semusim diperlukan pengawetan tanah yang agak berat.

7. Tanah Kelas 7 (Warna Coklat)

Tanah kelas 7 sama sekali tidak sesuai untuk digarap menjadi usaha tani tanaman semusim. Dianjurkan untuk menanam vegetasi permanen atau tanaman yang keras. Jenis tanah ini terdapat pada daerah yang berlereng yang curam (45%-65%) dan tanahnya dangkal atau telah mengalami erosi berat. Jika dijadikan hutan atau padang rumput harus hati-hati karena sangat peka erosi.

8. Tanah Kelas 8 (Warna Putih)

Tanah kelas 8 tidak sesuai untuk usaha produksi pertanian dan harus dibiarkan pada keadaan alami atau hutan lindung. Tanah ini lebih cocok untuk cagar alam atau hutan lindung. Jenis tanah ini terdapat pada tempat yang memiliki kecuraman lebih 90%. Permukaan tanah ini ditutupi oleh batuan lepas atau batuan ungkapan atau tanah yang berstruktur kasar.

1. 7 Jenis-Jenis Tanah

1. Tanah Aluvial

- Tanah aluvial merupakan jenis tanah yang terjadi karena endapan lumpur biasanya yang terbawa karena aliran sungai. Tanah ini biasanya ditemukan dibagian hilir karena dibawa dari hulu. Tanah ini biasanya bewarna coklat hingga kelabu.
- Karakteristik : Tanah ini sangat cocok untuk pertanian baik pertanian padi maupun palawija seperti jagung, tembakau dan jenis tanaman lainnya karena teksturnya yang lembut dan mudah digarap sehingga tidak perlu membutuhkan kerja yang keras untuk mencangkulnya.
- Persebaran : Tanah ini banyak tersebar di Indonesia dari sumatera, Kalimantan, Sulawesi, papua dan jawa.

2. Tanah Andosol

- Tanah andosol merupakan salah satu jenis tanah vulkanik dimana terbentuk karena adanya proses vulkanisme pada gunung berapi. Tanah ini sangat subur dan baik untuk tanaman.
- Karakteristik: Warna dari tanah andosol coklat keabu-an. Tanah ini sangat kaya dengan mineral, unsure hara, air dan mineral sehingga sangat baik untuk tanaman. Tanah ini sangat cocok untuk segala jenis tanaman yang ada di dunia. persebaran tanah andosol biasanya terdapat di daerah yang dekat dengan gunung berapi.
- Persebaran : Di Indonesia sendiri yang merupakan daerah cincin api banyak terdapat tanah andosol seperti di daerah jawa, bali, sumatera dan nusa tenggara.

3. Tanah Entisol

- Tanah entisol merupakan saudara dari tanah andosol namun biasaya merupakan pelapukan dari material yang dikeluarkan oleh letusan gunung berapi seperti debu, pasir, lahar, dan lapili.
- Karakteristik : Tanah ini juga sangat subur dan merupakan tipe tanah yang masih muda. Tanah ini biasanya ditemukan tidak jauh dari area gunung berapi bisa berupa permukaan tanah tipis yang belum memiliki lapisan tanah dan berupa gundukan pasir seperti yang ada di pantai parangteritis Jogjakarta.

- Persebaran : Persebaran tanah entisol ini biasanya terdapat disekitar gunung berapi seperti di pantai parangteritis Jogjakarta, dan daerah jawa lainnya yang memiliki gunung berapi.

4. Tanah Grumusol

- Tanah grumusol terbentuk dari pelapukan batuan kapur dan tuffa vulkanik. Kandungan organik di dalamnya rendah karena dari batuan kapur jadi dapat disimpulkan tanah ini tidak subur dan tidak cocok untuk ditanami tanaman.
- Karakteristik : Tekstur tanahnya kering dan mudah pecah terutama saat musim kemarau dan memiliki warna hitam. Ph yang dimiliki netral hingga alkalis. Tanah ini biasanya berada di permukaan yang tidak lebih dari 300 meter dari permukaan laut dan memiliki bentuk topografi datar hingga bergelombang. Perubahan suhu pada daerah yang terdapat tanah grumusol sangat nyata ketika panas dan hujan.
- Persebaran : Persebarannya di Indonesia seperti di Jawa Tengah (Demak, Jepara, Pati, Rembang), Jawa Timur (Ngawi, Madiun) dan Nusa Tenggara Timur. Karena teksturnya yang kering maka akan bagus jika ditanami vegetasi kuat seperti kayu jati.

5. Tanah Humus

- Tanah humus merupakan tanah yang terbentuk dari pelapukan tumbuh-tumbuhan. Mengandung banyak unsur hara dan mineral dan sangat subur.
- Karakteristik : Tanah Humus sangat baik untuk melakukan cocok tanam karena kandungannya yang sangat subur dan baik untuk tanaman. Tanah ini memiliki unsur hara dan mineral yang banyak karena pelapukkan tumbuhan hingga warnanya agak kehitaman.
- Persebaran : Tanah ini terdapat di daerah yang ada banyak hutan. Persebarannya di Indonesia meliputi daerah Sumatera, Kalimantan, Jawa, Papua dan sebagian wilayah dari Sulawesi.

6. Tanah Latosol

- Tanah Latosol Jenis tanah ini juga salah satu yang terdapat di Indonesia, tanah ini terbentuk dari pelapukan batuan sedimen dan metamorf.

- Karakteristik : Ciri-ciri dari tanah latosol adalah warnanya yang merah hingga kuning, teksturnya lempung dan memiliki solum horizon. Persebaran tanah litosol ini berada di daerah yang memiliki curah hujan tinggi dan kelembapan yang tinggi pula serta pada ketinggian berkisar pada 300-1000 meter dari permukaan laut. Tanah latosol tidak terlalu subur karena mengandung zat besi dan aluminium.
- Persebaran : Persebaran tanah latosol di daerah Sulawesi, Lampung, Kalimantan timur dan barat, Bali dan Papua.

7. Tanah Organosol

- Tanah Organosol Tanah organosol terbentuk dari pelapukan benda organik seperti tumbuhan, gambut dan rawa. Biasanya terdapat di daerah yang memiliki iklim basah dan memiliki curah hujan tinggi.
- Karakteristik : Ketebalan dari tanah ini sangat minim hanya 0.5 mm saja dan memiliki diferensiasi horizon yang jelas, kandungan organik di dalam tanah organosol lebih dari 30% dengan tekstur lempung dan 20% untuk tanah yang berpasir. Kandungan unsur hara rendah dan memiliki tingkat kelembapan rendah (PH 0,4) saja.
- Persebaran : Tanah ini biasanya ditemukan di daerah pantai dan hampir tersebar di seluruh pulau di Indonesia seperti Sumatera, Papua, Kalimantan, Jawa, Sulawesi dan Nusa Tenggara.

8. Tanah Pasir

- Tanah pasir Seperti dengan namanya tanah pasir merupakan pelapukan dari batuan pasir. Tanah ini biasanya banyak di daerah sekitar pantai atau daerah kepulauan.
- Karakteristik : Tanah pasir tidak memiliki kandungan air dan mineral karena teksturnya yang sangat lemah. Tanah pasir akan sangat mudah ditemukan di daerah yang berpasir di Indonesia. Sebagai negara kepulauan, Indonesia adalah salah satu negara dengan jumlah tanah pasir terluas di dunia. Jenis tanaman yang cocok untuk tanah ini adalah umbi-umbian.
- Persebaran : Hampir seluruh wilayah di Indonesia memiliki persebaran tanah pasir.

9. Tanah Liat

- Tanah liat adalah jenis tanah yang terdiri dari campuran dari aluminium serta silikat yang memiliki diameter tidak lebih dari 4 mikrometer. Tanah liat terbentuk dari adanya proses pelapukan batuan silika yang dilakukan oleh asam karbonat dan sebagian diantaranya dihasilkan dari aktivitas panas bumi.
- Karakteristik : Tanah liat tersebar di sebagian besar wilayah Indonesia secara merata. Biasanya digunakan untuk membuat kerajinan hingga keperluan lainnya. Tanah liat biasanya memiliki warna abu abu pekat atau hampir mengarah ke warna hitam, biasanya terdapat di bagian dalam tanah ataupun di bagian permukaan.
- Persebaran : Tanah liat hampir tersebar secara merata di seluruh wilayah di Indonesia, hanya yang membedakannya adalah kedalaman tanah tersebut. Selain 18 jenis tanah ada 10 jenis tanah lainnya yang ada di Indonesia ataupun di dunia.

1. 8 Horizon Tanah

Berdasarkan posisi dan juga tingkat pelapukan tanah atau batuan, maka suatu tanah dapat dibagi menjadi beberapa horizon.

Horizon O : banyak terdapat sampah organik dari organisme seperti sisa tanaman yang membusuk. Tebal lapisan antara 0-20 cm.

Horison A : lapisan sisa organisme telah terurai dan membentuk zat organik tanah atau humus tanah. Lapisan aktif dimana terdapat aktivitas mikroorganisme dan mikroflora serta proses fisik kimia. Proses biologis dan kimia fisik seperti biodegradasi sorpsi nitrifikasi, filtrasi ataupun leaching (pelindian)

Horison B : lapisan campuran hasil pelapukan dari batuan asli (parent materials) dan zat organik hasil dekomposisi yang lebih tua dibandingkan pada horizon mempunyai permeabilitas lebih rendah

Horison C: lapisan yang terbentuk dari material induk tanah yang sedikit mengalami pelapukan. kandungan organiknya rendah dan oleh bebatuan

Horison D yang merupakan batuan dasar (*bedrock*)

1. 9 Proses Pembentukan Tanah

Tanah terbentuk melalui proses pelapukan baik terhadap batuan organik maupun batuan anorganik. Ada beberapa jenis pelapukan, diantaranya adalah pelapukan fisik (mekanis) pelapukan kimia dan pelapukan biologis.

1. Pelapukan Fisik (Mekanis)

Pelapukan fisik meliputi fragmentasi batuan (*bedrock*) menjadi butiran-butiran dan akhirnya menjadi tanah. Contoh proses ini adalah disebabkan oleh pembekuan air diwaktu dini (malam hari atau saat hujan) dan mencair nya air saat panas siang hari. Pertumbuhan akar tanaman juga menyebabkan terjadinya fragmentasi batuan di bawah tanah.

2. Pelapukan Kimia

Pelapukan kimia meliputi penghancuran secara kimiawi bahan-bahan mineral dari batuan akibat fragmentasi batuan akibat reaksi air dan udara pada batuan. Larutnya batu kapur oleh air merupakan salah satu contoh pelapukan ini, membentuk sebuah stalaktit yang menggantung pada lubang gua, atau terbentuknya dolina (cekungan) dan sungai dibawah tanah.

3. Pelapukan Biologis

Pelapukan ini berupa penghancuran yang dilakukan binatang, seperti rayap, cacing dan tikus.

BAB II

EKOSISTEM TANAH

2. 1 Latar Belakang

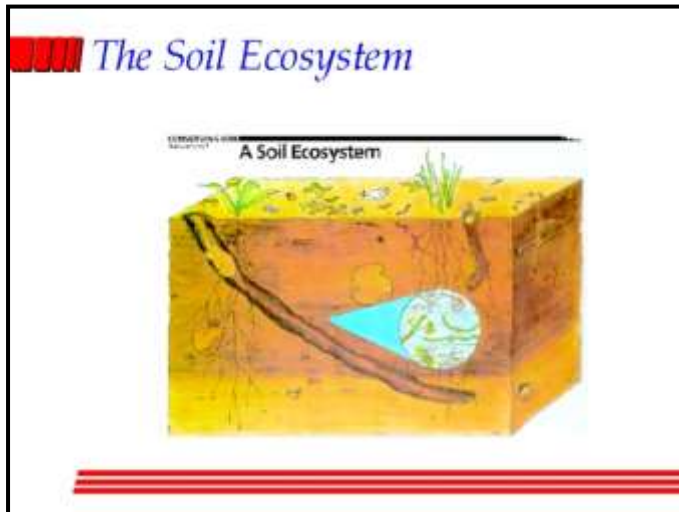
“Ecology” merupakan kajian ilmiah tentang hubungan antara organisme dengan lingkungan hidupnya. “Ecosystem” adalah semua organisme pada suatu tempat tertentu yang berinteraksi dengan lingkungan abiotiknya. Tanah merupakan “thriving ecosystem” dari tumbuhan dan binatang yang memegang peranan penting dalam tanah. Tumbuhan dan binatang tersebut mampu mengubah komposisi dan struktur ekosistem tanah dengan berbagai cara.

Akar-akar tumbuhan mendapatkan energi untuk pertumbuhannya dari gula-gula melalui proses fotosintesis yang berlangsung di dalam daun-daunnya. Akar tersebut tumbuh berkembang di dalam tanah dengan gaya yang cukup besar untuk membuat jalan menembus di antara partikel-partikel tanah. Akar tumbuhan cukup kuat untuk menembus batuan kalau ia tumbuh ke dalam suatu retakan batuan. Akar tumbuhan mampu menyerap air dan hara dari dalam tanah, kadangkala dari kedalaman tanah yang “sangat dalam” dan mengangkutnya ke permukaan tanah.

Tanah merupakan “tim” yang bagus bersama dengan binatang-binatang yang ada di dalamnya. Beberapa di antaranya seperti cacing tanah, semut, rayap, dan binatang-binatang yang membuat liang dalam tanah. Tetapi organisme lainnya seperti bakteri, fungi dan nematodes memerlukan mikroskop untuk dapat mengamatinnya.

Cacing tanah merupakan binatang yang sangat menarik untuk dikaji secara lebih mendalam. Jumlah cacing tanah ini diperkirakan dapat mencapai 200 - 1000 pounds per acre. Mereka memakan bahan organik dan partikel tanah pada saat ia membuat liang di dalam tanah. Cacing ini mencerna bahan organik dan mengeluarkan kotorannya yang kaya hara ke luar tubuhnya. Daur ulang hara seperti ini dapat membuat tanah menjadi lebih kaya hara tersedia. Selain

itu lubang-lubang cacing tanah ini juga memungkinkan udara dan air menembus tanah dengan lebih cepat.



Gambar 2. 1. Ekosistem Tanah

2. 2 Aktivitas hewan tanah

Jenis hewan tanah yang penting dalam kaitannya dengan transportasi atau transformasi zat-zat kimia dalam tanah, antara lain

1. Cacing tanah (*Lumbricus sp*)

Cacing tanah (*Lumbricus sp*) membuat rongga yang dangkal dan memakan sisa organik dan tanaman yang mati. Kotoran cacing yang dibuang membuat tanah menjadi kaya dengan zat organik. Jaringan lubang yang dibuat membuat tanah mengalami aerasi. Membuat tanah menjadi aerobik, lebih porous dan mempermudah infiltrasi air hujan. Aktivitas mempermudah mobilitas zat pencemar yang bersifat konservatif.



Gambar 2. 2. Cacing Tanah

2. Arthropoda

Umumnya Arthropoda memakan organik sisa tumbuhan dan binatang atau sebagai parasit. Mereka hidup dalam pori-pori tanah seperti kutu tanah, lipan dan kelabang. Mereka menghancurkan bahan organik menjadi bentuk zat organik tanah (*soilorganic matter/SOM*)



Gambar 2. 3. Arthropoda

3. Semut dan rayap

a. Semut

Saat ini, terdapat lebih dari 12. 000 spesies semut di seluruh dunia. Sebagai bagian utama dari habitat di seluruh dunia, serangga kecil ini memiliki peran besar. Dengan mengaerasi, mencampur tanah dan meningkatkan infiltrasi air mereka menjaga lingkungan kita tetap sehat. Mereka juga membuat terowongan bawah tanah yang luas dan memindahkan bahan organik dari atas ke bawah tanah.



Gambar 2. 4. Semut

Semut juga melakukan daur ulang dengan cara memasukkan bahan organik mati dan sekarat (baik tumbuhan dan hewan) dan nutrisi ke dalam tanah. Banyak spesies yang juga aktif membubarkan bibit berbagai jenis tanaman. Karena jumlah semut sangat banyak, banyak tumbuhan dan hewan yang hidup dengan mereka dan menggunakannya untuk membantu siklus reproduksi mereka sendiri, misalnya dalam penyebaran biji dan penyerbukan.

b. Rayap

Rayap yang dalam bahasa Inggris disebut white ants (semut putih), pada umumnya dikenal sebagai serangga yang mengakibatkan kehancuran seperti pepatah “bak kayu dimakan rayap”. Pendapat tersebut tidak sepenuhnya benar karena dalam ekosistem alam, rayap

juga merupakan serangga yang menguntungkan bagi manusia yaitu sebagai serangga pengurai (dekomposer) yang menguraikan sisa-sisa tanaman/kayu. Rayap memakan bahan yang mengandung selulosa seperti kayu dan produk turunannya seperti kertas. Selulosa merupakan senyawa organik yang keberadaannya melimpah di alam namun tidak dapat dicerna oleh manusia maupun organisme tingkat tinggi lainnya sedangkan rayap dengan mudah dapat mencerna senyawa ini karena dalam usus rayap terdapat parasit *Trichonympha* yang mengeluarkan enzim selulase yang dapat memecah selulosa menjadi D-glukosa (gula alami).



Gambar 2. 5. Rayap

Di Indonesia, yang merupakan daerah tropis memiliki hutan terluas didunia, serangga rayap berperan penting sebagai pengurai di hutan tropis tersebut, mereka bersarang dalam tanah terutama dekat pada bahan organik yang mengandung selulosa seperti kayu, serasah dan humus, spesies rayap termasuk golongan “daur ulang” sebab mereka bisa menguraikan zat-zat yang sudah mati menjadi sesuatu yang makhluk hidup perombak bahan mati yang sebenarnya sangat bermanfaat bagi kelangsungan kehidupan dalam sebuah ekosistem hutan.

Mereka merupakan konsumen primer dalam rantai makanan yang berperan dalam kelangsungan siklus hidup di hutan dan menghasilkan beberapa unsur penting seperti karbon dan nitrogen. Ketika hutan terdegradasi hutan berubah fungsi maka binatang terkecil pun seperti spesies rayap menyesuaikan diri dengan lingkungannya, dulu mereka makan serasah dan kayu pohon dan

berganti pola makan, mereka akan memakan beton, kayu bangunan hingga perabotan rumah tangga bahkan rayap menyerang lahan pertanian dengan merusak tanah pertanian.

Rayap secara alami juga membantu membentuk proses siklus air tanah di hutan dengan membuat lorong atau rongga tanah, hingga jatuhnya air hujan masuk ke tanah, karena bantuan rayaplah air hujan di hutan bereaksi secara alami dan masuk ke dalam tanah, hingga air tanah dapat disistribusikan bagi bagi tanaman hutan dan adanya simpanan air tanah.

4. Mikroorganisme dalam tanah

Tanah merupakan lingkungan hidup yang baik bagi mikroorganisme horison A, B, C. Semakin banyak kandungan organik tanah dan oksigen, maka jumlah dan jenis mikroorganisme juga semakin tinggi. Walaupun kehadiran mikroorganisme patogen menjadi masalah yang serius bagi kesehatan manusia, mikroorganisme mempunyai peranan yang sangat penting dalam metabolismenya. Mereka mampu melakukan transformasi atau mendegradasi zat pencemar sebagai sumber energi dan untuk pertumbuhannya yang disebut sebagai transformasi biotis dan biodegradasi. Beberapa kelompok mikroorganisme yang penting dalam kaitannya dengan mobilitas dan keberadaan zat pencemar, terutama zat pencemar adalah bakteri, jamur, algae dan protozoa. Susunan tubuh mikroorganisme mayoritas uniseluler seperti bakteri dan protozoa, dan multiseluler seperti jamur, (ganggang) umumnya multiseluler. Kelompok mikroorganisme dalam tanah dominan adalah bakteri dan jamur.

a. Bakteri

Bakteri melakukan transformasi zat pencemar melalui proses metabolisme yang dilakukannya, dengan ciri-ciri sebagai berikut

- Ukurannya 0,5-3 μ m
- Bentuk beraneka ragam: bulat, tongkat, spiral
- Hidup dengan kelembaban yang cukup
- Jumlah lebih kurang 1 juta/gram, berkurang sesuai kedalaman



Gambar 2. 6. Bakteri

Bakteri dibagi menjadi tiga kelompok yaitu *eubacteria*, *mycobacteria* dan *spirochetes*. Bakteri yang penting dalam degradasi zat pencemar dalam tanah antara lain *Pseudomonas*, *Nocardia*, *Mycobacterium*, *arthrobacter* dan *bacillus*. Bakteri berperan penting dalam degradasi hidrokarbon yang berasal dari minyak bumi. Kemampuan mikroorganisme dalam melakukan biodegradasi telah digunakan untuk pengolahan limbah ataupun remediasi tanah tercemar, terutama oleh limbah organik seperti hidrokarbon dan pestisida.

Tabel 2. 1. Jenis bakteri dan yeast yang dapat mengoksidasi hidro karbon alifatik

Bakteri	Yeast
Achrobacter	Candida
Acinetobacter	Cryptococcus
Actinomyces	Debaryomyces
Acromonas	Endomyces
Alkaligenes	Hansenula
Arthrobacter	Mycotorula
Bacillus	Pichia
Bencekea	Rhodotorula
Brevibacterium	Saccharomyces

Bakteri	Yeast
Corynebacterium	Selenotila
Flavobacterium	Sporidiobolus
Methylobacter	Sporobolomyces
Methylobacter	Torulopsis
Methylobacterium	Trichospora
Methylococcus	
Methylocystis	
Methylomonas	
Methylosinus	
Micromonospora	
Mycobacterium	
Nocardia	
Pseudomonas	
Spirillum	
Vibrio	

Sumber : Bitton,1984

b. Jamur

Jamur hidup dalam jumlah yang sangat besar dalam tanah dan memperbanyak diri dengan spora serta bersifat heterotrophis yaitu mikroorganisme yang memanfaatkan zat organik sebagai sumber karbon. Ciri-ciri jamur antara lain

- Berbentuk filamen (serabut), dibentuk sel-sel (hyphae)
- Termasuk golongan eukaryotes
- Mampu merombak zat lignin yang sulit didegradasi oleh bakteri
- Mengeluarkan jenis enzim peroxidase menghasilkan radikal hidrosil (merombak lignin)
- Mampu mendegradasi chlorinated pestisida seperti DDT, Eldrin dan PCB
- Mampu hidup dengan pH lebih luas (rendah pH 4-5 atau tinggi pH 10)



Gambar 2. 7. Jamur

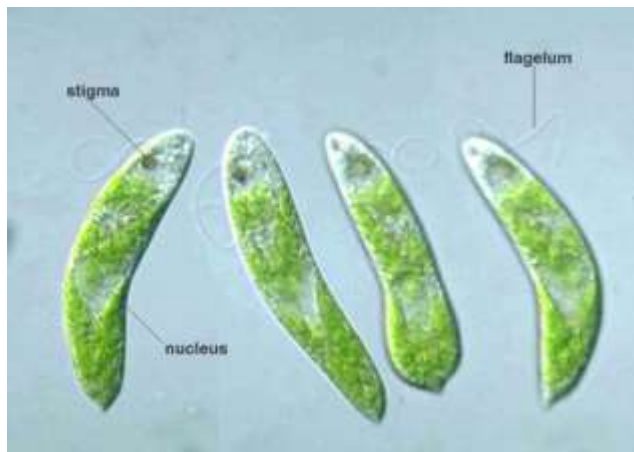
Tabel 2. 2. Jenis Jamur yang mampu mendegradasi pestisida

Jenis Jamur	Pestisida yang terdegradasi	Referensi
Trichoderma spp.	PCP (pentachlorophenol)	Lamar,1990
Trametes versikolor	PCP	Kaufman, 1977
<i>Fusarium</i>	<i>EPTC (s-ethyl dipropyl carbamothioate isofenphos)</i>	<i>Reed,1990</i>
<i>Aspergillus sp.</i>	<i>EPTC</i>	<i>Reed,1990</i>
<i>Phanerochaeta sordida</i>	<i>PCP</i>	<i>Lamar, 1990</i>
<i>Panerochaeta</i>	<i>PCP</i>	<i>Glaser,1990</i>

c. Algae

Merupakan ganggang biru hijau (cyannobacteria), sering diklasifikasikan sebagai bakteri. Cyannobacteria hidup dengan baik pada lingkungan di mana cahaya dan kelembaban mencukupi. Mereka mempunyai peran yang penting pada tanah yang

tergenang,dalam mengikat nitrogen dari udara dan melepaskan oksigen sebagai hasil asimilasi ke dalam air tanah.



Gambar 2. 8. Algae

Proses metabolisme mikroorganisme

1. Proses biologis untuk hidup, bergerak, dan memperbanyak diri
2. Energi diperoleh dari energi fisik seperti cahaya matahari dan energi kimiawi dari penguraian zat kimia (substrat)
3. Energi disimpan dalam bentuk senyawa kimia yang disebut adenonosine triphosphate (ATP)
4. Energi yang diperoleh melalui reaksi kimia disebut energi bebas "G"(free energy)
5. Mikroorganismes hidup memanfaatkan zat organik atau zat lain sebagai substrat, menjadi produk akhir yaitu CO₂ dan H₂O (proses mineralisasi).

BAB III

PENCEMARAN TANAH

3. 1 Latar belakang

Pencemaran tanah adalah keadaan di mana bahan kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami. Pencemaran ini biasanya terjadi karena: kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan; kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia, atau limbah; air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (*illegal dumping*).

Ketika suatu zat berbahaya/beracun telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya.

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 150 tahun 2000 tentang Pengendalian kerusakan tanah untuk produksi bio massa: "Tanah adalah salah satu komponen lahan berupa lapisan teratas kerak bumi yang terdiri dari bahan mineral dan bahan organik serta mempunyai sifat fisik, kimia, biologi, dan mempunyai kemampuan menunjang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya".

3. 2 Penyebab Pencemaran

Sumber pencemar tanah, karena pencemaran tanah tidak jauh beda atau bisa dikatakan mempunyai hubungan erat dengan pencemaran udara dan pencemaran air, maka sumber pencemaran udara dan sumber pencemaran air pada umumnya juga merupakan sumber pencemaran tanah. Sebagai contoh gas-gas oksida karbon, oksida nitrogen, oksida belerang yang menjadi bahan pencemar udara yang larut dalam air hujan dan turun ke tanah dapat menyebabkan terjadinya hujan asam sehingga menimbulkan terjadinya pencemaran pada tanah.

Air permukaan tanah yang mengandung bahan pencemar misalnya tercemari zat radioaktif, logam berat dalam limbah industri, sampah rumah tangga, limbah rumah sakit, sisa-sisa pupuk dan pestisida dari daerah pertanian, limbah deterjen, akhirnya juga dapat menyebabkan terjadinya pencemaran pada tanah daerah tempat air permukaan ataupun tanah daerah yang dilalui air permukaan tanah yang tercemar tersebut. Penyebab Pencemaran adalah sebagai berikut:

3. 2. 1 Limbah Domestik

Limbah domestik dapat berasal dari daerah: pemukiman penduduk; perdagangan/pasar/tempat usaha hotel dan lain-lain; kelembagaan misalnya kantor-kantor pemerintahan dan swasta; dan wisata, dapat berupa limbah padat dan cair. Limbah domestik dapat berasal dari daerah: pemukiman penduduk; perdagangan-an/pasar/tempat usaha hotel dan lain-lain; kelembagaan misalnya kantor-kantor pemerintahan dan swasta; dan wisata, dapat berupa limbah padat dan cair.

Limbah padat berupa senyawa anorganik yang tidak dapat dimusnahkan atau diuraikan oleh mikroorganisme seperti plastik, serat, keramik, kaleng-kaleng dan bekas bahan bangunan, menyebabkan tanah menjadi kurang subur. Bahan pencemar itu akan tetap utuh hingga 300 tahun yang akan datang. sampah anorganik tidak ter-biodegradasi, yang menyebabkan lapisan tanah tidak dapat ditembus oleh akar tanaman dan tidak tembus air sehingga peresapan air dan mineral yang dapat menyuburkan tanah hilang dan jumlah mikroorganisme di dalam tanahpun akan berkurang akibatnya tanaman sulit

tumbuh bahkan mati karena tidak memperoleh makanan untuk berkembang. Limbah cair berupa; tinja, deterjen, oli, cat, jika meresap kedalam tanah akan merusak kandungan air tanah bahkan dapat membunuh mikro-organisme di dalam tanah

1. Limbah padat berupa sampah anorganik. Jenis sampah ini tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (nonbiodegradable), misalnya kantong plastik, bekas kaleng minuman, bekas botol plastic air mineral.
2. Limbah cair berupa; tinja, deterjen, oli, cat, jika meresap kedalam tanah akan merusak kandungan air tanah bahkan dapat membunuh mikro-organisme di dalam tanah.

3. 2. 2 Limbah Industri

Limbah domestik dapat berasal dari daerah: pemukiman penduduk; perdagangan/pasar/tempat usaha hotel dan lain-lain; kelembagaan misalnya kantor-kantor pemerintahan dan swasta; dan wisata, dapat berupa limbah padat dan cair.

1. Limbah industri berupa limbah padat yang merupakan hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubur yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, pulp, kertas, rayon, plywood, pengawetan buah, ikan daging dll.
2. Limbah cair yang merupakan hasil pengolahan dalam suatu proses produksi, misalnya sisa-sisa pengolahan industri pelapisan logam dan industri kimia lainnya. Tembaga, timbal, perak, khrom, arsen dan boron adalah zat-zat yang dihasilkan dari proses industri pelapisan logam.

3. 2. 3 Limbah Pertanian

Limbah pertanian berupa sisa-sisa pupuk sintetik untuk menyuburkan tanah/tanaman, misalnya pupuk urea Pestisida pemberantas hama tanaman, misalnya DDT. Kegiatan pertanian yang menggunakan pestisida berlebihan. Penggunaan pestisida bukan saja mematikan hama tanaman tetapi juga mikroorganisme yang berguna dalam tanah. Padahal kesuburan tanah tergantung pada jumlah organisme di dalamnya. Selain itu penggunaan

pestisida yang terus menerus akan mengakibatkan hama tanaman kebal terhadap pestisida tersebut.

Menurut Altieri (2000), pupuk anorganik secara temporer telah meningkatkan hasil pertanian, tetapi keuntungan hasil panen akhirnya berkurang banyak dengan adanya penggunaan pupuk ini karena adanya sesuatu yang timbul akibat adanya degradasi (pencemaran) lingkungan pada lahan pertanian. Alasan utama kenapa pupuk anorganik menimbulkan pencemaran pada tanah adalah karena dalam prakteknya banyak kandungan yang terbuang. Penggunaan pupuk buatan (anorganik) yang terus-menerus, berkonsentrasi tinggi dan dengan dosis yang tinggi dalam kurun waktu yang panjang akan mempercepat habisnya zat-zat organik, merusak keseimbangan zat-zat makanan di dalam tanah, sehingga menimbulkan berbagai penyakit tanaman.

Limbah pertanian dapat berupa sisa-sisa pupuk sintetis untuk menyuburkan tanah atau tanaman, misalnya pupuk urea dan pestisida untuk pemberantas hama tanaman. Penggunaan pupuk yang terus menerus dalam pertanian akan merusak struktur tanah, yang menyebabkan kesuburan tanah berkurang dan tidak dapat ditanami jenis tanaman tertentu karena hara tanah semakin berkurang. Dan penggunaan pestisida bukan saja mematikan hama tanaman tetapi juga mikroorganisme yang berguna di dalam tanah. Padahal kesuburan tanah tergantung pada jumlah organisme di dalamnya. Selain itu penggunaan pestisida yang terus menerus akan mengakibatkan hama tanaman kebal terhadap pestisida tersebut. Di lingkungan, manusia dapat menghirup udara yang tercemar, minum air yang tercemar, makan makanan yang terkontaminasi dan dapat pula memasukkan Limbah melalui kulit. Pada umumnya titik pemajanan B3 kedalam tubuh manusia melalui pernafasan, oral (mulut) dan kulit

3. 2. 4 Pembukaan lahan

Penggunaan lahan yang tidak semestinya, Sebagai contoh, lahan di daerah hulu dengan lereng curam yang hanya sesuai untuk hutan, apabila mengalami alih fungsi menjadi lahan pertanian tanaman semusim akan rentan terhadap bencana erosi dan atau tanah longsor. Perubahan penggunaan lahan miring dari

vegetasi permanen (hutan) menjadi lahan pertanian intensif menyebabkan tanah menjadi lebih mudah terdegradasi oleh erosi tanah.

Banyak masyarakat kita yang menggunakan areal hutan tropis sebagai lahan baru mereka yang digunakan sebagai lahan pertanian ladang berpindah. Kegiatan pertanian ini tentu saja akan merusak vegetasi hutan tropis yang menjadi andalan negara kita sebagai negara yang dijuluki sebagai paru-paru dunia. Kini julukan tersebut musnah karena sudah menipisnya area hutan tropis yang disebut sebagai paru-paru dunia. Para petani ladang berpindah ini tidak memperbaharui kembali lahan yang sudah mereka gunakan untuk kegiatan bercocok tanam karena lahan tersebut sudah tidak subur dan penuh dengan ilalang. Mereka lebih memilih untuk mencari tempat lain yang lebih subur dan cocok untuk kegiatan pertanian. Secara otomatis area hutan tropis pun kembali dibabat dan dijadikan sebagai lahan pertanian baru bagi mereka.

Banyaknya penggundulan hutan adalah salah satu contoh nyata adanya praktik kegiatan pertanian ladang berpindah yang dikerjakan oleh manusia. Pada tanah yang permukaannya telah gundul, yang diakibatkan oleh penebangan liar yang terus-menerus akan menyebabkan lapisan-lapisan tanah permukaan lebih cepat mengalami erosi atau dengan kata lain kemungkinan terjadinya erosi akan lebih tinggi. Padahal pada dasarnya hutan melindungi tanah secara baik.

3. 2. 5 Kegiatan TPA

Sebaiknya sampah di bedakan jenisnya tidak semua sampah di letakkan pada TPA karena sampah bisa di bedakan menjadi dua yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik bisa di uraikan menjadi kompos tidak semestinya di buang ke TPA. Sementara sampah anorganik, seperti sampah dari RT bisa di daur ulang. Selain itu, sampah medis dapat dibakar dulu di incinerator sebelum dibuang ke TPA.

3. 2. 6 Kegiatan industri

Limbah Industri berasal dari sisa-sisa produksi industri. Limbah cair yang merupakan hasil pengolahan dalam suatu proses produksi, misalnya sisa-sisa pengolahan industri pelapisan logam dan industri kimia lainnya. Tembaga,

timbal, perak, khrom, arsen dan boron adalah zat-zat yang dihasilkan dari proses industri pelapisan logam seperti Hg, Zn, Pb, Cd dapat mencemari tanah. Merupakan zat yang sangat beracun terhadap mikroorganisme. Jika meresap ke dalam tanah akan mengakibatkan kematian bagi mikroorganisme yang memiliki fungsi sangat penting terhadap kesuburan tanah. Pembuangan zat padat polutan ke tanah seperti plastic, zat-zat kimia, sabun, sampah hasil industri lainnya ke tanah akan mencemari tanah dan menimbulkan kerusakan tanah. Pembuangan gas SO₂, bereaksi dengan nitrogen, menyebabkan hujan asam yang berdampak pada tanah dan hasil pertanian merosot. Pembuangan cair, limbah cair yang mengandung logam berat beracun seperti Hg, Cd, Pb. Pencemaran ini biasanya terjadi karena: kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial, penggunaan pestisida, masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan, zat kimia, atau limbah. air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat.

Jika suatu zat berbahaya telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya.

3. 2. 7 Kegiatan pertambangan

Kegiatan pertambangan yang mengakibatkan kerusakan tanah:

1. Dari kegiatan pertambangan itu sendiri.
Sebagai contoh pertambangan besi, dimana tanah bekas galian pertambangan yang digali terus menerus akan menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang subur dan berpengaruh terhadap komposisi tanah.
2. Pembuangan limbah hasil kegiatan pertambangan sembarangan.
Limbah hasil kegiatan pertambangan yang di buang sembarangan atau tidak semestinya yang secara tidak langsung mencemari tanah akan mengakibatkan kerusakan tanah.

3. Mengakibatkan lahan sangat kritis yang merubah bentuk topografi pada tanah akibat dari aktivitas pertambangan pada proses pembukaan lahan tambang.
4. Menghasilkan limbah tailing, sebagai limbah sisa pengolahan batuan-batuan yang mengandung mineral yang di manfaatkan pada kegiatan pertambangan.
5. Kegiatan pasca tambang yaitu proses akhir dari aktivitas pertambangan yang membuat kerusakan lahan bekas tambang.

3. 4 Dampak - Dampak yang Ditimbulkan Akibat Pencemaran Tanah

Timbulan sampah yang berasal dari limbah domestik dapat mengganggu/mencemari karena: lindi (air sampah), bau dan estika. Timbulan sampah juga menutupi permukaan tanah sehingga tanah tidak bisa dimanfaatkan. Selain itu, timbunan sampah dapat menghasilkan gas nitrogen dan asam sulfida, adanya zat mercury, chrom dan arsen pada timbunan sampah dapat menimbulkan gangguan terhadap bio tanah, tumbuhan, merusak struktur permukaan dan tekstur tanah. Limbah lain seperti oksida logam, baik yang terlarut maupun tidak pada permukaan tanah menjadi racun.

Sampah anorganik tidak *ter-biodegradasi*, yang menyebabkan lapisan tanah tidak dapat ditembus oleh akar tanaman dan tidak tembus air sehingga peresapan air dan mineral yang dapat menyuburkan tanah hilang dan jumlah mikroorganisme di dalam tanah pun akan berkurang akibatnya tanaman sulit tumbuh bahkan mati karena tidak memperoleh makanan untuk berkembang. Limbah cair rumah tangga berupa; tinja, deterjen, oli bekas, cat, jika meresap kedalam tanah akan merusak kandungan air tanah bahkan zat-zat kimia yang terkandung di dalamnya dapat membunuh mikro-organisme di dalam tanah. Limbah padat hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubur yang berasal dari proses pengolahan. Penimbunan limbah padat mengakibatkan pembusukan yang menimbulkan bau di sekitarnya karena adanya reaksi kimia yang menghasilkan gas tertentu. Dengan tertimbunnya limbah ini dalam jangka waktu lama, permukaan tanah menjadi rusak dan air yang meresap ke dalam tanah terkontaminasi dengan bakteri tertentu yang mengakibatkan turunnya

kualitas air tanah pada musim kemarau. Selain itu timbunan akan mengering dan mengundang bahaya kebakaran.

Limbah cair sisa hasil industri pelapisan logam yang mengandung zat-zat seperti tembaga, timbal, perak, krom, arsen dan boron merupakan zat yang sangat beracun terhadap mikroorganisme. Jika meresap ke dalam tanah akan mengakibatkan kematian bagi mikroorganisme yang memiliki fungsi sangat penting terhadap kesuburan tanah.

Penggunaan pupuk yang terus menerus dalam pertanian akan merusak struktur tanah, yang menyebabkan kesuburan tanah berkurang dan tidak dapat ditanami jenis tanaman tertentu karena hara tanah semakin berkurang.

Penggunaan pestisida bukan saja mematikan hama tanaman tetapi juga mikroorganisme yang berguna di dalam tanah. Padahal kesuburan tanah tergantung pada jumlah organisme di dalamnya. Selain itu penggunaan pestisida yang terus menerus akan mengakibatkan hama tanaman kebal terhadap pestisida tersebut

Berbagai dampak ditimbulkan akibat pencemaran tanah, diantaranya:

3. 4. 1 Dampak pada Kesehatan

Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung pada tipe polutan, jalur masuk ke dalam tubuh dan kerentanan populasi yang terkena. Kromium, berbagai macam pestisida dan herbisida merupakan bahan karsinogenik untuk semua populasi. Timbal sangat berbahaya pada anak-anak, karena dapat menyebabkan kerusakan otak, serta kerusakan ginjal pada seluruh populasi.

Paparan kronis (terus-menerus) terhadap benzena pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan kemungkinan terkena leukemia. Merkuri (air raksa) dan siklodiena dikenal dapat menyebabkan kerusakan ginjal, beberapa bahkan tidak dapat diobati. PCB dan siklodiena terkait pada keracunan hati. Organofosfat dan karmabat dapat menyebabkan gangguan pada saraf otot. Berbagai pelarut yang mengandung klorin merangsang perubahan pada hati dan ginjal serta penurunan sistem saraf pusat. Terdapat beberapa macam dampak kesehatan yang tampak seperti sakit kepala, pusing, letih, iritasi mata

dan ruam kulit untuk paparan bahan kimia yang disebut di atas. Yang jelas, pada dosis yang besar, pencemaran tanah dapat menyebabkan Kematian.

3. 4. 2 Dampak pada Ekosistem

Pencemaran tanah juga dapat memberikan dampak terhadap ekosistem. Perubahan kimiawi tanah yang radikal dapat timbul dari adanya bahan kimia beracun/berbahaya bahkan pada dosis yang rendah sekalipun. Perubahan ini dapat menyebabkan perubahan metabolisme dari mikroorganisme endemik dan antropoda yang hidup di lingkungan tanah tersebut. Akibatnya bahkan dapat memusnahkan beberapa spesies primer dari rantai makanan, yang dapat memberi akibat yang besar terhadap predator atau tingkatan lain dari rantai makanan tersebut. Bahkan jika efek kimia pada bentuk kehidupan terbawah tersebut rendah, bagian bawah piramida makanan dapat menelan bahan kimia asing yang lama-kelamaan akan terkonsentrasi pada makhluk-makhluk penghuni piramida atas. Banyak dari efek-efek ini terlihat pada saat ini, seperti konsentrasi DDT pada burung menyebabkan rapuhnya cangkang telur, meningkatnya tingkat Kematian anakan dan kemungkinan hilangnya spesies tersebut.

3. 4. 3 Dampak terhadap tanaman pertanian

Dampak pada pertanian terutama perubahan metabolisme tanaman yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan hasil pertanian. Hal ini dapat menyebabkan dampak lanjutan pada konservasi tanaman di mana tanaman tidak mampu menahan lapisan tanah dari erosi. Beberapa bahan pencemar ini memiliki waktu paruh yang panjang dan pada kasus lain bahan-bahan kimia derivatif akan terbentuk dari bahan pencemar tanah utama. Perubahan kimiawi tanah yang radikal dapat timbul dari adanya bahan kimia beracun/berbahaya bahkan pada dosis yang rendah sekalipun. Perubahan ini dapat menyebabkan perubahan metabolisme dari mikroorganisme endemik dan antropoda yang hidup di lingkungan tanah tersebut. Akibatnya bahkan dapat memusnahkan beberapa spesies primer dari rantai makanan, yang dapat memberi akibat yang besar terhadap predator atau tingkatan lain dari rantai makanan tersebut. Bahkan jika efek kimia pada bentuk kehidupan terbawah tersebut rendah,

bagian bawah piramida makanan dapat menelan bahan kimia asing yang lama-kelamaan akan terkonsentrasi pada makhluk-makhluk penghuni piramida atas. Banyak dari efek-efek ini terlihat pada saat ini, seperti konsentrasi DDT pada burung menyebabkan rapuhnya cangkang telur, meningkatnya tingkat kematian anakan dan kemungkinan hilangnya spesies tersebut.

BAB IV

TANAH DAN KESEHATAN

4. 1 Latar Belakang

Aktivitas manusia sehari-hari tidak lepas dari salah satunya tanah. Selain dasar kita berpijak, tanah juga dimanfaatkan manusia untuk bercocok tanam, sebagai habitat hewan tanah, sumber mata air, dan lain sebagainya. Jika aktivitas makhluk hidup membutuhkan tanah, dan tanah tersebut terpolusi maka dampak apa yang dapat ditimbulkan?

Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung pada tipe polutan, jalur masuk ke dalam tubuh dan kerentanan populasi yang terkena. Kromium, berbagai macam pestisida dan herbisida merupakan bahan karsinogenik untuk semua populasi. Timbal sangat berbahaya pada anak-anak, karena dapat menyebabkan kerusakan otak, serta kerusakan ginjal pada seluruh populasi. Kuri (air raksa) dan siklodiena dikenal dapat menyebabkan kerusakan ginjal, beberapa bahkan tidak dapat diobati. PCB dan siklodiena terkait pada keracunan hati. Organofosfat dan karmabat dapat dapat menyebabkan gangguan pada saraf otot. Berbagai pelarut yang mengandung klorin merangsang perubahan pada hati dan ginjal serta penurunan sistem saraf pusat. Terdapat beberapa macam dampak kesehatan yang tampak seperti sakit kepala, pusing, letih, iritasi mata dan ruam kulit untuk paparan bahan kimia yang disebut di atas. Yang jelas, pada dosis yang besar, pencemaran tanah dapat menyebabkan kematian.

Polusi tanah ini cepat atau lambat berdampak pada manusia, mulai dari kontaminasi air tanah, kontak langsung dengan tanah yang terkontaminasi, serta udara atau bau yang menguap dari bahan kimia pencemar dan terhirup manusia. Parah tidaknya dampak polusi tanah tergantung pada jenis bahan kimia yang mencemari, intensitas, dan kondisi kesehatan penduduk sekitar.

Dalam kadar paparan yang sangat tinggi, polusi tanah bahkan dapat menyebabkan kematian. Keracunan bahan kimia dari polutan tanah seperti timbal dapat menumpuk dalam tubuh hingga hitungan bulan dan tahun. Padahal timbunan bahan ini dalam kadar sedikit pun dalam tubuh dapat mendatangkan gangguan kesehatan serius.



Gambar 4. 1. Contoh Tanah Tercemar

Tanah secara langsung dapat mempengaruhi kesehatan dalam bentuk penyakit bawaan tanah (*soil-borne*). Sebagian besar organisme hidup adalah mikroba yang banyak ditemukan di tanah. Beberapa mikroba di dalam tanah bersifat patogen bagi manusia, termasuk protozoa, jamur, bakteri, dan juga virus, beberapa mikroorganisme tersebut beberapa memerlukan inang/ host untuk kelangsungan hidupnya (Sellinus, 2005). Soil-borne disease telah memberikan dampak buruk pada manusia mulai dari penderitaan, kecacatan, kebutaan, hingga kematian di seluruh dunia. Misal, berdasarkan Vaccine-Preventable Disease Monitoring System 2012, tahun 2011 pada kawasan SEARO, Indonesia menempati urutan kedua terbesar dengan 114 kasus Tetanus Neonatorum yang menyerang bayi baru lahir yang disebabkan spora *Clostridium tetani*.

Selain itu penyakit diare yang diakibatkan oleh mikroba yang masuk ke dalam tanah melalui limbah tinja masih menjadi perhatian serius di negara-negara berkembang terutama Indonesia. Laporan Risesdas tahun 2007 menunjukkan bahwa penyakit Diare merupakan penyebab kematian nomor satu pada bayi (31,4%) dan pada balita (25,2%), sedangkan pada golongan semua umur merupakan penyebab kematian yang ke empat (13,2%) (Kemenkes, 2012). Soil-borne disease juga dipengaruhi oleh zat-zat yang terkandung dalam tanah baik yang berasal dari tanah itu sendiri maupun berasal dari luar tanah sebagai akibat pengotoran ataupun pencemaran. Tanah dapat menjadi vektor dan sumber dari agen penyakit pada manusia yang penting. Hal ini diketahui karena tanah adalah penerima limbah padat yang dapat mengandung patogen dalam konsentrasi tinggi (Slamet, 1996 & Santamaria, dkk, 2003). Banyaknya permasalahan kesehatan yang muncul diakibatkan adanya penyakit bawaan tanah, perlu upaya dalam penanggulangan penyakit bawaan tanah.

4. 2 Penyebab Terjadinya Kontaminasi Tanah

4. 2. 1 Kontaminasi tanah oleh polutan organik dan anorganik

Seiring dengan pesatnya pertumbuhan industrialisasi berdampak pada buangan limbah industri yang tidak terkendali. Limbah ini dibuang ke tanah baik secara langsung maupun setelah pengolahan. Limbah-limbah yang dibuang dari hasil kegiatan industri, kegiatan perkotaan, kegiatan domestik, maupun kegiatan pertambangan sering mengandung polutan bahan anorganik (logam berat, nitrat, sianida, fosfat, dll) maupun polutan bahan organik (pestisida, herbisida, fungisida) dalam konsentrasi tinggi. Jika bahan-bahan polutan tersebut tidak terkandung dalam tanah, bahan-bahan polutan ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui rantai makanan, aerosol, debu, air irigasi, air tanah, dan air minum. Tanah yang menerima limbah akan menjadi reservoir bahan kimia yang akhirnya dapat berpengaruh terhadap kesehatan manusia (Ganeshamurthy, dkk, 2008).

4. 2. 2 Kontaminasi tanah oleh mikroorganisme patogen

Tanah adalah reservoir patogen manusia dan parasit. Tanah yang menjadi penerima dari semua jenis limbah, dapat mengandung mikroorganisme seperti cacing, bakteri, virus, dan jamur patogen dalam konsentrasi tinggi. Manusia dapat kontak dengan tanah secara permanen baik secara langsung atau tidak langsung melalui makanan, air, dan udara. Oleh karena itu tanah bertindak sebagai vektor utama dan berfungsi sebagai sumber utama agen penyebab penyakit pada manusia (Ganeshamurthy, dkk, 2008). Berdasarkan asal agen etiologi penyakit pada manusia yang berhubungan dengan tanah dapat diklasifikasikan menjadi empat kategori (Weissman, dkk, (1976) yaitu: (1). Penyakit bawaan tanah yang disebabkan oleh patogen oportunistik atau muncul dari mikroorganisme biota tanah (misalnya *Aspergillus fumigatus*, jamur yang umum terdapat di tanah yang dapat menginfeksi paru-paru melalui inhalasi spora); (2). Penyakit bawaan tanah yang menyebabkan keracunan akibat konsumsi makanan yang terkontaminasi dengan entero atau neurotoksin (misalnya *Clostridium botulinum*, *C. perfringens*, dan *Bacillus cereus*); (3). Penyakit bawaan tanah yang disebabkan oleh endemik patogen ke tanah (misalnya *Clostridium tatani*, *C. perfringens* dan *Bacillus anthracis*); (4). Penyakit bawaan tanah yang disebabkan oleh masuknya patogen ke dalam tanah melalui ekskreta (buangan) dari hewan dan manusia termasuk bakteri, virus, protozoa, dan cacing.

4. 2. 3 Tanah Sebagai Penyebar Penyakit

Penyebaran agen penyebab penyakit melalui tanah terjadi akibat banjir, tiupan angin kencang atau pengangkutan tanah dari daerah endemik ke daerah lainnya (Van Ness, dkk, 1956 & Seddon, 1965). Di New South Wales kejadian penyakit yang termasuk “soilborne diseases” sering ditemukan di daerah-daerah yang setiap tahunnya terjadi banjir, sedangkan di Victoria penyebaran agen penyebab penyakit ini terjadi melalui aliran irigasi (Seddon, 1965). Di daerah delta Mississippi dan delta lembah California kejadian penyakit ini ada hubungannya dengan keadaan tanahnya. Lapisan tanahnya dibentuk dari debu tanah yang terbawa karena tiupan angin. Tanah ini disebut tanah “alluvial” (Van Ness, dkk, 1956). Di daerah-daerah tropis penyebaran agen penyebab “soil-borne diseases” dapat terjadi pada musim penghujan karena terjadinya banjir

atau pada musim kemarau karena tiupan angin kencang, sehingga debu berikut agen penyebab penyakit diterbangkan dari daerah endemik ke daerah lainnya (Seddon, 1965 & Seifert, 1976).

Di daerah tertular yang tanahnya bersifat asam jarang ditemukan spora agen penyebab “soil-borne diseases” (Van Ness, dkk, 1956). Hal ini dikarenakan spora hanya bertahan di tanah yang bersifat alkali atau netral. Pengangkutan tanah kapur (alkali) dari daerah endemik untuk keperluan pertanian akan menyebarkan agen “soil-borne diseases” ke daerah lainnya (Van Ness, dkk, 1956 & Boxtton, A, 1977).

4. 2. 4 Klasifikasi Patogen Dalam Tanah

Banyak patogen memiliki siklus hidup yang kompleks yang melibatkan host/inang dalam kehidupan dan reproduksinya, vektor biologi (serangga, hewan), dan vektor fisik (angin, air), serta reservoir untuk tetap hidup dalam kondisi lingkungan yang merugikan. Tanah mampu menyediakan hal tersebut untuk berbagai macam mikroorganisme. Berikut pembagian jenis tanah sebagai patogen tular tanah:

1. Permanen: organisme patogen yang hidup dalam tanah secara permanen dan mampu menyelesaikan seluruh siklus hidupnya dalam tanah. Misalnya bakteri *Clostridium botulinum*, *C. tetani*, *Listeria monocytogenes*, dan *Burkholderia pseudomallei*. Juga termasuk adalah organisme dimorfik jika salah satu bentuk morfologinya adalah mampu hidup dan bereproduksi secara lengkap dalam tanah. Contoh dari patogen tanah dimorfik adalah jamur *Coccidioides* dan *Histoplasma capsulatum*.
2. Periodik: organisme patogen yang membutuhkan lingkungan tanah untuk menyelesaikan bagian dari siklus hidupnya berulang terus-menerus. Contohnya adalah spora dari *Bacillus anthracis*, dan telur yang diletakkan dalam tanah oleh kutu vektor yang mengandung bakteri *Rickettsia rickettsii*. Contoh lain adalah telur cacing *Ancylostoma duodenale*, dan *Necator americanus*.
3. Sementara: organisme patogen yang secara alami muncul di tanah, namun tidak memerlukan lingkungan tanah untuk melengkapi siklus hidupnya. contohnya adalah kista dari parasit protozoa *G. lamblia*, virus

dari genus Hantavirus yang masuk dalam lingkungan tanah melalui urin dan feses rodent vektor. Juga termasuk *Leptospira*, serta spora bakteri *Coxiella burnetii*.

4. Incidental: organisme patogen yang terdapat dalam lingkungan tanah melalui kegiatan antropogenik seperti dalam limbah buangan, air limbah, sistem pembuangan, material buangan sampah beracun, maupun tumpahan bahan biologi yang beracun. Contoh dari virus adalah enterovirus poliovirus, enterovirus Coxsackie A and -B, dan enterovirus hepatitis A. Lamanya kelangsungan hidup dan virulensinya bergantung pada faktor fisik dan kimia tanah serta buangannya. Hal ini dapat berlangsung mulai jam-jaman hingga tahunan (Sellinus, 2005).

4. 2. 5 Penyakit Tular Tanah Beserta Agen Pembawanya

Patogen yang mempunyai peran menyebabkan penyakit yang ditularkan melalui tanah di bagi menjadi dua kelompok yaitu Euedaphic Pathogenic Organisms (EPOs) dan Soil Transmitted Pathogens (STP). Euedaphic Pathogenic Organisms adalah organisme tanah yang merupakan patogen potensial di mana organisme patogen tersebut habitatnya adalah di dalam tanah, sedangkan Soil Transmitted Pathogens merupakan organisme yang dalam hidupnya sementara dapat bertahan di tanah untuk waktu yang lama kemudian organisme tersebut harus membutuhkan host/ inang untuk menyelesaikan siklus hidupnya. Berikut pembagian organisme dari masing-masing kelompok beserta penyakit yang ditimbulkan (Jeffery, dkk, 2011).

Tabel 4. 1. Penyakit yang ditularkan melalui tanah beserta agen penyebabnya

No.	Agent	Euedaphic Pathogenic Organisms	Soil Transmitted Pathogens
1	Virus		Hantavirus Poliovirus
2	Bakteri	Actinomycetoma: (e. g. <i>Actinomyces israelii</i>)	Lyme disease : <i>Borrelia</i> sp
		Anthrax: (<i>Bacillus anthracis</i>)	<i>Eschericia coli</i>
		Campylobacteriosis : (e. g. <i>Campylobacter jejuni</i>)	Shigellosis : e. g. <i>Shigella dysenteriae</i>

No.	Agent	Euedaphic Pathogenic Organisms	Soil Transmitted Pathogens
		Botulism: (<i>Clostridium botulinum</i>)	Salmonellosis : e. g. <i>Salmonella enteric</i>
		Leptospirosis: (e. g. <i>Leptospira interrogans</i>)	Pseudomonas aeruginosa
		Listeriosis: <i>Listeria monocytogenes</i>	Q Fever : <i>Coxiella burnetii</i>
		Gas Gangrene: <i>Clostridium perferingens</i>	
		Yersiniosis: <i>Yersinia enterocolitica</i>	
		Tularemia: <i>Francisella tularensis</i>	
		Tetanus: <i>Clostridium tetani</i>	
3	Protozoa		Amoebiasis : <i>Entamoeba histolytica</i>
			Balantidiasis : <i>Balantidium coli</i>
			Isosporiasis : <i>Isospora belli</i>
			Toxoplasmosis : <i>Toxoplasma gondii</i>
			Cryptosporidiosis : e. g. <i>Cryptosporidium parvum</i>
			Cyclosporiasis : <i>Cyclospora cayetanensis</i>
			Giardiasis : <i>Giardia lambila</i>
4	Jamur	Aspergillosis: <i>Aspergillus</i> sp	
		Blastomycosis: e. g. <i>Blastomyces dermatitidis</i>	
		Coccidioidomycosis: e. g. <i>Coccidioides immitis</i>	
		Histoplasmosis: <i>Histoplasma capsulatum</i>	
		Sporotrichosis: e. g. <i>Sporothrix schenckii</i>	
		Mucormycosis: e. g. <i>Rhizopus</i> sp.	
		Mycetoma: e. g. <i>Nocardia</i> sp.	
5	Cacing	Strongyloidiasis: e. g. <i>Strongyloides stercoralis</i>	Ascariasis : <i>Ascaris lumbricoides</i>
			Hookworm : e. g. <i>Ancylostoma duodenale</i>
			Echinococcosis : e. g. <i>Echinococcus multicularis</i>
			Trichuriasis (Whipworm) : <i>Trichuris trichiura</i>
			Strongyloidiasis : e. g.

No.	Agent	Euedaphic Pathogenic Organisms	Soil Transmitted Pathogens
			<i>Strongyloides stercoralis</i>
			Trichinellosis : <i>Trichinella spiralis</i>
			Enterobiasis (Pinworm)

4. 2. 6 Penyakit yang Disebabkan oleh Polusi Tanah oleh logam berat

Kenali beberapa jenis penyakit yang dapat diakibatkan dari polusi tanah:

1. Paparan benzene dalam konsentrasi tinggi sering dihubungkan dengan meningkatnya risiko leukemia.
2. Paparan merkuri dan cyclodienes berisiko memicu kerusakan ginjal.
3. Larutan klorin memicu depresi pada sistem saraf sentral serta gangguan pada ginjal dan hati.
4. PCBs dan cyclodiene berhubungan dengan keracunan hati.
5. Paparan pestisida dan herbisida dapat menyebabkan gangguan congenital dan bersifat karsinogenik (menyebabkan kanker).
6. Paparan nitrat dan amonia kadar tinggi dari kotoran ternak dapat menyebabkan gangguan kesehatan kronis.

1. Kanker

Makanan yang sering kita konsumsi lebih banyak berasal dari tanaman. Tanaman biasanya tumbuh pada tanah. Tanah yang telah tercemar atau terpolusi akan mengakibatkan tanaman yang kita konsumsipun dapat beracun, meskipun tidak pada saat itu. Tanaman banyak diberikan pupuk dan peptisida agar subur. Dimana pupuk dan peptisida mengandung benzena, kromium, dan yang lainnya yang memiliki sifat karsinogen. Zat-zat karsinogen ini bekerja dengan mengubah DNA dalam sel-sel tubuh yang dapat menyebabkan kanker.

Ketika sudah terkena gejala-gejala kanker tersebut, sel-sel kanker akan berkembang dengan cepat, tidak terkendali, dan akan terus membelah diri, selanjutnya menyusup ke jaringan sekitarnya (invasive)

dan terus menyebar melalui jaringan ikat, darah, dan menyerang organ-organ penting serta syaraf tulang belakang. Sel kanker akan membelah terus meskipun tubuh tidak memerlukannya, sehingga akan terjadi penumpukan sel baru yang disebut tumor ganas. Penumpukan sel tersebut mendesak dan merusak jaringan normal, sehingga mengganggu organ yang ditempatinya.

Kanker darah atau dikenal juga dengan leukemia merupakan salah satu kanker yang sangat berbahaya. Kanker yang terjadi pada darah atau sumsum tulang akibat perbanyakan sel-sel pembentuk darah di sumsum tulang dan jaringan limfoid. Sering kali proses perbanyakan sel tersebut terjadi di leukosit, yaitu sel darah putih. Sel-sel normal di dalam sumsum tulang digantikan oleh sel tak normal atau abnormal. Sel abnormal ini keluar dari sumsum dan dapat ditemukan di dalam darah perifer atau darah tepi. Sel leukemia memengaruhi hematopoiesis atau proses pembentukan sel darah normal dan imunitas tubuh penderita.

Berbagai jenis kanker darah merupakan pengembangan yang abnormal atas sel-sel dan sumsum tulang dan aliran darah. Gejala gangguan pada penyakit kanker darah

- a. Anemia. Penderita akan menampakkan cepat lelah, pucat dan bernapas cepat (sel darah merah dibawah normal menyebabkan oxygen dalam tubuh kurang, akibatnya penderita bernapas cepat sebagai kompensasi pemenuhan kekurangan oksigen dalam tubuh).
- b. Perdarahan. Ketika Platelet (sel pembeku darah) tidak terproduksi dengan wajar karena didominasi oleh sel darah putih, maka penderita akan mengalami perdarahan di jaringan kulit (banyaknya jentik merah lebar/kecil di jaringan kulit)
- c. Terserang Infeksi. Sel darah putih berperan sebagai pelindung daya tahan tubuh, terutama melawan penyakit infeksi. Pada Penderita Leukemia, sel darah putih yang terbentuk adalah tidak normal (abnormal) sehingga tidak berfungsi semestinya. Akibatnya tubuh si penderita rentan terkena infeksi virus/bakteri, bahkan dengan sendirinya akan menampakkan keluhan adanya demam, keluar cairan putih dari hidung (meler) dan batuk.

- d. Nyeri Tulang dan Persendian. Hal ini disebabkan sebagai akibat dari sumsum tulang (*bone marrow*) mendesak padat oleh sel darah putih.
- e. Nyeri Perut. Nyeri perut juga merupakan salah satu indikasi gejala leukemia, dimana sel leukemia dapat terkumpul pada organ ginjal, hati dan empedu yang menyebabkan pembesaran pada organ-organ tubuh ini dan timbulah nyeri. Nyeri perut ini dapat berdampak hilangnya nafsu makan penderita leukemia.

2. Ginjal dan Penyakit Liver

Penyakit ginjal dan liver banyak hal yang menyebabkannya, termasuk hal yang kita konsumsi. Tanaman yang kita konsumsi banyak yang kita dapat berasal dari tanah. Jika tanah sudah terpolusi atau tercemar dengan zat merkuri dan cyclodiene maka dapat mengakibatkan ginjal dan penyakit liver.

3. Disentri dan Kolera

Di atas artikel ini sudah menyebutkan manfaat tanah salah satunya sumber mata air. Bagaimana tanah yang terpolusi merembes sampai ke air tanah?. Secara otomatis air tersebut juga jadi tercemar. Jika air yang tercemar tadi kita konsumsi maka kita dapat mengalami disentri dan kolera.

a. Penyakit Perut

Tanaman yang kita konsumsi berasal atau ditanam di tanah yang sudah tercemar atau terpolusi dengan zat-zat kimia maka akan terdapat penyakit yang ditimbulkan. Jika tanaman tersebut tidak kita cuci dengan benar dan baik maka akan menimbulkan sakit perut berupa infeksi lambung akut dan amoebiasis.

b. Penyakit Kulit

Tanah yang sudah terpolusi terkontak langsung pada tubuh kita maka akan menyebabkan penyakit kulit. Bukan itu saja, tanah yang terpolusi merembes sampai ke air tanah kemudian air tanah tersebut kita gunakan untuk mandi maka juga dapat menyebabkan penyakit kulit.

4. 2. 7 Gangguan kesehatan kelompok rentan

Akibat kontak dengan Limbah Cair/padat atau terpapar oleh pencemar melalui berbagai cara maka dampak kesehatan yang timbul bervariasi dari ringan, sedang, sampai berat bahkan sampai menimbulkan kematian, tergantung dari dosis dan waktu pajanan. Jenis penyakit yang ditimbulkan, pada umumnya merupakan penyakit non infeksi antara lain : Keracunan, kerusakan organ, kanker, hipertensi, asma bronchioli, pengaruh pada janin yang dapat mengakibatkan lahir cacat (cacat bawaan), kemunduran mental, gangguan pertumbuhan baik fisik maupun psikis, gangguan kecerdasan dll.

Masyarakat atau kelompok yang paling rentan terkena gangguan kesehatan adalah

- a. daerah pertanian dan lingkungannya haruslah mendapatkan perhatian yang serius karena limbah industri yang mencemari lahan pertanian tersebut mengandung sejumlah unsur-unsur kimia berbahaya yang bisa mencemari badan air dan merusak tanah dan tanaman serta berakibat lebih jauh terhadap kesehatan makhluk hidup yang bisa menimbulkan kematian.
- b. orang yang terpapar pestisida, berisiko dua kali lipat meningkatkan gejala-gejala pre-kanker darah. Studi itu melibatkan 678 pria, berusia 30 hingga 94 tahun di California Utara dan Iowa yang memakai pestisida. Mereka dibandingkan dengan 9 ribu orang dari masyarakat umum di Olmsted County, Minnesota.

4. 2. 8 Pencegahan dampak Kesehatan akibat pencemaran tanah

Untuk pencegahan polusi tanah perlu kita melakukan langkah-langkah berikut:

Langkah pencegahan

Pada umumnya pencegahan ini pada prinsipnya adalah berusaha untuk tidak menyebabkan terjadinya pencemaran, misalnya mencegah/mengurangi terjadinya bahan pencemar, antara lain:

- a. Sampah organik yang dapat membusuk/diuraikan oleh mikroorganisme antara lain dapat dilakukan dengan mengukur sampah-sampah dalam

tanah secara tertutup dan terbuka, kemudian dapat diolah sebagai kompos/pupuk. Untuk mengurangi terciumnya bau busuk dari gas-gas yang timbul pada proses pembusukan, maka penguburan sampah dilakukan secara berlapis-lapis dengan tanah.

- b. Sampah senyawa organik atau senyawa anorganik yang tidak dapat dimusnahkan oleh mikroorganisme dapat dilakukan dengan cara membakar sampah-sampah yang dapat terbakar seperti plastik dan serat baik secara individual maupun dikumpulkan pada suatu tempat yang jauh dari pemukiman, sehingga tidak mencemari udara daerah pemukiman. Sampah yang tidak dapat dibakar dapat digiling/dipotong-potong menjadi partikel-partikel kecil, kemudian dikubur.
- c. Pengolahan terhadap limbah industri yang mengandung logam berat yang akan mencemari tanah, sebelum dibuang ke sungai atau ke tempat pembuangan agar dilakukan proses pemurnian.
- d. Sampah zat radioaktif sebelum dibuang, disimpan dahulu pada sumur sumur atau tangki dalam jangka waktu yang cukup lama sampai tidak berbahaya, baru dibuang ke tempat yang jauh dari pemukiman, misal pulau karang, yang tidak berpenghuni atau ke dasar lautan yang sangat dalam.
- e. Penggunaan pupuk, pestisida tidak digunakan secara sembarangan namun sesuai dengan aturan dan tidak sampai berlebihan.
- f. Usahakan membuang dan memakai detergen berupa senyawa organik yang dapat dimusnahkan/diuraikan oleh mikroorganisme.
- g. Sampah-sampah organik yang tidak dapat dimusnahkan (berada dalam jumlah cukup banyak) dan mengganggu kesejahteraan hidup serta mencemari tanah, agar diolah atau dilakukan daur ulang menjadi barang-barang lain yang bermanfaat, misal dijadikan mainan anak-anak, dijadikan bahan bangunan, plastik dan serat dijadikan kesed atau kertas karton didaur ulang menjadi tissu, kaca-kaca di daur ulang menjadi vas kembang, plastik di daur ulang menjadi ember dan masih banyak lagi cara-cara pendaur ulang sampah.
- h. Bekas bahan bangunan (seperti keramik, batu-batu, pasir, kerikil, batu bata, berangkal) yang dapat menyebabkan tanah menjadi tidak/kurang subur, dikubur dalam sumur secara berlapis-lapis yang dapat berfungsi

sebagai resapan dan penyaringan air, sehingga tidak menyebabkan banjir, melainkan tetap berada di tempat sekitar rumah dan tersaring. Resapan air tersebut bahkan bisa masuk ke dalam sumur dan dapat digunakan kembali sebagai air bersih.

- i. Hujan asam yang menyebabkan pH tanah menjadi tidak sesuai lagi untuk tanaman, maka tanah perlu ditambah dengan kapur agar pH asam berkurang.
- j. Dengan melakukan tindakan pencegahan dan penanggulangan terhadap terjadinya pencemaran lingkungan hidup (pencemaran udara, pencemaran air dan pencemaran tanah) berarti kita melakukan pengawasan, pengendalian, pemulihan, pelestarian dan pengembangan terhadap pemanfaatan lingkungan) udara, air dan tanah) yang telah disediakan dan diatur oleh Allah sang pencipta, dengan demikian berarti kita mensyukuri anugerah-Nya
- k. Remediasi adalah kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar. Ada dua jenis remediasi tanah, yaitu *in-situ* (atau *on-site*) dan *ex-situ* (atau *off-site*). Pembersihan *on-site* adalah pembersihan di lokasi. Pembersihan ini lebih murah dan lebih mudah, terdiri dari pembersihan, *venting* (injeksi), dan bioremediasi. Pembersihan *off-site* meliputi penggalian tanah yang tercemar dan kemudian dibawa ke daerah yang aman. Setelah itu di daerah aman, tanah tersebut dibersihkan dari zat pencemar. Caranya yaitu, tanah tersebut disimpan di bak/tanki yang kedap, kemudian zat pembersih dipompakan ke bak/tangki tersebut. Selanjutnya zat pencemar dipompakan keluar dari bak yang kemudian diolah dengan instalasi pengolahan air limbah. Pembersihan *off-site* ini jauh lebih mahal dan rumit.
- l. Bioremediasi dengan cara proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme (jamur, bakteri). Bioremediasi bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun (karbon dioksida dan air). Menurut Dr. Anton Muhibuddin, salah satu mikroorganisme yang berfungsi sebagai bioremediasi adalah jamur vesikular arbuskular mikoriza (vam). Jamur vam dapat berperan langsung maupun tidak langsung dalam remediasi tanah. Berperan langsung, karena kemampuannya menyerap unsur logam dari dalam tanah dan berperan

tidak langsung karena menstimulir pertumbuhan mikroorganisme bioremediasi lain seperti bakteri tertentu, jamur dan sebagainya.

4. 2. 9 Pengobatan gangguan kesehatan

Untuk mencegah timbulnya penyakit kanker darah

- a. Jagalah kesehatan tubuh dan kebersihan lingkungan /amalkan pola hidup sehat
- b. Makan makanan dan minuman yang bebas dari fertilisida misalnya kopi luwak. Pestisida yang terdapat pada biji kopi telah 'dibersihkan' secara alami di dalam perut luwak. Sehingga, kopi yang terbawa bersamaan dengan feses luwak telah bebas dari kandungan pestisida yang berbahaya.
- c. Memperbanyak mengkonsumsi buah-buahan dan sayuran, terutama yang mengandung vitamin C, zat antioksidan dan fitokimia seperti jeruk, wortel, tomat, labu, pepaya, mangga, brokoli, lobak, kangkung, kacang-kacangan dan biji-bijian.
- d. Memperbanyak aktivitas fisik dengan berolah raga
- e. Mengkonsumsi makanan yang mengandung banyak serat, serat akan menyerap zat-zat yang bersifat karsinogen dan lemak, yang kemudian membawanya keluar melalui feses.
- f. Mengkonsumsi produk kedelai serta produk olahannya seperti tahu atau tempe. Kedelai mengandung flavonoid yang berguna untuk mencegah kanker dan genestein yang berfungsi sebagai estrogen nabati (fitoestrogen). Estrogen nabati ini akan menempel pada reseptor estrogen sel-sel epitel saluran kelenjar susu, sehingga akan menghalangi estrogen asli untuk menempel pada saluran susu yang akan merangsang tumbuhnya sel kanker.

BAB V

REMEDIASI TANAH

5. 1 Pembersihan lahan

Dengan semakin meningkatnya pencemaran tanah, yang umumnya berakibat pada pencemaran air tanah, maka upaya kualitas lahan yang tercemar (soil remediasi) perlu dilakukan. Teknik remediasi hanya dilaksanakan setelah penanganan kontaminan pada sumbernya cukup memadai untuk mengurangi terlepasnya kontaminan ke dalam lingkungan. Pelaksanaan remediasi tanah yang tercemar dapat dilakukan baik *in situ* maupun *ex situ*. Teknik insitu umumnya dilakukan bila lokasi yang terkontaminasi berada jauh di dalam tanah atau secara teknis sulit untuk diambil, misalnya pencemaran tanah dan pencemaran terjadi dalam skala yang luas.

Remediasi merupakan kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar. Remediasi merupakan salah satu cara untuk memperbaiki tanah yang sudah terjadi pencemaran, diantaranya Berubahnya bentangan alam, Berubahnya kondisi tanah, Berubahnya kondisi lingkungan bekas pertambangan, Pencemaran, Erosi dan Sedimentasi.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan remediasi

- Jenis pencemar,
- Jumlah pencemar,
- Perbandingan C/N dan P,
- Jenis tanah
- Kondisi tanah (basah/kering),
- Telah berapa lama zat pencemar terendapkan
- Kondisi pencemaran (sangat penting untuk dibersihkan).

National environmental Protection Measure Assessment of site contamination Australia (Mc clure, 2002) mengusulkan urutan atau hirarki dalam pengelolaan dan pembersihan lahan yang tercemar sebagai berikut:

1. Bila memungkinkan pengolahan dilokasi (*on site treatment*) dapat dilakukan sehingga risiko bahaya akibat pencemaran dapat dikurangi sampai tingkat yang dapat diterima
2. Pengolahan diluar lokasi (*off site treatment*) dari tanah yang tercemar dengan menggali, bila cara pertama tidak mungkin dilakukan
3. Pemadatan atau isolasi tanah yang tercemar dilokasi dengan membuat struktur penghalang (*barrier*) yang memadai
4. Pemindahan tanah yang terkontaminasi ke suatu tempat atau fasilitas yang memadai atau yang direncanakan untuk pembuangan atau pengolahan tanah yang tercemar dan bila perlu diikuti dengan mengganti tanah yang tercemar tersebut dengan tanah yang baik.

5. 2 Bioremediasi

Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme (jamur, bakteri). Bioremediasi adalah pemulihan lahan atau lingkungan tercemar dengan menggunakan mikroorganisme, dalam hal ini bakteri. Bioremediasi bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun. Mikroorganisme mampu menghancurkan rantai-rantai panjang yang tidak bisa larut dan menghasilkan karbon.

Penggunaan organisme hidup seperti bakteri, jamur, dan tumbuhan untuk menghancurkan atau mendegradasi susunan kimia, dinamakan bioremediasi. Proses ini memanfaatkan reaksi kimia alami dan melalui proses pembongkaran materi oleh organisme untuk memenuhi nutrisi dan menghasilkan energi. Sebagai contoh adalah bakteri, memetabolisme gula untuk menghasilkan ATP. Selain mendegradasi senyawa alami untuk memperoleh energi, banyak mikroba mengembangkan reaksi metabolik unik yang bisa digunakan untuk mendegradasi bahan kimia yang dibuat oleh manusia. Bioremediasi merupakan proses pembersihan lingkungan yang terkontaminasi oleh polusi kimia dengan

menggunakan organisme hidup untuk mendegradasi materi yang berbahaya menjadi senyawa yang berkurang kadar toksiknya. Mikroba dapat mengubah beberapa bahan kimia menjadi bahan yang tidak berbahaya melalui cara metabolisme aerob atau melalui metabolisme anaerob. Dua macam proses ini merupakan reaksi oksidasi dan reaksi reduksi.

5. 2. 1 Reaksi Bioremediasi

1. Reaksi Oksidasi dan Reduksi

Oksidasi merupakan perpindahan satu atau beberapa elektron dari suatu atom atau molekul yang dapat merubah struktur kimia dan bahan dari molekul tersebut. Dalam hal polutan kimia, oksidasi dapat membuat bahan kimia yang tidak merugikan dengan cara merubah sifat-sifat kimianya. Reaksi oksidasi hampir selalu terjadi bersama reaksi reduksi. Selama reduksi, atom atau molekul mendapatkan satu atau lebih elektron. Karena oksidasi dan reduksi saling berpasangan, reaksi transfer elektron ini sering disebut reaksi redoks.

2. Biodegradasi Aerob dan Anaerob

a. Biodegradasi aerob

Pada suatu lingkungan, seperti air permukaan dan tanah yang selalu mengandung oksigen, bakteri aerobik menurunkan tingkat polutan dengan mengoksidasi campuran kimia. Pada reaksi biodegradasi aerob, O_2 dapat mengoksidasi berbagai macam bahan kimia yang mengandung molekul organik (yang mengandung atom karbon) seperti produk petroleum. Dalam proses ini, O_2 mereduksi untuk memproduksi air. Mikroba dapat mengurangi lebih lanjut campuran organik yang teroksidasi menjadi lebih sederhana dan relatif tidak merugikan, seperti karbon dioksida dan gas metana. Bakteri menurunkan energi dari proses ini, yang kemudian digunakan untuk lebih banyak sel dan menambah biomasa. Suatu aerob juga mengoksidasi campuran inorganik (molekul yang tidak mengandung karbon) seperti logam dan amoniak.

b. Organisme yang Berperan dalam Bioremediasi

Pada banyak tempat, bioremediasi melibatkan kombinasi bakteri aerob dan anaerob untuk mengurangi kontaminasi di suatu tempat. Tepatnya, bakteri anaerob biasanya mendominasi reaksi biodegradasi yang lebih dekat pada daerah yang terkontaminasi, dimana oksigen cenderung lebih jarang digunakan daripada sulfat, nitrat, besi dan metana sebagai anaerobes penerima elektron. Lebih jauh dari daerah yang terkontaminasi dimana oksigen banyak tersedia, bakteri aerob diikutkan dalam biodegradasi.

a) Bakteri

Kemungkinan bakteri untuk mengurangi bahan kimia yang berbeda, tergantung pada berbagai kondisi. Temperatur kimia, daerah yang terkontaminasi, nutrien, dan banyak faktor lain berpengaruh pada efektivitas dan tingkat biodegradasi. Mikroba metabolisme yang efektif dan digunakan untuk bioremediasi adalah bakteri indigen yang secara alami ditemukan pada tempat yang berpolusi. Strain yang berbeda dari bakteri yang disebut *Pseudomonas*, yang sangat melimpah di sebagian besar sumber diketahui dapat mengurangi ratusan bahan kimia yang berbeda. Strain *E. coli* (yang umumnya berhabitat dalam usus manusia dan mikroba yang penting untuk berbagai teknik rekombinan DNA) juga sangat efektif dalam mengurangi berbagai polutan.

b) Jamur

Jamur pengurang sampah seperti *Phanerochaete chrysosporium* dan *Phanerochaete sordida* dapat mengurangi racun kimia seperti *creosote*, *pentachlorophenol*, dan polutan lain yang tidak dapat di degradasi oleh bakteri. Dengan demikian, penggunaan jamur (fungi) merupakan salah satu alternatif mikroorganisme pengolah (degrader). Teknologi bioremediasi dengan menggunakan jamur sebagai mikroorganisme pendegradasi disebut MIKOREMEDIASI. MIKOREMEDIASI berasal dari kata Mycoremediation (Myco – Remediation) dengan Myco berarti jamur atau fungi. Istilah ini pertama kali digunakan oleh

Paul Stamets seorang peneliti bidang jamur dari Universitas Arizona. Mengapa penggunaan jamur dalam bioremediasi dikembangkan? Jamur mempunyai mekanisme degradasi yang berbeda dengan bakteri. Bakteri menguraikan senyawa organik polutan dengan cara meng-uptake senyawa tersebut ke dalam selnya (misalnya dengan proses difusi dinding sel) dan memanfaatkan enzim intraseluler (enzim yang berada di dalam sel). Dengan mekanisme ini, difusi senyawa polutan ke dalam dinding sel dibatasi oleh ukuran molekul senyawa polutan, ukuran dinding sel, dan toksisitas dari senyawa akan mengganggu atau bahkan mematikan bakteri. Pada sistem jamur, enzim pendegrasi disekresi (dikeluarkan) oleh jamur dari miseliumnya, atau disebut enzim ekstra seluler. Dengan demikian, proses biodegradasi terjadi di luar sel jamur, atau miseliumnya. Dengan mekanisme ini dapat mengatasi permasalahan ukuran molekul senyawa polutan dan toksisitas senyawa polutan terhadap mikroorganisme pendegrasi. Jamur yang sampai saat ini banyak digunakan dalam bioremediasi adalah jamur pelapuk putih (*white rot fungi*). Studi tentang *white rot fungi* dan aplikasinya telah dilakukan banyak peneliti di dunia dan di Indonesia.

5. 2. 2 Rangsangan Bioremediasi

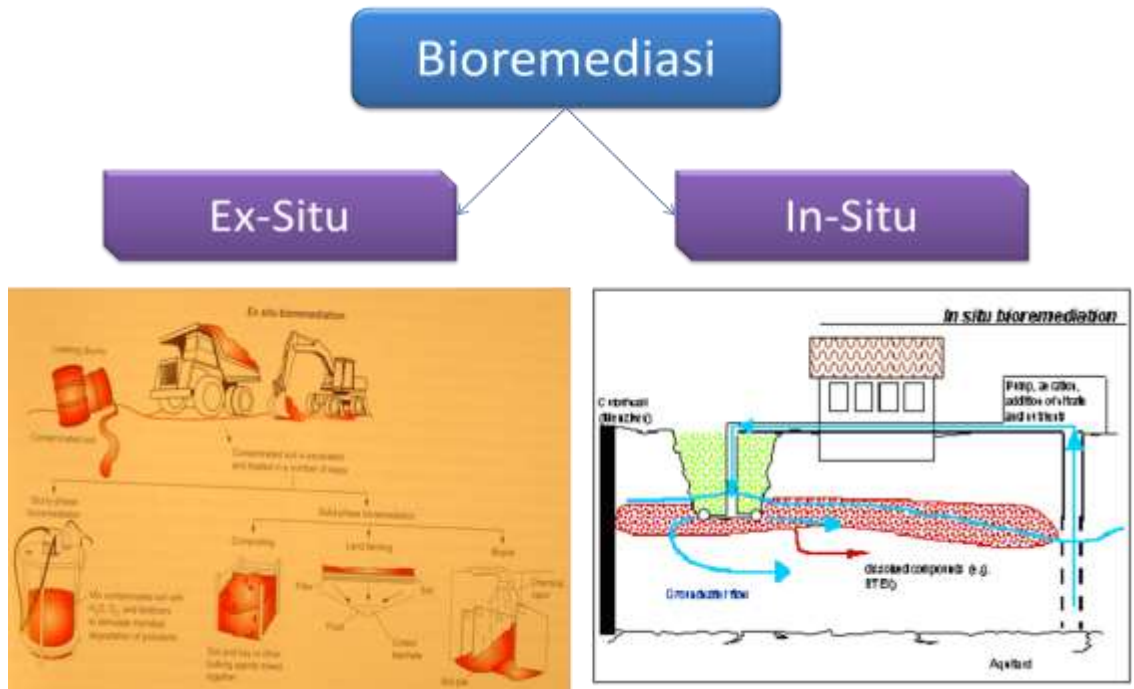
- a. **Memperkaya nutrisi (pemupukan)**, adalah bioremediasi melalui pendekatan pupuk, semacam fosfor dan nitrogen yang diberikan pada rumput, yang ditambahkan pada lingkungan yang terkontaminasi untuk menstimulasi pertumbuhan mikroba asli yang dapat mengurangi polutan. Beberapa pupuk, *wood chips*, dan *straw* mungkin ditambahkan untuk melengkapi mikroba dengan karbon sebagai pupuk. Pupuk biasanya dibawa ke tempat yang terkontaminasi dengan memompakannya pada air tanah atau mencampurnya pada tanah. Konsep dalam pemupukan sangat sederhana. Dengan menambahkan

lebih banyak nutrisi, mikroorganisme akan tumbuh dengan cepat dan menambah tingkat biodegradasi.

- b. **Bioaugmentasi (pembibitan)**, merupakan cara lain untuk menambahkan bakteri pada daerah yang terkontaminasi untuk membantu mikroba asli dengan proses biodegradasi. Bioaugmentasi tidak selalu menjadi solusi yang efektif karena strain mikroba dari laboratorium jarang tumbuh dan ilmuwan harus yakin bahwa bakteri pembibit tidak akan merusak ekologi lingkungan.

5.3 Macam-Macam Teknik Bioremediasi

1. Remediasi *in situ* (*on-site*) adalah pembersihan di lokasi. Pembersihan ini lebih murah dan lebih mudah, yang terdiri dari pembersihan, venting (injeksi), dan bioremediasi
2. Remediasi *ex-situ* (*off-situ*) meliputi penggalian tanah tersemar dan kemudian dibawa ke daerah yang aman. Setelah itu di daerah aman, tanah tersebut dibersihkan dari zat pencemar
3. Caranya yaitu tanah tersebut disimpan di bak/tanki yang kedap, kemudian zat pembersih dipompakan ke bak/tanki tersebut. Selanjutnya zat pencemar dipompakan keluar dari bak yang kemudian diolah dengan instalasi pengolahan air limbah. Pembersihan off-situ ini jauh lebih mahal dan rumit.



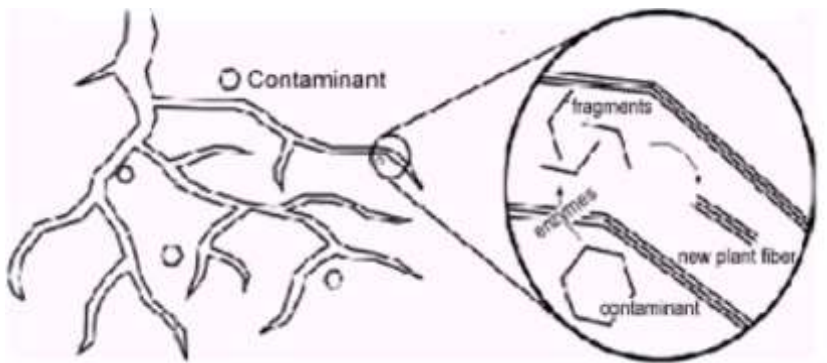
Gambar 5. 1. Model Bioremediasi

Selain dengan cara bioremediasi diatas dapat dilakukan dengan cara lain diantaranya :

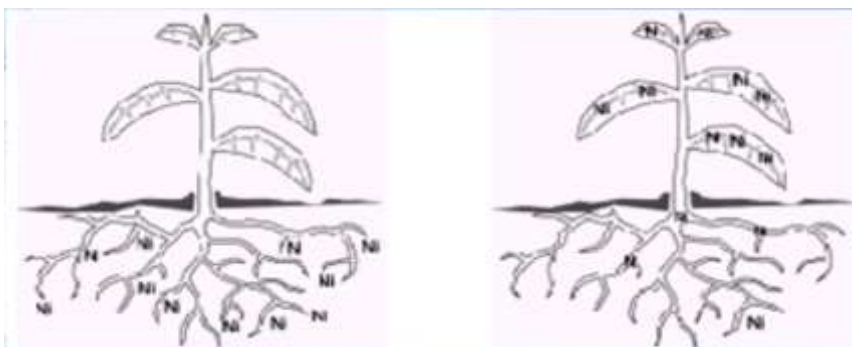
1. *solid-phase bioremediation*. Proses ini lebih memakan waktu daripada *slurry-phase* dan membutuhkan tempat yang lebih besar, namun merupakan cara yang paling baik untuk menurunkan zat kimia tertentu.
 - a. *Composting*. Dapat digunakan untuk menurunkan kotoran dalam tanah terkontaminasi dengan menambahkan timbunan, jerami, rumput dan materi-materi lain untuk mengembangkan nutrisi bagi bakteri yang dapat membersihkan zat-zat kimia dari tanah tersebut.
 - b. *Land farming*. Tanah terkontaminasi disebarakan sehingga air dapat memecahkan polutan dari tanah.
2. *Soil biopiles* digunakan secara partikular dengan menguapkan zat-zat kimia polutan dalam tanah dan mikroba-mikroba dapat menurunkan polutan tersebut.

5. 4 Fitoremediasi

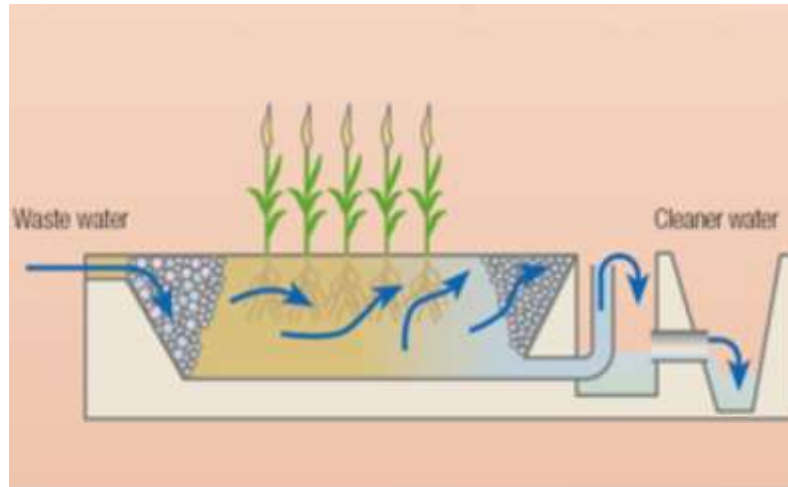
Selain melibatkan bakteri, pemanfaatan tanaman juga dapat digunakan dalam strategi bioremediasi. Strategi ini disebut *phytoremediation* dengan langkah pemanfaatan tanaman untuk membersihkan zat-zat kimia dalam air, tanah dan udara. Tanaman menyerap zat-zat kimia polutan melalui akar-akarnya seperti pada proses penyerapan air. Sebagai contoh, tanaman bunga matahari menyerap radioaktif cesium telah akar menyerap zat kimia polutan tersebut, sel-sel tanaman akan mendegradasinya. Konsentrasi zat kimia dalam sel tumbuhan yang terkontaminasi akan dibuang atau dibakar. Fitoremediasi merupakan pendekatan bioremediasi yang efektif, murah, dan mudah. Penanaman tanaman selain dapat mengurangi polusi juga dapat membersihkan lingkungan dalam waktu yang sama.



Gambar 5. 2. Destruction of Organic Contaminants by Phytodegradation



Gambar 5. 3. Uptake of Metals (Nickel) by Phytoextraction



Gambar 5. 4. Constructed wetlands or phytoremediation

5. 4. 1 Metode fitoremediasi

Ada beberapa metode fitoremediasi yang sudah digunakan secara komersial maupun masih dalam taraf riset yaitu metode berlandaskan pada kemampuan mengakumulasi kontaminan (*phytoextraction*) atau pada kemampuan menyerap dan mentranspirasi air dari dalam tanah (*creation of hydraulic barriers*). Kemampuan akar menyerap kontaminan di dalam jaringan (*phytotransformation*) juga digunakan dalam strategi fitoremediasi. Fitoremediasi juga berlandaskan pada kemampuan tumbuhan dalam menstimulasi aktivitas biodegradasi oleh mikrobia yang berasosiasi dengan akar (*phytostimulation*) dan imobilisasi kontaminan di dalam tanah oleh eksudat dari akar (*phytostabilization*) serta kemampuan tumbuhan dalam menyerap logam dari dalam tanah dalam jumlah besar dan secara ekonomis digunakan untuk meremediasi tanah yang bermasalah (*phytomining*). Secara alami tumbuhan memiliki beberapa keunggulan, yaitu: (i) Beberapa famili tumbuhan memiliki sifat toleran dan hiperakumulator terhadap logam berat, (ii) Banyak jenis tumbuhan dapat merombak polutan, (iii) Pelepasan tumbuhan yang telah dimodifikasi secara genetik ke dalam suatu lingkungan relatif lebih dapat dikontrol dibandingkan dengan mikrobia, (iv) Tumbuhan memberikan nilai estetika, (v) Dengan perakarannya yang dapat mencapai 100×10^6 km akar per ha, tumbuhan dapat menghasilkan energi yang dapat dicurahkan

selama proses detoksifikasi polutan, (vi) Asosiasi tumbuhan dengan mikroba memberikan banyak nilai tambah dalam memperbaiki kesuburan tanah .

Misalnya Bunga matahari merupakan hiperakumulator Pb dan diendapkan dalam jaringan daun dan batang. Tanaman ini merupakan tanaman hias sehingga baik digunakan untuk membersihkan lahan yang terletak di tepi jalan atau areal perkantoran pada lahan bekas tambang.



Gambar 5. 5. Berkheya Sp penyerap Nikel

Sumber:http://www.com/images/Afrique_du_Sud/jardins_botaniques_reserve

[com/images/Afrique_du_Sud/jardins_botaniques_reserve](http://www.com/images/Afrique_du_Sud/jardins_botaniques_reserve)
[Plantes_Kirstenbosch/page_01.htm](http://www.com/images/Afrique_du_Sud/jardins_botaniques_reserve)

[mythofleurs.s_naturelles/](http://www.com/images/Afrique_du_Sud/jardins_botaniques_reserve)



Gambar 5. 6. *Thlaspi caerulescens* penyerap Zink (Zn) ,Kadmium (Cd)

Sumber : https://www.researchgate.net/figure/Thlaspi-caerulescens_fig1_318659563



Gambar 5. 7. *Alyssum murale* penyerap petroleum hydrocarbon, PCBs, PAHs, TCE, TNT

Sumber : https://www.picturethisai.com/id/care/Alyssum_murale.html



Gambar 5. 8. *Nicotiana Tobacco* penyerap Mercuri (Hg)

Sumber : [https://id.m.wikipedia.](https://id.m.wikipedia.org/wiki/Berkas:Patch_of_Tobacco_%28Nicotiana_tabacum_%29_in_a_field_in_Intercourse,_Pennsylvania..jpg)

[org/wiki/Berkas:Patch_of_Tobacco_%28Nicotiana_tabacum_%29_in_a_field_in_Intercourse,_Pennsylvania..jpg](https://id.m.wikipedia.org/wiki/Berkas:Patch_of_Tobacco_%28Nicotiana_tabacum_%29_in_a_field_in_Intercourse,_Pennsylvania..jpg)



Gambar 5. 9. *Oryza sativa* penyerap bahan organik

Sumber : <http://www.botanic.jp/plants-aa/ine.htm>

5. 4. 2 Proses yang terjadi dalam Fitoremediasi:

1. *Phytoaccumulation* : tumbuhan menarik zat kontaminan sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan
2. *Rhizofiltration* : proses adsorpsi/pengendapan zat kontaminan oleh akar dimana bahan kontaminan menempel pada akar.
3. *Phytostabilization* : penempelan zat-zat contaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap kedalam batang tumbuhan.
4. *Rhizodegradation* : penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas microba
5. *Phytodegradation* : penguraian zat kontamin oleh akar sehingga mudah diserap oleh akar
6. *Phytovolatilization* : transpirasi zat contaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya.

Keuntungan dari Fitoremediasi dalam memperbaiki kualitas tanah yang tercemar adalah:

1. Biaya operasi lebih murah
2. Tanaman juga bisa dijadikan bahan bakar.
3. Pencemaran pada tanah bisa berkurang secara alamiah
4. Tanah juga akan mengalami perbaikan akibat adanya aktivitas akar.
5. Tanah menjadi lebih subur kembali.
6. Tanaman yang mampu menyerap unsur bernilai ekonomi seperti emas (Au) dan nikel (Ni) bisa digunakan untuk pertambangan.

5. 4. 3 Faktor yang mendukung kesuksesan fitoremediasi

1. Adanya ketersediaan tanaman hiperakumulator yang cocok.
2. Adanya kerja sama yang baik antarbidang ilmu lain
3. Tanaman hiperakumulator yang telah ditemukan hingga saat ini mencakup sekitar 400 spesies bukan hanya yang mampu membersihkan metal (logam), nonlogam, metaloid, tetapi juga senyawa organik

Kelebihan dan keuntungan pemanfaatan tanaman hiperakumulator yaitu mampu menyerap lebih dari 10.000 ppm Mn, Zn, Ni 2) Lebih dari 1.000 ppm untuk Cu dan Se 3) Lebih dari 100 ppm untuk Cd, Cr, Pb, dan Co.

5.4.4 Beberapa Penelitian Terkait Fitoremediasi

1. Mengkaji reduksi logam berat Pb di tanah dengan fitoremediasi Variasi jenis tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) dan jengger ayam (*Celosia pulmosa*) oleh Rhenny Ratnawati dan Risna Dwi Fatmasari

Fitoremediasi tanah tercemar logam berat Pb dilakukan selama 4 minggu dengan waktu pengambilan sampel pada hari ke0, 7, 14, 21, dan 28. Parameter yang dianalisis adalah konsentrasi logam berat Pb pada tanah dan bagianbagian tanaman, yaitu akar, batang, dan daun. Pengamatan fisik tanaman juga dilakukan untuk mendukung penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan reaktor dengan tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) mempunyai nilai efisiensi penyisihan konsentrasi Pb akhir di tanah sebesar 81,08% (112 mg/kg). Reaktor dengan tanaman jengger ayam (*Celosia pulmosa*) nilai efisiensi penyisihannya adalah 59,63% (293 mg/kg). Efisiensi penyerapan tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) lebih tinggi mencapai 70,50% (418 mg/kg) dibandingkan jengger ayam (*Celosia pulmosa*) 52,40% (311 mg/kg). Persebaran konsentrasi Pb pada tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) dan jengger ayam (*Celosia pulmosa*) mempunyai konsentrasi tertinggi pada bagian akar dan sebaliknya nilai terendah pada bagian daun tumbuhan.

2. Penelitian kemampuan tanaman Jarak Pagar dalam mengakumulasi logam besi kedalam biomassa tanaman Oleh Lelis handayani Tanaman Jarak Pagar ditanam pada tanah yang sebelumnya ditambahkan larutan besi (Fe) sebagai pencemar dengan konsentrasi 5 ppm dan variasi waktu fitoremediasi 7,14,21 hari. Hasil penelitian menunjukkan tanaman Jarak Pagar dapat mengakumulasi logam besi pada bagian akar, batang dan daun . Akumulasi Fe tertinggi pada bagian akar adalah 0,2507 mg/g pada waktu fitoremediasi hari ke 21, akumulasi Fe tertinggi pada batang adalah 0,0598 mg/g dan akumulasi tertinggi pada daun adalah 0,0770 mg/g dengan waktu fitoremediasi hari ke 7. Distribusi logam berat Fe dari bagian akar ke daun dengan faktor Translokasi (TF) <1 sehingga

tanaman Jarak Pagar termasuk ke dalam tanaman fitoremediasi dengan mekanisme penyerapan logam besi (Fe) yaitu Fitostabilisasi.

3. Penelitian Fitoremediasi tanah tercemar logam Kadmium (Cd) menggunakan tanaman hias oleh Permatasari, dkk. Tanaman hanjuang ditanam pada media tanah yang sebelumnya media tanah tersebut ditambahkan logam berat sebagai pencemar yaitu $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ dengan variasi konsentrasi 0; 50; 100; 150 mg/Kg selama 42 hari. Pengukuran konsentrasi Cd menggunakan instrumen Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry. Hasil penelitian menunjukkan tanaman hanjuang dapat mengakumulasi logam kadmium pada bagian akar. Akumulasi tertinggi ditemukan pada bagian akar tanaman pada konsentrasi 150 mg/Kg sebesar 36,2167 mg/Kg, sedangkan pada bagian batang maupun daun tanaman tidak ditemukan adanya penyerapan. Tanaman hanjuang yang terkontaminasi oleh logam kadmium memiliki nilai biokonsentrasi (BCF) < 1 sehingga termasuk ke dalam kelompok metal excluder atau akumulator rendah. Distribusi konsentrasi logam kadmium paling tinggi terdapat pada bagian akar dengan faktor transport (TF) < 1 sehingga tanaman hanjuang termasuk ke dalam tanaman fitoremediasi dengan mekanisme penyerapan logamnya yaitu fitostabilisasi.

5. 4. 4 Praktek Fitoremediasi

1. Persiapan sampel tanah
 - a. Sediakan peralatan pengambilan sampel tanah
 - b. Sediakan polybag yang diberi label sesuai kebutuhan
 - c. Ambil sampel tanah dengan menggunakan bor belgi, masukkan kedalam kantong plastik yang sudah diberi label
 - d. Timbang sampel tanah lebih kurang 5 kg dengan memperhitungkan kadar air tanah (ukur kadar air tanah), disiapkan untuk tanah perlakuan dan control (tanah yang tidak ditanami dengan tanaman).
2. Analisis Pendahuluan

Sebelum pengaplikasian dilakukan analisis kandungan kimia tanah antara lain Nitrogen total, Pospor, Kalium, C-organik, dan logam berat seperti Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dll.

3. Pra Tanam

Persiapan jenis tanaman yang akan digunakan terlebih dahulu . Inkubasi media yaitu dengan mempersiapkan sampel tanah yang tercemar oleh bahan kimia termasuk logam seperti Pb dengan berat yang sudah memperhitungkan kadar air tanah. Media yang sudah terukur ditutup rapat-rapat selama 3 hari yang bertujuan agar tidak terjadi reaksi oksidasi sehingga kondisi kimia didalam media tidak berubah.

4. Aplikasi

Tanaman dipindahkan dari media pembibitan ke media percobaan. Percobaan terdiri dari beberapa variasi tergantung kebutuhan dalam percobaan.

5. Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman yang dilakukan setiap hari sekali. Penyiangan dilakukan setiap satu minggu sekali dengan mencabut gulma yang tumbuh di polibag

6. Alat dan bahan:

- a. Sampel tanah terganggu
- b. Ember/polybag
- c. Sendok semen
- d. Neraca analitik
- e. Gelas ukur
- f. Pisau
- g. Kaca arloji
- h. Mistar
- i. Alat dan bahan pemeriksaan fisik, kimia, dan mikrobiologi tanah yang telah diuraikan diatas.
- j. Spektrofotometer
- k. Spektrofotometer Serapan Atom
- l. Larutan standar

7. Cara kerja:

- a. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan
- b. Siapkan tumbuhan yang akan dijadikan untuk proses Fitoremediasi

- c. Siapkan tanah yang sudah dibiarkan 2-3 hari, ukur kadar air tanah
- d. Timbang tanah 5 kg (catatan sudah diperhitungkan dengan kadar air tanah)
- e. Lakukan pengukuran fisik, kimia dan mikrobiologi tanah
- f. Masukkan kedalam polibag
- g. Lakukan proses fitoremediasi dengan menggunakan tumbuhan tertentu
- h. Lakukan pengamatan terhadap proses berlangsung minimal 30 hari
- i. Pengamatan perkembangan mikroorganisme dan pertumbuhan tanaman dilakukan setiap hari
- j. Lakukan pengukuran fisik, kimia, dan mikrobiologi tanah pada pertengahan perlakuan dan pada akhir proses remediasi

Pada proses remediasi perlu diketahui sumber tanah terganggu yang diambil sebagai sampel untuk menentukan jenis mikroorganisme yang cocok atau tanaman yang cocok untuk mereduksi kandungan racun yang terdapat pada tanah tersebut sehingga proses remediasi dapat berlangsung dengan optimal.

BAB VI

PENYUBURAN TANAH

6. 1 Pengertian Penyuburan Tanah

Banyak pakar yang mendefinisikan tentang kesuburan tanah yang dapat dikaji untuk memperdalam khasanah pengetahuan dan pemahaman sekaitan dengan penyuburan tanah. Menurut Effedi, (1995) Kesuburan tanah adalah Suatu keadaan tanah dimana tata air, udara dan unsur hara dalam keadaan cukup seimbang dan tersedia sesuai kebutuhan tanaman, baik fisik, kimia dan biologi tanah. Sedangkan menurut Foth and Ellis, (1997) mendefinisikan kesuburan tanah adalah kondisi suatu tanah yang mampu menyediakan unsur hara essensial untuk tanaman tanpa efek racun dari hara yang ada. Selanjutnya Brady mendefinisikan, kesuburan tanah adalah kemampuan tanah untuk menyediakan unsur hara essensial dalam jumlah dan proporsi yang seimbang untuk pertumbuhan. Berdasarkan berbagai definisi menurut pakar diatas disimpulkan bahwa kesuburan tanah adalah keadaan tanah yang tercukupi tata air, udara dan unsur hara essensiaal yang seimbang yang mendukung pertumbuhan tanaman tanpa menimbulkan efek racun.

Menurut Sutejo, 2002 ciri-ciri tanah yang subur adalah :

- a. Tanah yang mempunyai profil yang dalam (kedalaman yang sangat dalam) melebihi 150 cm,
- b. Strukturnya gembur remah,
- c. Mempunyai aktivitas jasad renik yang tinggi (maksimum).
- d. Kandungan unsur haranya yang tersedia bagi tanamancukup
- e. Tidak terdapat pembatas-pembatas tanah untuk pertumbuhan tanaman
- f. pH 6-6,5 Kesuburan tanah berbeda-beda tergantung sejumlah faktor pembentuk tanah di lokasi tersebut, yaitu: bahan induk, iklim, relief, organisme, atau waktu.

Kesuburan tanah merupakan mutu tanah untuk bercocok tanam, yang ditentukan oleh interaksi sejumlah sifat fisika, kimia dan biologi tanah yang menjadi habitat akar-akar aktif tanaman. Kesuburan tanah dapat dilihat dari tanaman yang tumbuh diarea tanah tersebut apakah tumbuh dan berkemabang sacara optimal atau malah mati. Maka kesuburan tanah disebut pula daya menghasilkan bahan panen atau produktivitas.

Oleh karena itu definisi kesuburan tanah dibedakan lagi menjadi dua yaitu kesuburan tanah aktual, yaitu kesuburan tanah hakiki (aseli atau alamiah) dan kesuburan tanah potensial, yaitu kesuburan tanah maksimum yang dapat diperoleh dengan intervensi teknologi yang mengoptimumkan semua faktor, misalnya dengan memasang instalasi pengairan untuk lahan yang tidak tersedia air secara terus menerus atau yang lainnya.

6. 2 Parameter kesuburan tanah

Parameter kesuburan tanah dapat dilihat dari hasil panen yang diperoleh dari area tanah tersebut. Hasil panen diukur dengan bobot bahan kering yang dipungut per satuan luas (hektar) dan per satuan waktu. Apabila hasil panen besar dengan variasi musiman kecil ini sebagai parameter kesuburan tanah yang tinggi, dengan demikian berarti tanah dapat ditanami sepanjang tahun dan setiap kali menghasilkan hasil panen optimal

Kondisi tanah akan selalu mengalami perubahan karena tanah selalu kontak baik secara langsung maupun tidak langsung dengan kondisi lingkungan yang ada. Baik itu kondisi udara, air maupun tanaman dan hewan yang selalu hidup di atas permukaan tanah. Kesemuanya akan mempengaruhi kualitas tanah. Untuk memperbaiki kualitas tanah perlu pendauran hara yang sumber-sumbernya berasal daribahan-bahan yang tersedia di alam dan merupakan upaya pemanfaatan sumberdaya yang tersedia secara alami. Bahan-bahan yang tersedia tersebut berupa bahan-bahan organik sisa-sisa aktivitas kehidupan yang mudah terurai dan tersedia banyak di alam seperti: daun-daun yang berguguran, sisa hasil panen baik dipertanian maupun perkebunan seperti sisa sayur-sayuran.

Pendauran hara di dalam usaha perbaikan kualitas tanah dengan memanfaatkan kotoran ternak atau pengembalian sisa-sisa biomassa hasil panen menjadi pilihan tepat. Cara ini tidak menambahkan hara kepada tanah, tetapi hanya mengembalikan hara yang tidak terangkut ke luar bersama dengan hasil panen. Pendauran hara di dalam petak pertanaman melibatkan tanaman legum (cover crop) untuk memenuhi sebagian besar kebutuhan N pada tanaman pokok. Menurut Winarso (2005) pengukuran kualitas tanah merupakan dasar untuk penilaian keberlanjutan pengelolaan tanah yang dapat diandalkan untuk masa-masa yang akan datang, karena dapat dipakai sebagai alat untuk menilai pengaruh pengelolaan lahan.

Pada umumnya proses degradasi kualitas tanah dapat disebabkan oleh penimbunan sampah, kemasukan limbah, kandungan air yang berlebihan, suhu yang berlebihann, erosi, pemadatan, penurunan ketersediaan hara atau penurunan kesuburan, kehilangan bahan organik tanah dan lain lain. Mengapa perbaikan kesuburan tanah itu diperlukan, berikut merupakan alasan urgensi peningkatan kesuburan tanah adalah Perkembangan produksi, kendala status kesuburan tanah, pertimbangan ekonomis, pendayagunaan tanah bagi usaha pertanian, terjadinya pengikisan sub-soil, pencemaran lingkungan dan adanya bencana Alam.

Sistem pertanian yang menggunakan masukan dari luar (secara berlebihan). Umumnya berupa bahan-bahan agrokimia konvensional yang memang disengaja dibuat untuk input produksi. Sistem ini sangat tergantung senyawa kimia sintetis (pupuk, pestisida, zat pengatur tumbuh). Dapat berpengaruh buruk pada keseimbangan lingkungan dan kesehatan manusia. Bila hasil panen besar namun hanya panen sekali dalam setahun pada musim baik saja, ini menandakan kesuburan tanah tidak tinggi, karena pada musim yang lain tanah tidak dapat ditanami. Hal ini antara lain karena kekahatan (deficiency) lengas tanah, atau sebaliknya karena mengalami kekurangan air (waterlogged), kadar garam yang terlarut dalam air meningkat melampaui batas optimal, sehingga tanah menjadi sulit diolah untuk memperoleh struktur yang baik (terlalu liat atau terlalu keras) dan sebagainya.

6. 3 Metode Penyuburan Tanah

Tanah yang subur adalah tanah yang apabila ditanami dapat menghasilkan panen yang tinggi sepanjang tahun. Jadi apabila tanah tersebut dapat menghasilkan panen yang tinggi tetapi hanya dapat ditanami satu kali saja selama satu tahun (misalnya karena tidak ada air) maka tidak dapat dikategorikan sebagai tanah yang subur. Nilai kesuburan tanah tidak dapat diukur atau diamati tetapi hanya dapat diperkirakan (ditaksir). Perkiraan nilainya dapat dilakukan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang terukur, yang kemudian dihubungkan atau dikaitkan dengan penampilan (performance) tanaman menurut pengalaman atau hasil penelitian sebelumnya. Kesuburan tanah juga dapat ditaksir dengan mengamati keadaan tanaman secara langsung. Berbagai metode penyuburan tanah yang dapat dilakukan :

1. Penyuburan Tanah dengan Cacing Cacing tanah merupakan organisme tanah yang hidup dan habitatnya ditanah dan membawa makannnya ke dalam tanah kemudian memakannya bersama dengan tanah yang bercampur kepadanya. Liang digali dengan cara melumat tanah ke dalam mulutnya. Melalui aktifitas cacing tanah didalam tanah akan terjadi hal-hal berikut yang bermanfaat untuk kesuburan tanah:
 - a. Perpindahan tanah lapisan bawah dan lapisan atas yang pada Lumbriscus terrestris dan A. Nocturna dapat mencapai hingga kedalaman 150-240 cm, malahan ada yang 2,7-5 m tergantung pada tekstur tanahnya, semakin berliat semakin dangkal, dan sebaliknya semakin berpasir semakin dalam. Umumnya liang ini dibuat secara vertikal dan bercabang secara intensif di dekat permukaan tanah, dengan diameter lubang antara 3- 12 mm. dengan terjadinya perpindahan tanah ini mengakibatkan mineral tanah lapisan bawah yang tidak dapat terjangkau akar tanaman menjadi terjangkau.
 - b. Adanya liang-liang galian cacing tanah menyebabkan sistem aerasi dan drainase tanah menjadi lebih baik sehingga ketersediaan oksigen baik untuk aktifitas mikrobia aerobik maupun untuk reaksi oksidasi kimiawi tanah membaik, dengan demikian maka akan terjadi perbaikan biologis dan kimiawi tanah. Terowongan yang dibuat oleh cacing dapat mencapai kedalaman 150-240 cm secara

vertikal dan bercabang banyak di dekat permukaan tanah. Bahkan cacing tanah *Dramida grandis* dapat menggali terowongan hingga kedalaman 2,7-3,7 m sedangkan spesies epigik seperti *P. Hupeiensis* hanya membuat sistem terowongan pada kedalaman 7,5-15 cm.

- c. Aktivitas cacing tanah keluar masukliang yang membawa seresah serta adanya sekresi lendir (mukus) yang menempel di dinding liang yang dilaluinya, seperti *Lumbriscus terrestris*, *A. longa* dan *A. nocturna* serta kotorannya (bunga tanah) yang keduanya dapat menjadi substrat bagi mikrobial (terutama fungi) sehingga juga memperbaiki kesuburan biologis tanah. Kemudian bahan-bahan organik (biotik dan abiotik) ini akan menjadi perekat butiran tanah yang mendorong granulasi dan agregasi tanah, sehingga tanah lapisan bawah tidak saja menjadi lebih subur tetapi menjadi lebih gembur. Dengan demikian maka solum tanah subur menjadi lebih dalam sehingga perakaran tanaman juga akan menjadi lebih intensif yang pada akhirnya perkembangan dan pertumbuhan tanaman akan lebih optimal. Adapun aktivitas cacing tanah yang mempengaruhi struktur tanah meliputi :
 - 1) Pencernaan tanah, perombakan bahan organik, pengadukannya dengan tanah dan produksi kotorannya yang diletakkan di permukaan atau di dalam tanah
 - 2) Penggalian tanah dan transportasi tanah bawah ke atas atau sebaliknya
 - 3) Selama proses a dan b juga terjadi pembentukan agregat tanah tahan air, perbaikan status aerasi tanah dan daya tanah memegang air
 - 4) Perbaikan struktur tanah akibat aktivitas cacing tanah tersebut antara lain terlihat:
 - 5) Kotoran cacing tanah yang mengandung sejumlah partikel pasir atau kerikil yang lebih sedikit ketimbang tanah sekitarnya merupakan bukti kemampuan cacing tanah dalam mencerna atau melumatkan partikel mineral menjadi lebih kecil.

- 6) Komponen pasir relatif terhadap debu dan liat pada dua padang rumput yang banyak dihuni cacing tanah meningkat dengan kedalaman tanah.
- 7) Butiran granit pada tanah bercacing tanah menjadi lebih kecil daripada tanah tanpa cacing tanah. Bentuk penyatuan butiran mineral tanah baik akibat gaya fisik, kimiawi maupun biologis sedemikian rupa sehingga tahan terhadap pembasah kering, aliran permukaan atau erosi dan pemadatan serta tetap lepas baik pada kondisi basah maupun kering disebut Agregat.

Tanah yang memiliki agregat baik maka akan beraerasi dan berdrainase baik pula sehingga perannya menjadi sangat penting dalam menjadikan tanah sebagai media tumbuh bagi tanaman dan mikrobia tanah. Kotoran cacing tanah mengandung agregat yang lebih stabil terhadap pembasahan daripada agregat tanah di sekitarnya sehingga lebih meningkatkan erodibilitas tanah dan ketahanan tanah terhadap erosifitas aliran permukaan (run off). Agregat bunga tanah lebih stabil disebabkan oleh:

- a. Sekresi internal cacing tanah yang menyemen partikel tanah pada saat melalui sistem pencernaan cacing tanah
- b. Ca humat yang disintesis dalam sistem pencernaan cacing tanah dari bahan organik sedang melapuk lewat aktifitas kelenjar kalsiferus penghasil kalsium.
- c. Aktivitas bakteri penghasil bahan-bahan penyemen. Aktivitas cacing tanah selalu naik turun dalam tanah ini berperan penting dalam pendistribusian dan penyampuran bahan organik dalam solum tanah yang kemudian berpengaruh positif terhadap kesuburan tanah baik secara fisik, kimiawi maupun biologis. Cacing tanah merupakan pemakan tanah dan bahan organik segar di permukaan tanah, masuk ke liangnya kemudian mengeluarkan kotorannya (bunga tanah) di permukaan tanah sehingga sering terlihat butiran-butiran di atas permukaan tanah yang merupakan indikator adanya cacing tanah di tempat tersebut. Kasus di Belanda pemanfaatan cacing tanah sebagai bioamelioran (jasad hayati

pembenah) tanah mempunyai prospek yang baik, misalnya dalam pembukaan areal tergenang yang dikeringkan (polder) untuk areal pertanian. Pemanfaatan *Ascaris caliginosa* dan *Lumbriscus terrestris* dengan kerapatan 800 cacing/tanaman buah-buahan dan menyebabkan perakarannya menjadi lebih intensif. Pada tanah polder ini, cacing berkembang cukup cepat, selama 3-4 tahun *Ascaris caliginosa* berkembang dari 4.664 menjadi 384.740 ekor dan *Ascaris chlorotica* dari 2.558 menjadi 12.666 ekor. Sedangkan di Uzbekistan, cacing tanah telah diintroduksi untuk merangsang proses pembentukan tanah pada areal yang baru dibuka dan berhasil dengan baik. Dalam proses pembentukan tanah ini tidak semua cacing tanah dapat berperan baik misalnya *Eisenia foetida* merupakan spesies penghasil kompos atau pemakan pupuk kandang sehingga tidak mampu bertahan lama jika diintroduksi ke lapangan. Peran cacing ini yang terlihat dalam waktu singkat lebih disebabkan oleh dekomposisi cacing yang mati dibanding aktivitasnya. Ameliorasi tanah dengan kotoran cacing tanah dapat mempengaruhi struktur kesuburan tanah. Umumnya kotoran cacing tanah ber-pH lebih tinggi dibanding tanah di sekitarnya, dari 18 lokasi pengamatan terlihat bahwa selisih pH keduanya adalah antara 0,1- 1,0 unit pH tergantung jenis tanahnya, yang melebar pada pH agak masam-masam dan menyempit pada pH sekitar netral. Hal ini menunjukkan peran cacing tanah dalam meningkatkan pH tanah agak masam-masam. Kotoran cacing juga lebih banyak N-total, Nnitrat, bahan organik, Mg-total, Mg-tertukar, P-tersedia, basa-basa dan kadar air serta beragregat lebih banyak atau lebih stabil. Ameliorasi tanah dengan kapur dapat meningkatkan populasi cacing tanah misalnya dengan takaran 2,5 ton/ha pada tanah di Selandia Baru menyebabkan kenaikan 50% populasi *Ascaris caliginosa*. Cacing tanah mampu memamah 5 ton seresah/ha, apabila 10 ekor *Lumbriscus terrestris* dimasukkan ke dalam tanah populasinya meningkat menjadi 60 ekor/m² dalam luasan 700 m², maksimum pada areal sekitar 15 m dari titik inokulasi dan tetap tinggi hingga area yang cukup jauh dari titik ini.

2. Penyuburan Tanah dengan Garam Kesuburan tanah sangat ditentukan oleh sifat fisika, kimia dan biologi yang saling berkaitan satu sama lainnya. Garam bermanfaat untuk mendekomposer atau demineralisasi senyawa kompleks yang berasal dari sisa makhluk hidup (dedaunan, ranting dan batang tanaman juga bagian tubuh hewan yang mati) dan kotoran (tinja dan urin) menjadi mineral/unsur/zat yang lebih sederhana untuk diserap oleh akar tanaman. Sebagai senyawa ionik, garam memiliki dua ion yaitu Na^+ dan Cl^- , namun masih banyak unsur lain yang ada didalamnya. Peran kedua ion ini masing-masing berbeda satu sama lain. Kation natrium adalah sejenis logam lunak yang berperan untuk menghambat aktivitas mikroorganisme Anion klor adalah golongan halogen yang ditemukan dalam jumlah banyak dalam tubuh makhluk hidup. Bermanfaat sebagai bioaktivator untuk mengkatalisator kuman membusukkan atau mendekomposer berbagai bahan organik atau senyawa kompleks seperti karbohidrat, lemak dan protein. Jadi kation ini berperan sebagai bioinhibitor untuk menghambat metabolisme mikroorganisme tersebut.

Manfaat penggunaan NaCl dapat berperan ganda yaitu sebagai bahan untuk mempercepat pembusukan dan sekaligus sebagai pengawet (menahan proses pembusukan). Pemanfaatnya dapat dilaksanakan secara terpisah. Tergantung dari kondisi kadar garam pada tanah, pada tanah dengan kadar rendah (3. 5%) khasiatnya sebagai pengawet tulen. Oleh karena itu penggunaan garam dalam pertanian tidak boleh mencapai 35 gram per liter. Pemberian pupuk cair yang kandungan garamnya berlebihan atau keasinan justru akan membawa dampak buruk bagi pertanian. Berdasarkan uraian di atas menunjukkan bahwa garam memiliki manfaat yang luar biasa bagi tanaman. Baik bagi tanaman palawija (semangka, cabe, wortel, kol, kubis, brokoli, buncis, tomat, bawang putih, bawang merah, jahe dan lain sebagainya) maupun tanaman pohon (durian, manggis, jeruk, mangga, jambu, nangka, apel dan lain sebagainya). Berbagai macam manfaat garam dalam penyuburan tanah adalah:

- a. Menetralkan tanah alkali atau basa Tanah memiliki kadar keasaman yang ditunjukkan melalui nilai pH-nya. Umumnya tanah yang paling

baik untuk tanaman tentu saja adalah tanah dengan kadar keasaman netral (6-7), tidak terlalu asam ataupun terlalu basa. Tanah yang memiliki pH di atas 7 kurang baik untuk pertumbuhan bagi tanaman. Tanah yang terlalu basa menyebabkan tanaman tidak bisa mendapatkan nutrisi yang cukup karena akar mengalami kesulitan untuk menyerap unsur hara yang ada di tanah sehingga tanaman pertumbuhan terganggu. Meskipun setiap tumbuhan memiliki kebutuhan dan ketahanan terhadap pH tanah yang beraneka ragam. Sebagai contoh tanah alkali seperti tanah parit atau tanah yang mengandung kotoran ternak yang masih basah. Tanah seperti ini belum dapat langsung digunakan, butuh waktu beberapa minggu untuk proses pendinginan dan penetralan. Untuk mengatasinya dapat dilakukan dengan memberikan larutan garam pada tanah tersebut sehingga bisa ditanami.

- b. Sumber unsur mikro kebutuhan tanaman Garam memiliki kandungan unsur natrium dan klorida. Kedua unsur ini merupakan unsur yang sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan. Dengan terpenuhinya unsur-unsur mikro tersebut tanaman dapat tumbuh dan berkembang secara optimal sehingga produktivitasnya pun optimal.
- c. Sumber pengganti kalium Kalium merupakan salah satu unsur di dalam tanah yang dibutuhkan oleh tanaman pertanian. Kebutuhan kalium ini dapat dipenuhi dengan pemberian garam karena unsur natrium dan klorida diketahui dapat menggantikan unsur yang memiliki lambang K.
- d. Menyuburkan tanah pertanian Natrium dan klorida yang terkandung di dalam garam dapat meningkatkan proses pembusukan sehingga merupakan sumber nutrisi bagi mikroorganisme yang hidup di dalam tanah dengan demikian populasi mikroorganisme seperti bakteri dan cacing di dalam tanah akan hidup dan berkembang biak dengan baik. Dengan tumbuh dan berkembang biaknya bakteri pengurai dan cacing dalam tanah akan meningkatkan kesuburan tanah.
- e. Meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit Manfaat garam untuk tanaman yang tidak kalah pentingnya adalah dapat meningkatkan daya tahan tanaman sehingga tidak mudah

terserang penyakit atau gangguan lainnya. Natrium yang terkandung dalam garam berperan membunuh bakteri dan jamur yang mengganggu tanaman.

- f. Sebagai penyubur tanah alami jangka panjang Garam merupakan penyubur tanah alami sehingga penggunaan dalam jangka panjang tidak akan menimbulkan kerusakan pada tanah. Berbeda dengan pupuk buatan yang mengandung bahan-bahan kimia yang kurang baik digunakan secara terus-menerus terjadi akumulasi dan dapat merusak tanah dalam jangka panjang.
- g. Mencegah tanah mengalami kekeringan atau dehidrasi Musim kemarau menyebabkan pasokan air di dalam tanah menurun yang otomatis dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Untuk mengatasi hal ini para petani bisa memanfaatkan garam yang dikenal dapat membantu menjaga kandungan air dalam tanah sehingga tanah terhindar dari kekeringan.
- h. Memperkuat daya tahan tumbuhan hijau Sebagai senyawa ionik garam tidak hanya bermanfaat bagi kesehatan manusia tetapi juga dapat memperkuat daya tahan tumbuhan hijau. Unsur natrium dan klorida yang dimilikinya menjadikan tumbuhan hijau tidak mudah terserang penyakit atau mati.
- i. Menyuburkan tanaman Tingkat kesuburan tanaman biasanya dapat dilihat dari pertumbuhannya yang baik seperti daunnya tumbuh dengan lebat, menghasilkan buah yang baik, dan lain sebagainya. Ini bisa didapatkan dengan pemberian garam sebagai pupuk alami bagi tanaman secara rutin sesuai porsi yang dibutuhkan.
- j. Memperkuat akar tanaman Akar yang kuat diperlukan oleh setiap tanaman sehingga ia bisa berdiri tegak dengan baik, menyimpan cadangan makanan, serta menyerap unsur hara yang diperlukan. Salah satu cara untuk memperkuat akar tanaman adalah dengan memanfaatkan garam.
- k. Memperkuat batang tanaman Selain akar bagian tanaman lainnya yang juga mendapat manfaat dari garam adalah batang. Dengan pemberian garam dapat membantu memperkuat batang yang

diperlukan untuk menyokong tubuh tanaman sehingga tanaman bisa tumbuh dan berdiri tegak dengan baik.

- l. Meningkatkan kualitas buah Berdasarkan pengalaman para petani kandungan garam pada tanah ternyata dapat membuat rasa buah lebih manis. Hal ini dibuktikan dengan hasil penanaman buah jeruk di daerah dekat pantai yang menghasilkan buah jeruk dengan rasa yang lebih manis. Ketika dicoba memberikan garam pada tanaman jeruk yang berada jauh dari pantai didapatkan data bahwa ternyata rasa jeruk yang dihasilkan juga lebih manis.
- m. Mencegah kerontokan bunga pada tanaman Bunga yang rontok terlalu cepat merupakan gejala yang kurang baik bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini juga dapat dicegah dengan penggunaan garam sebagai pupuk alami bagi tanaman.
- n. Mencegah dan mengatasi kerontokan daun pada tanaman Sebagai tempat pengolahan makanan daun berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Oleh karena itu penyakit yang menyerang daun harus segera diatasi. Salah satunya kerontokan daun. Dengan memanfaatkan garam kita dapat mencegah dan mengatasi kerontokan daun yang tidak normal.
- o. Mengobati penyakit busuk daun dan busuk buah pada tanaman Manfaat garam bagi tanaman yang tidak kalah penting adalah dapat membantu mengobati penyakit yang menyebabkan daun dan buah membusuk yang tentu saja sangat merugikan petani.
- p. Mencegah dan mengatasi penyakit keriting daun Salah satu penyakit tanaman yang cukup mengganggu adalah penyakit keriting daun yang menyebabkan daun tanaman menjadi keriting, kurus, menguning, dan akhirnya rontok. Hal ini tentu saja berdampak buruk pada pertumbuhan tanaman bahkan hingga menyebabkan gagal panen. Untuk mencegah dan mengatasi hal ini kita dapat melakukan pemberian garam pada tanaman.
- q. Mengatasi klorosis dan nekrosis pada tanaman Gangguan atau penyakit tanaman lain yang juga dapat diatasi dengan memanfaatkan garam adalah klorosis dan nekrosis. Klorosis merupakan gangguan atau kerusakan pada jaringan daun tanaman sehingga gagal membentuk klorofil yang mengakibatkan daun tidak berwarna hijau

sebagaimana mestinya. Sementara nekrosis adalah kondisi dimana jaringan pada tanaman mengalami kematian sehingga jika terjadi pada jaringan daun menyebabkan daun menjadi rontok.

- q. Mengusir hama Selain penyakit-penyakit tanaman gangguan hama juga merupakan ancaman bagi keberhasilan panen.
- r. Untuk mengatasi serangan hama kita dapat memanfaatkan garam yang dapat mengusir hama secara alami.
- s. Mengatasi berbagai penyakit tanaman Ada banyak jenis penyakit yang menyerang tanaman yang disebabkan oleh jamur, virus, bakteri, atau jenis mikroorganisme lainnya. Untuk mengatasinya kita dapat memanfaatkan garam yang selain ampuh juga alami sehingga tidak merusak lingkungan.
- t. Membantu penyerapan unsur hara Kandungan sodium klorida pada garam dan klorofil turut membantu tanaman dalam menyerap dan mendekomposisi unsur hara dari dalam tanah menjadi bentuk yang lebih kompleks sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Untuk pertumbuhan dan perkembangannya tanaman membutuhkan 2 macam nutrisi yaitu Makronutrient dan Mikronutrient. Makronutrient adalah nutrisi yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang besar. Unsur yang termasuk makronutrien antara lain: nitrogen, kalsium, potasium, sulfur, magnesium, dan fosfor. Sedangkan yang dimaksud dengan Mikronutrient adalah nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit, yang termasuk mikronutrien seperti: besi, boron, mangan, seng, tembaga, klor, dan molybdenum. Semua nutrisi tersebut harus terpenuhi dalam jumlah yang cukup agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang secara optimal.

Di dalam pemupukan, ada dua jenis unsur hara yang dibutuhkan berdasarkan kontak dengan tanaman, yaitu :

- a. Unsur hara yang bereaksi secara langsung oleh tumbuhan (*direct*), baik yang makro maupun yang mikro. Pemanfaatannya berlangsung segera.
- b. Unsur hara yang bereaksi secara tidak langsung pada tanaman (*indirect*) yaitu berperan sebagai bahan untuk memperbanyak kuman

yang hidup di dalam tanah sehingga dapat membantu tanaman dengan memproduksi unsur hara esensial. Dimana pemanfaatannya berlangsung lambat. Jenis garam yang paling baik untuk menyuburkan tanah adalah yang belum melalui proses pemurnian (garam grosok). Penggunaan garam dapur asli dari laut (bentuknya kasar, tidak mengandung pengawet, pewarna) merupakan salah satu pilihan terbaik. Cara penggunaannya untuk diaplikasikan pada tanaman. Penggunaan garam dapur sebagai pupuk tunggal tidak disarankan. Melainkan lebih baik menggunakannya bersamaan dengan pemberian bahan sisa makhluk hidup (termasuk urin dan feses). Sebab peran garam yang terutama dalam pertanian adalah mendemineralisasi bahan-bahan kompleks tersebut menjadi unsur hara esensial untuk diserap langsung oleh akar tumbuhan. Oleh karena itu pemberian garam dicampur dengan sisa makhluk hidup seperti dedaunan dan ranting yang sudah dipotong-potong, kotoran hewan, tinja dan urin. Dengan demikian pupuk alami ini dapat mendemineralisasi senyawa kompleks tersebut menjadi unsur/ zat yang esensial agar dapat diserap langsung oleh akar

BAB VII

PRAKIRAAN DAMPAK SUATU KEGIATAN TERHADAP TANAH

Kegiatan manusia seperti pengembangan lahan untuk kawasan permukiman dan industri, eksploitasi pertambangan, pembuangan limbah dan kegiatan lainnya. Dampak dari suatu perubahan komponen atau karakter lingkungan tentu akan memberikan dampak yang sifatnya mungkin berlanjut atau apa yang sering disebut sebagai dampak turunan.

Untuk memprakirakan dampak suatu kegiatan atau proyek terhadap tanah atau air tanah suatu model yang disebut sebagai model 6 langkah dapat digunakan (canter , 1996).

Langkah-langkah tersebut adalah

Langkah 1 : identifikasi dampak kegiatan terhadap kuantitas dan kualitas tanah/air tanah dari proyek yang disulkan.

Langkah ini merupakan langkah awal atau preliminary dimana kita memperkirakan volume dan kualitas tanah yang diperlukan atau dibuang dalam kegiatan proyek. Dampak yang diperkirakan masih bersifat teoritis dan ditentukan oleh rencana kegiatan proyek yang diusulkan. dari segi kualitas membuat daftar dari material yang digunakan baik semasa konstruksi maupun saat operasi merupakan cara yang baik untuk memperkirakan kontaminan yang potensial. Daftar material ini terutama menyangkut material yang kemungkinan besar akan dibuang seperti minyak, insektisida, pupuk, zat kimia, senyawa organik pelarut, serta limbah padat dan cair. yang juga perlu diperhatikan adalah lindi dari tumpukan material yang diletakkan diatas tanah. Pada tahap ini dilihat atau diinventarisasi jenis tanah atau struktur geologi yang terkena dampak

Langkah 2 : menyiapkan deskripsi /karakteristik tanah /air tanah

Karakterisasi tanah dan air tanah merupakan kegiatan pertama yang harus dilakukan sebelum evaluasi dan estimasi dampak dilakukan. Karakter tanah tanah perlu diperhatikan karena menyangkut

1. Interaksi antara tanah dengan kontaminan

Diperlukan untuk mengetahui sejauh mana tanah bereaksi dengan kontaminan atau polutan. Karakter tanah yang penting diketahui adalah : tekstur tanah, jenis tanah dan mineralogi tanah , kandungan zat organik tanah dan profil ketebalan tanah.

2. Pergerakan atau transport kontaminan dalam tanah dan air tanah

Informasi yang diperlukan dalam kaitannya dengan transpor kontaminan adalah :

- Karakter akuifer
- Sistem hidrologi , termasuk arah dan kecepatan pergerakan air tanah
- Volume atau jumlah kontaminan yang ditinjau
- Batas wilayah yang akan diobservasi
- Pemanfaatan air tanah yang menjadi sumber air.

Langkah 3: mempersiapkan atau mengumulan baku mutu baik mengenai kuantitas maupun kualitas tanah/air tanah yang relevan

Mengingat semakin meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kualitas lingkungan dan bahaya polutan maka revisi terhadap peraturan yang ada akan semakin sering terjadi. Pergantian ini perlu diperhatikan supaya mengikuti aturan yang terkini. pengumpulan informasi mengenai aspek legal dan baku mutu dapat dilakukan pada instansi terkait seperti misalnya Kementerian Menteri Lingkungan hdiup atau Dinas lingkungan hidup propinsi.

Langkah 4 : memprakirakan dampak yang terjadi

Prakiraan dampak suatu kegiatan atau suatu pencemaran terhadap tanah dilakukan berdasarkan kaidah-kaidah ilmiah yang telah diakui dan diterapkan . menurut Canter metodologi sederhana untuk mengevaluasi dapat dibagi tiga kategori uaitu:

Metode matrik interaksi

Metode fmatrik menggambarkan interaksi antara aktifitas suatu kegiatan (proyek) dengan faktor lingkungan dalam bentuk matrik. Salahs atu contoh matrik yang banyakk dikenal untuk analsisi dampak lingkungan matrik Leopold. Matrik ini menyajikan 100 kenis kekgaitan dan 90 faktor lingkungan. Matrik leopold memberikan besaran dampak (*magnitude*) dan nilai penting (*importance*)

Metode chaecklist

Metode checklist meru[akan metode sederhana dan bersifat kualitatif . pengembangan terus dilakukan terehadap metode ini dengan mamasukkan unsur kuantitatif untuk mendukung hasil analisis. Penyajian atau format checklist bisa bervariasi sebagai contoh format checklist sederhana dapat terdiri dari dua komponen yaitu komponen yang merupakan faktor lingkungan yang terpengaruh oleh dampak sengkan komponen kedua merupakan komentar atau informasi terhadap faktor lingkungan tersebut.

Metode network (jaringan)

Langkah 5 : memeriksa atau menganalisis (assess) tingkat keseriusan dampak

Metode kuantitatif digunakan sebagai dasar untuk memperkirakan dampak suatu kegiatan terhadap tanah (metode formal). Bila metode formal tidak mungkin, karena da parameter yang tidak dapat dikuantifikasi atau tidak ada tolok ukur maka ditentukan berdasarkan profesional judgement (metode non formal). Beberapa faktor yagn digunakan sebagai dasar dalam menentukan dampak penting antara lain:

- a. Jumlah orang terkena dampak
- b. Luas wilayah yang terkena dampak
- c. Lamanya dampak berlangsung
- d. Intensitas dampak
- e. Banyaknya komponen lingkungan yang terkena dampak
- f. Sifat kumulatif dampak
- g. Berbalik atau tidak brbalinya dampak

Langkah 6: mempersiapkan upaya untuk mengurangi atau meminimalkan pengaruh dampak

Pada dasarnya upaya penanganan tersebut bersifat spesifik baik kegiatan maupun lokasinya. upaya-upaya meminimalkan dampak tentu saja mempunyai keterbatasan baik dari sisi teknologi, dana waktu dan pengetahuan yang relevan. Beberapa upaya yang mungkin dapat diambil secara konseptual adalah:

- a. Upayakan meminimalkan sumber pencemaran tanah yang bersifat *non point source*. Praktik pengelolaan yang baik dalam pemupukan dan penggunaan pestisida merupakan upaya mengurangi pencemaran dari bidang pertanian, demikian pula dengan rotasi tanaman
- b. Perbaiki liners atau sistem barrier yang lain untuk mencegah lindi dari pembuangan limbah (*land disposal*) desain standar bila dilaksanakan dengan baik umumnya cukup untuk mencegah terjadinya kontaminan tanah secara berlebihan
- c. Upayakan melakukan immobilisasi kontaminan melalui solidifikasi limbah padat yang mungkin menghasilkan lindi yang mengandung B3.

BAB VIII

ANALISA TANAH

8. 1 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah merupakan tahapan terpenting di dalam program uji tanah. Analisis kimia dari contoh tanah yang diambil diperlukan untuk mengukur kadar hara, menetapkan status hara tanah dan dapat digunakan sebagai petunjuk penggunaan pupuk dan kapur secara efisien, rasional dan menguntungkan. Namun, hasil uji tanah tidak berarti apabila contoh tanah yang diambil tidak mewakili areal yang dimintakan rekomendasinya dan tidak dengan cara benar. Oleh karena itu pengambilan sampel tanah merupakan tahapan terpenting di dalam program uji tanah.

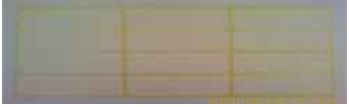
Sampel tanah dapat diambil setiap saat, tidak perlu menunggu saat sebelum tanam namun tidak boleh dilakukan beberapa hari setelah pemupukan. Keadaan tanah saat pengambilan sampel tanah pada lahan kering sebaiknya pada kondisi kapasitas lapang (kelembaban tanah sedang yaitu keadaan tanah kira-kira cukup untuk pengolahan tanah). Sedang pengambilan pada lahan sawah sebaiknya diambil pada kondisi basah.

Hal- hal yang perlu diperhatikan :

1. Jangan mengambil contoh tanah dari galengan, selokan, bibir teras, tanah tererosi sekitar rumah dan jalan, bekas pembakaran sampah/ sisa tanaman/ jerami, bekas penimbunan pupuk, kapur dan bahan organik, dan bekas penggembalaan ternak.
2. Permukaan tanah yang akan diambil contohnya harus bersih dari rumput- rumputan, sisa tanaman, bahyan organik/ serasah, dan batu- batuan atau kerikil.

3. Alat- alat yang digunakan bersih dari kotoran- kotoran dan tidak berkarat. Kantong plastic yang digunakan sebaiknya masih baru, belum pernah dipakai untuk keperluan lain.

Alat yang dibutuhkan dalam pengambilan sampel tanah terganggu

Nama	Gambar	Fungsi
Bor Belgi		Untuk mengambil tanah bagian dalam dengan cara di bor
Cangkul		Untuk mencangkul tanah disekitar bor
Pisau		Untuk membantu membersihkan permukaan bor
Plastik		Untuk meletakkan sampel tanah
Palu		Untuk memukul penekan ring
Label		Untuk mencatat informasi sampel tanah
Spidol		Untuk mengisi label

Nama	Gambar	Fungsi
		

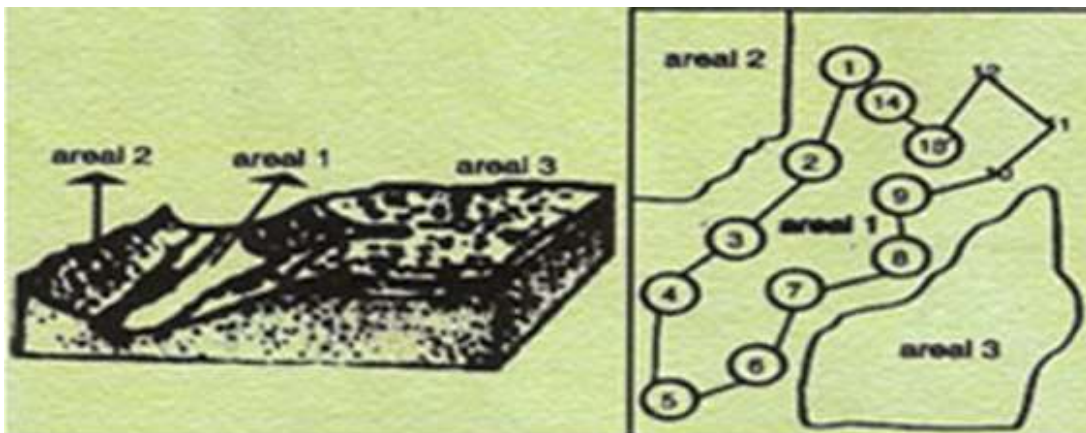
Cara Pengambilan contoh Sampel Tanah

1. **Sampel Sesaat (Grab Sample)** : Sampel yng diambil secara langsung dr badan tanah yang sedang dipantau. Sampel ini hanya menggambarkan karakteritik tanah pada saat pengambilan sampel.
2. **Sampel komposit (Compsite sample)** : Sampel campuran dari beberapa waktu pengambilan. Pengambilan sampel komposit dapat dilakukan secara manual ataupun secara otomatis dgn menggunakan peralatan yang dapat mengambil air pada waktu-waktu tertentu. Pengambilan sampel scara otomatis hanya dilakukan jika ingi mengetahui gambaran tentang karakteristik kualitas tanah secara terus-menerus
3. **Sampel gabungan tempat (integrated sample)** : sampel gabungan yang diambil secara terpisah dari beberapa tempat, dengan volume yang sama. Selain itu ada juga satu metode yang biasa digunakan dalam pengammbilan sampel penelitian.
4. **Automatic Sampling** (Pengambilan Contoh Otomatis), Cara ini dikembangkan untuk memenuhi program pengamatan kualias sampel secara menyeluruh. Peralatan memerlukan bangunan khusus dengan penampungan dan pemeliharaan yang baik alat mengambil contoh otomatis biasanya bekerja dalam 24 jam.

Contoh tanah yang diambil dapat berbentuk contoh tanah terganggu (*disturb soil samples*). Contoh tanah utuh atau tidak terganggu (*undisturb soil samples*). Contoh tanah utuh biasanya diperlukan untuk analisis sifat fisik tanah (bobot isi, porisitas dan permeabilitas tanah), sedangkan contoh tanah terganggu diperlukan untuk analisis sifat kimia tanah dan sifat fisik tanah lainnya (tekstur, kadar air tanah). Pengambilan contoh tanah utuh (*undisturb soil samples*) harus menggunakan “*ring samples*”, sedangkan contoh tanah

terganggu dapat diambil dengan menggunakan alat cangkul, sekop, atau *auger* (bor tanah).

Untuk keperluan evaluasi status kesuburan tanah, sebaiknya contoh yang diambil merupakan contoh komposit yaitu contoh tanah campuran dari contoh-contoh tanah individu (**sub amples**). Suatu contoh komposit harus mewakili suatu bentuk/unit lahan yang akan dikembangkan atau digunakan untuk tujuan pertanian. Satu contoh komposit mewakili suatu hamparan lahan yang homogen (10 – 15 Ha). Untuk lahan miring dan bergelombang satu contoh komposit dapat mewakili tidak kurang dari 5 hektar. Satu contoh komposit terdiri dari campuran 15 contoh tanah individu (sub samples).



Areal Pengambilan Contoh Tanah : Areal 1 Datar (low land)
Areal 2 Miring ; Areal 3 Datar (upland). Contoh Masing– Masing Terpisah

Cara Mengambil Sampel Tanah Komposit

1. Menentukan tempat pengambilan sampel tanah individu, terdapat dua cara yaitu cara sistematis seperti sistem diagonal atau zig- zag dan cara acak.
2. Rumput rumput, batu batuan atau kerikil, sisa tanaman atau bahan organik segar/ serasah yang terdapat dipermukaan tanah di bersihkan.
3. Untuk lahan kering keadaan tanah pada saat pengambilan sampel tanah sebaiknya pada kondisi kapasitas lapang (kelembaban tanah sedang yaitu kondisi kira- kira cukup untuk pengolahan tanah). Sedang untuk lahan sawah contoh tanah sebaiknya diambil pada kondisi basah atau seperti kondisi saat terdapat tanaman.

4. Sampel tanah individu diambil menggunakan bor tanah (auger atau tabung) atau cangkul dan sekop. Jika menggunakan bor tanah, sampel tanah individu diambil pada titik pengambilan yang telah ditentukan, sedalam +20 atau lapisan olah. Sedangkan jika menggunakan cangkul dan sekop, tanah dicangkul sedalam lapisan olah (akan membentuk seperti huruf v), kemudian tanah pada sisi yang tercangkul diambil setebal 1,5 cm dengan menggunakan cangkul atau sekop (gambar 2)
5. Sampel- sampel tanah indivisu tersebut dicampur dan diaduk merata dalam ember plastic, lalu bersihkan dari sisa tanaman atau akar. Setelah bersih dan teraduk rata, diambil sampel seberat kira-kira 1 kg dan dimasukkan kedalam kantong plastic (sampel tanah komposit). Untuk menghindari kemungkinan pecah pada saat pengiriman, kantong plastic yang digunakan rangkap dua. Pemberian label luar dan dalam. Label dalam harus dibungkus dengan plastic dan dimasukkan diantara plastik pembungkus supaya tulisan tidak kotor atau basah, sehingga label tersebut dapat dibaca sesampainya dilaboratorium tanah. Sedangkan label luar disatukan pada sat pengikatan plastic. Pada label diberi keterangan mengenai kode pengambilan, nomor sampel tanah, asal dari (desa/kecamatan/kabupaten), tanggal pengambilan, nama dan alamat pemohon. Selain label yang diberi keterangan, akan lebih baik jika sampel tanah yang dikirim dilengkapi dengan peta situasi atau peta lokasi .

Pengambilan Contoh Tanah Terusik di Lapisan Permukaan

1. Memilih tempat yang tidak tergenang air, tak terkena sinar matahari langsung, datar dan mewakili tempat sekitarnya.
2. Membersihkan seresah, bantuan dan benda alam lain di lapisan permukaan sehingga tubuh tanah terlihat.
3. Mengambil sekitar 1-2 kg contoh tanah kering angin dengan menggunakan cangkul, cethok dan memasukkannya kedalam plastik yang beretiket: Kode tempat, kode perlakuan, kode tanah, nomor pelapisan dan ciri-ciri istimewa lainnya.

Pengambilan Contoh Tanah Terusik dengan Bor

1. Meletakkan mata bor di permukaan tubuh tanah.
2. Memutar pegangan bor perlahan-lahan kearah kanan dengan disertai tekanan sampai seluruh kepala bor terbenam.
3. Kepala bor perlahan dikeluarkan dari tubuh tanah dengan memutar pegangan bor tanah kea rah kiri dengan disertai tarikan.
4. Contoh tanah yang terbawa kepala bor dilepaskan perlahan sampai bersih dan diusahakan tidak banyak merusak susunan tanah.
5. Pengeboran dilanjutkan lagi pada setiap ketebalan tanah 20 cm sampai kedalaman yang dikehendaki.
6. Contoh tanah hasil pengeboran pada setiap ketebalan 20 cm itu diletakkan tersusun menurut kedalaman aslinya, sehingga akan diperoleh gambaran profil tanah.

Sampel Tanah untuk Pemeriksaan Kualitas Kimia

Prosedur kerja

1. Lakukan pengambilan sampel tanah dengan menggunakan auger / bor tangan dengan kedalaman 15 – 25 cm
2. Lakukan pengambilan tanah yang ada pada auger / bor tangan dengan menggunakan sekop kecil
3. Lakukan pelabelan pada kemasan sampel, dengan rincian:
 - a. Tanggal pengambilan sampel :
 - b. Lokasi pengambilan sampel :
 - c. Jenis sampel : Padatan / sampah / tanah *)
 - d. Jenis pemeriksaan : Fisik / kimia / mikrobiologi dan parasitologi*)
 - e. Nama petugas : Tanda Tangan :
.....
4. Masukkan kemasan sampel yang sudah diberi label ke box sampel



Gambar 8. 1. Pelaksanaan pengambilan Sampel tanah

8. 2 Pemeriksaan Sampel Tanah

8.2.1 Pemeriksaan Fisik Tanah

1. Pemeriksaan Porositas Tanah

Porositas suatu medium adalah perbandingan volume rongga-rongga pori terhadap volum total seluruh bantuan. Perbandingan ini biasanya dinyatakan dalam persen. Porositas dapat dinyatakan dalam “acre-feet”, yang berarti volum yang dinyatakan sebagai luas dalam :acre: dan ketebalan reservoir dalam kaki (feet).

Selain itu dikenal juga istilah porositas efektif, yaitu apabila bagian rongga-rongga di dalam batuan berhubungan, sehingga dengan demikian porositas efektif biasanya lebih kecil daripada rongga pori-pori total yang biasanya berkisar dari 10 sampai 15 % dan secara teoritis porositas tidak bias lebih besar dari 47. 6%

A. Alat

- 1) Pipetukur
- 2) Gelasukur

B. Bahan

- 1) Kuarsakasar
- 2) Kuarsahalus
- 3) Zeolit
- 4) Air jernih

C. Cara kerja

- 1) Siapkan tanah yang sudah dikeringkan.
- 2) Masukkan ke dalam gelas ukur dengan volume tertentu (catat volumenya, misal: X)
- 3) Masukkan / teteskan air sedikit demi sedikit hingga permukaan air rata dengan permukaan tanah (catat volume air yang digunakan, misal: Y)
- 4) Hitung porositas tanah (P) dengan rumus :

X

$$P = \frac{\text{-----}}{Y} \times 100\%$$

5) Hasil

Misalnya :

Sampel kuarsa kasar Volume awal (X)	= 36 ml
Volume air yang digunakan (Y)	= 100 ml
Porositas tanah	= $36 \text{ ml} / 100 \text{ ml} \times 100 \%$
	= 36 %
Sampel kuarsa halus Volume awal	= 37 ml
Volume air yang digunakan	= 100 ml
Porositas tanah	= $37 \text{ ml} / 100 \text{ ml} \times 100\%$
	= 37 %

Dari hasil praktikum tersebut diketahui bahwa tiap-tiap pasir mempunyai tingkat porositas yang berbeda-beda. Porositas kuarsa kasar sebesar 36%, porositas kuarsa halus sebesar 37%, dan porositas zeolit sebesar 50%. Berdasarkan hasil tersebut, tingkat porositas yang baik berada pada pasir zeolite, yaitu sebanyak 50%. Hal ini dikarenakan jika semakin kasar tanah, semakin besar porositasnya.

Sampel Pasir Kuarsa Volume awal	= 50 ml
Volume air yang digunakan	= 100 ml
Porositas tanah	= $50 \text{ ml} / 100 \text{ ml} \times 100\%$
	= 50 %

2. Pemeriksaan Kekerasan Pasir

A. BahanAlat:

- 1) Pipetukur
- 2) Gelasukur
- 3) Oven / incubator
- 4) Pengayak dengan diameter tertentu

B. Bahan

- 1) Zeolit
- 2) Asam sulfat pekat (H_2SO_4)
- 3) Air jernih

C. Cara Kerja

- 1) Pilih pasir yang akan diuji.
- 2) Pilih diameter tertentu dengan cara diayak
- 3) Cuci dengan air hingga bersih (air bekas cucian betul-betul jernih)
- 4) Keringkan dalam oven ($105^{\circ}C$)
- 5) Masukkan pasir dengan volume tertentu kedalam gelas ukur (Catat volumenya, misal : A ml).
- 6) Masukkan secara hati-hati larutan asam sulfat pekat kedalam gelas ukur hingga semua pasir terendam.
- 7) Diamkan selama 24 jam.
- 8) Setelah 24 jam, kemudian asam sulfat dituang / isatkan.
- 9) Pasir dicuci dengan air hingga bersih (air bekas cucian betul-betul jernih).
- 10)Amati volume pasir yang tersisa (catat volume sisa, misal : B ml
- 11)Hitung persentasi volume pasir yang keras, dengan rumus sbb. :

$$K = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

D. Hasil

Volume sebelum direndam (A) = 50 ml

Volume sesudah direndam (B) = 30 ml

$$\begin{aligned}\text{Kekerasan Pasir} &= (50 - 30)\text{ml} / 50 \text{ ml} \times 100\% \\ &= 40 \%\end{aligned}$$

E. Pembahasan

Dari hasil uji kekerasan pasir terhadap sampel pasir diketahui kekerasannya sebesar 40% maka dapat disimpulkan bahwa kualitas kekerasan pasir tidak cukup bagus untuk digunakan (tidak efisien) karena akan terjadi pemecahan/penyusutan pasir pada saat dilakukan back wash.

3. Pemeriksaan Permeabilitas Tanah

A. Dasar Teori

Permeabilitas adalah kecepatan masuknya air pada tanah dalam keadaan jenuh. Penetapan permeabilitas dalam tanah baik vertial maupun horizontal sangat penting peranannya dalam pengelolaan tanah dan air. Tanah-tanah yang mempunyai kecepatan permeabilitas lambat, diinginkan untuk persawahan yang membutuhkan banyak air. Perkiraan kebutuhan air bagi tanaman memerlukan pertimbangan-pertimbangan kehilangan air dari tanah melalui rembesan ke bawah dan ke samping. Selain itu bagi daerah berdrainase buruk atau tergenang memerlukan data kecepatan permeabilitas tanah agar perencanaan fasilitas drainase dapat dibuat untuk dapat menyediakan jumlah air dan udara yang baik bagi pertumbuhan tanaman. (Santun dkk, 1980)

Jamulya dan Suratman Woro Suprodjo (1983), mengemukakan bahwa permeabilitas adalah cepat lambatnya air merembes ke dalam tanah baik melalui pori makro maupun pori mikro baik ke arah horizontal maupun vertikal. Tanah adalah kumpulan partikel padat

dengan rongga yang saling berhubungan. Rongga ini memungkinkan air dapat mengalir di dalam partikel melalui rongga dari satu titik yang lebih tinggi ke titik yang lebih rendah. Sifat tanah yang memungkinkan air melewatinya pada berbagai laju alir tertentu disebut permeabilitas tanah. Sifat ini berasal dari sifat alami granular tanah, meskipun dapat dipengaruhi oleh faktor lain (seperti air terikat di tanah liat). Jadi, tanah yang berbeda akan memiliki permeabilitas yang berbeda.

Koefisien permeabilitas terutama tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur tanah. Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin kecil pula ukuran pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya. Berarti suatu lapisan tanah berbutir kasar yang mengandung butiran-butiran halus memiliki harga k yang lebih rendah dan pada tanah ini koefisien permeabilitas merupakan fungsi angka pori. Kalau tanahnya berlapis-lapis permeabilitas untuk aliran sejajar lebih besar dari pada permeabilitas untuk aliran tegak lurus. Lapisan permeabilitas lempung yang bercelah lebih besar dari pada lempung yang tidak bercelah (unfissured).

Permeabilitas berhubungan erat dengan drainase. Mudah tidaknya air hilang dari tanah menentukan kelas drainase tanah tersebut. Air dapat hilang dari permukaan tanah maupun melalui presepan tanah. Berdasarkan atas kelas drainasenya, tanah dibedakan menjadi kelas drainase terhambat sampai sangat cepat. Keadaan drainase tanah menentukan jenis tanaman yang dapat tumbuh. Sebagai contoh, padi dapat hidup.

B. Pemeriksaan

1) Alat:

- a) Pipet ukur
- b) Gelas ukur
- c) Tabung uji permeabilitas tanah
- d) Timer

2) Bahan

- a) Pasir/tanah
- b) Air jernih

3) Cara kerja

- a) Siapkan tanah yang sudah dikeringkan
- b) Pasangkan kain tile (kain kasa/filter) pada tabung uji
- c) Masukkan tanah kering kedalam tabung uji setebal minimal 40 cm
- d) Tutup kran pematics pada tabung uji
- e) Masukkan air jernih kedalam tabung uji sampai tanah dimaksud menjadi jernih (moisture/kelembaban 100%)
- f) Tambahkan air jernih dengan volume tertentu (catat volumenya misal : J ml)
- g) Buka kran pematics, kemudian tampung airnya. Catat lama pembukaan kran (misal: K menit). Catat pula volumenya air yang tertampung (misal : L ml)
- h) Catat sisa air jernih pada tabung uji misal S ml)
- i) Catat luas tabung uji (misal: A cm²)
- j) Hitung permeabilitas tanah (Pm) sbb: $Pm = L / K / A$ ml/menit/cm²

4) Hasil :

- a) Jari-jari tabung (r) = 3 cm
- b) Tinggi tabung (t) = 6 cm
- c) Waktu (t) = 11 detik
- d) Permeabilitas pasir:
- e) Hitung volume tabung

$$\begin{aligned} V &= \pi r^2 t \\ &= 3.14 \times 3^2 \times 6 \\ &= 169,56 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

f) Hitung debit

$$\begin{aligned} Q &= V/T \\ &= 169,56 \text{ cm}^3 / 11 \text{ detik} \\ &= 15,45 \text{ cm}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

g) Hitung luas tabung

$$\begin{aligned} V &= \pi r^2 \\ V &= 3.14 \times 3^2 \\ V &= 28,26 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

h) Permeabilitas pasir

$$\begin{aligned} P_m &= Q/A \\ &= 15,45 \text{ cm}^3/\text{detik} / 28,26 \text{ cm}^2 \\ &= 0,54 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{detik} \\ &= 0,54 \text{ cm}/\text{detik} \end{aligned}$$

5) Pembahasan:

Permeabilitas pasir merupakan kemampuan tanah untuk melarutkan air/ mengaasamkan air. Berdasarkan hasil praktikum diperoleh hasil permeabilitas pasir sebanyak 0,54 cm/det

C. Faktor-faktor yang mempengaruhi permeabilitas

1) Tekstur tanah

Tekstur tanah adalah perbandingan antara pasir, liat, dan debu yang menyusun suatu tanah. Tekstur sangat berpengaruh pada permeabilitas. Apabila teksturnya pasir maka permeabilitas tinggi, karena pasir mempunyai pori-pori makro. Sehingga pergerakan air dan zat-zat tertentu bergerak dengan cepat.

2) Struktur tanah

Struktur tanah adalah agregasi butiran primer menjadi butiran sekunder yang dipisahkan oleh bidang belah alami. Tanah yang mempunyai struktur mantap maka permeabilitasnya rendah,

karena mempunyai pori-pori yang kecil. Sedangkan tanah yang berstruktur lemah, mempunyai pori besar sehingga permeabilitasnya tinggi. (Semakin kekanan semakin rendah)

3) Porositas

Permeabilitas tergantung pada ukuran pori-pori yang dipengaruhi oleh ukuran partikel, bentuk partikel, dan struktur tanah. Semakin kecil ukuran partikel, maka semakin rendah permeabilitas.

4) Viskositas cairan

Viskositas merupakan kekentalan dari suatu cairan. Semakin tinggi viskositas, maka koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin kecil.

5) Gravitasi

Gaya gravitasi berpengaruh pada kemampuan tanah untuk mengikat air. Semakin kuat gaya gravitasinya, maka semakin tinggi permeabilitasnya.

6) BI dan BJ

Jika BI tinggi, maka kepadatan tanah juga tinggi, sehingga permeabilitasnya lambat atau rendah.

D. Faktor-faktor yang di pengaruhi permeabilitas

1) Infiltrasi

Infiltrasi kemampuan tanah menghantar partikel. Jika permeabilitas tinggi maka infiltrasi tinggi. Infiltrasi yaitu proses meresap atau masuknya air ke dalam tanah melalui permukaan tanah dan merupakan besarnya tebal air yang dapat meresap ke dalam tanah dalam satuan waktu. Infiltrasi adalah sumber utama adanya air tanah, tanpa adanya infiltrasi air hujan ke dalam tanah maka tidak akan ada air di dalam tanah. Besarnya infiltrasi dinyatakan dalam satuan mm/hari atau cm/hari.

Faktor yang mempengaruhi besar kecilnya infiltrasi adalah sifat permukaan tanah, transmisi lapisan tanah, dan pengatusan kapasitas infiltrasi. Faktor sifat permukaan tanah ditentukan oleh kepadatan permukaan tanah dan ada tidaknya tumbuhan. Semakin padat kondisi permukaan tanah, maka tingkat infiltrasi akan semakin kecil hal ini terjadi karena tanah yang padat sulit ditembus oleh air.

Sementara itu adanya tumbuhan akan meningkatkan laju infiltrasi karena:

- a) Akar tanaman dapat menyebabkan struktur tanah menjadi gembur.
- b) Dapat menghambat aliran air hujan yang jatuh ke tanah, sehingga waktu tinggal air hujan akan lebih lama.
- c) Pemadatan yang diakibatkan oleh air hujan yang jatuh akan semakin berkurang.
- d) Cara bercocok tanam seperti terassiring dan counter ploughing yang benar, maka dapat memperbesar infiltrasi.
- e) Namun demikian, setiap jenis dan sifat tumbuhan memiliki tingkat pengaruh yang berbeda-beda, sedangkan kerapatan tumbuhan berpengaruh positif terhadap tingkat infiltrasi.

Sifat transmisi lapisan tanah sangat menentukan tingkat infiltrasi karena pada umumnya tanah itu berlapis-lapis. Sedangkan sifat transmisi lapisan tanah ditentukan oleh kemampuan setiap lapisan atau horizon tanah dalam meloloskan air yang melewatinya, atau kemampuan setiap lapisan tanah dalam pengtusan kapasitas tanah penampungan. Oleh karena itu walaupun lapisan permukaan bersifat meloloskan air (porus), tetapi kalau lapisan di bawahnya sulit meloloskan air, maka nilai infiltrasinya juga akan kecil.

Besarnya kecepatan infiltrasi nyata (f) lebih kecil atau sama dengan besarnya kapasitas infiltrasi (f_p). Hal ini disebabkan air di atas permukaan tanah tidak selalu tersedia dalam jumlah

yang cukup atau berlebih, sehingga infiltrasi nyata besarnya tergantung pada air yang tersedia saat itu. Hasil pengukuran infiltrasi dinyatakan dalam bentuk grafik hubungan antara tingkat infiltrasi dengan waktu.

Infiltrasi merupakan proses penyerapan air oleh tanaman yang berlangsung pada tanah yang dipengaruhi oleh tingkat kelembapan suatu tanah dan juga kadar air tanah dan kandungan bahan organik tanah.

2) Erosi

Erosi perpindahan massa tanah, jika permeabilitas tinggi maka erosi rendah

3) Drainase

Drainase adalah proses menghilangnya air yang berlebihan secepat mungkin dari profil tanah. Mudah atau tidaknya air hilang dari tanah menentukan kelas drainase tersebut. Air dapat menghilang dari permukaan tanah melalui peresapan ke dalam tanah. Pada tanah yang berpori makro proses kehilangan airnya cepat, karena air dapat bergerak dengan lancar. Dengan demikian, apabila drainase tinggi, maka permeabilitas juga tinggi.

4) Konduktivitas

Konduktivitas dapat didapat saat kita menghitung kejenuhan tanah dalam air (satuan nilai), untuk membuktikan permeabilitas itu cepat atau tidak. Konduktivitas tinggi maka permeabilitas tinggi.

5) Run off

Run off merupakan air yang mengalir di atas permukaan tanah. Sehingga, apabila run off tinggi maka permeabilitas rendah.

6) Perkolasi

Perkolasi merupakan pergerakan air di dalam tanah. Pada tanah yang kandungan litany tinggi, maka perkolasi rendah. Sehingga, apabila perkolasi rendah maka permeabilitasnya pun rendah.

Permeabilitas tanah memiliki lapisan atas dan bawah. Lapisan atas berkisar antara lambat sampai agak cepat (0,20 – 9,46 cm jam⁻¹), sedangkan di lapisan bawah tergolong agak lambat sampai sedang (1,10 -3,62 cm jam⁻¹).

(N. Suharta dan B. H Prasetyo. 2008)

4. Pengukuran Suhu Tanah

- a. Bersihkan permukaan tanah yang akan diukur suhunya ± 30 cm
- b. Buat lobang yang besarnya kira-kira sama dengan ukuran thermometer
- c. Masukkan thermometer dalam lobang tersebut
- d. Biarkan beberapa saat
- e. Baca suhu pada Thermometer.

5. Penentuan Tekstur Tanah Sebagai Secara Kualitatif

A. Teori

Tekstur tanah menunjukkan kasar halusnya tanah dan merupakan perbandingan antara butir-butir pasir, debu dan liat. Berdasarkan ukuran butir tanah maka untuk pasir (0,005-2 mm). debu (0,002-0,005 mm) dan liat (< 0,002 mm).

B. Penentuan Tekstur Tanah

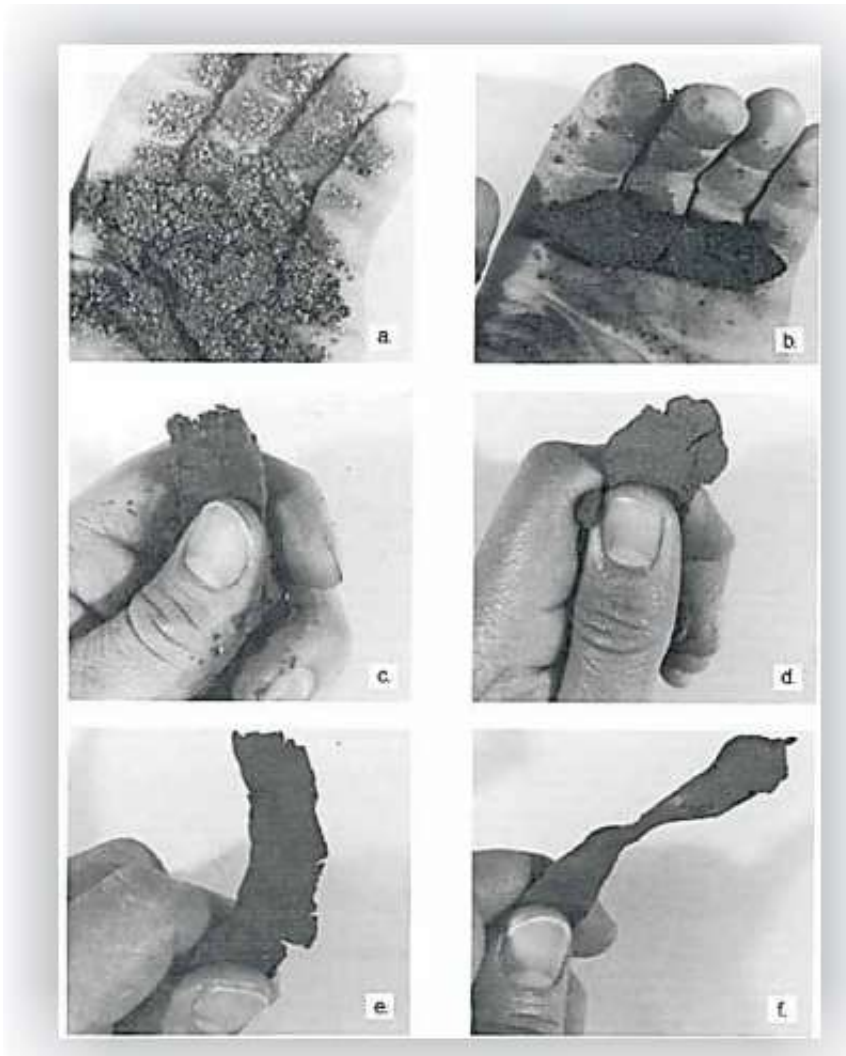
- 1) Siapkan contoh tanah dari beberapa lokasi
- 2) Ambil sampel tanah, basahi dengan air sehingga membentuk suatu adonan yang dapat dibentuk
- 3) Bentuk adonan tanah tersebut

4) Tentukan tekstur tanah tersebut dengan berpedoman pada tabel berikut :

No	Bentuk yang dapat dibuat dari adonan tanah	Klas Tekstur
1	Rasa kasar terasa sangat jelas, tidak melekat dan tidak dapat dibentuk menjadi bola	Pasir
2	Rasa kasar terasa jelas, sedikit sekali melekat, dapat dibentuk menjadi bola tapi mudah hancur	Pasir berlempung
3	Rasa kasar agak jelas, agak melekat, dapat dibentuk bola tapi mudah hancur	Lempung berpasir
4	Terasa licin agak melekat, dapat dibentuk bola agak teguh dan gulungan dengan permukaan mengikat	Lempung berdebu
5	Tidak terasa kasar , tidak licin, agak melekat, dapat dibentuk bola yang teguh, dapat digulung dengan permukaan mengkilat	Lempung
6	Terasa licin sekali , agak melekat, dapat dibentuk bola yang teguh,	Debu
7	Terasa agak licin, agak melekat, dapat dibentuk bola yang teguh, dapat dibentuk gulungan yang mudah hancur	Lempung berliat
8	Terasa halus sedikit bagian agak kasar, agak melekat, dapat dibentuk bola agak teguh, dapat dibentuk gulungan mudah hancur	Lempung liat berpasir
9	Terasa halus, agak licin, melekat, dapat dibentuk bola teguh, dapat dibentuk gulungan dengan permukaan mengikat	Lempung liat berdebu
10	Terasa halus, berat tapi sedikit kasar, melekat, dapat dibentuk bola teguh,	Liat berpasir

No	Bentuk yang dapat dibuat dari adonan tanah	Klas Tekstur
	mudah dibuat gulungan	
11	Terasa halus, berat, agak licin, sangat lekat, dapat dibentuk bola teguh, mudah dibuat gulungan	Liat berdebu
12	Terasa berat dan halus, sangat lekat, dapat dibentuk bola dengan baik, mudah dibuat gulungan	Liat

Tekstur tanah menunjukkan kasar halusnya tanah. Tekstur tanah merupakan perbandingan antara butir-butir pasir, debu dan liat. Tekstur tanah dikelompokkan dalam 12 kelas tekstur. Kedua belas klas tekstur dibedakan berdasarkan prosentase kandungan pasir, debu dan liat. Tekstur tanah di lapangan dapat dibedakan dengan cara manual yaitu dengan memijit tanah basah di antara jari jempol dengan jari telunjuk, sambil dirasakan halus kasarnya yang meliputi rasa keberadaan butir-butir pasir, debu dan liat, dengan cara sebagai berikut: 1. Ambil segumpal tanah kira-kira sebesar kelereng, basahi dengan air hingga dapat ditekan 2. Pijit contoh tanah dengan ibu jari dan telunjuk, kemudian bentuk seperti benang sambil dirasakan. Langkah pertama yang perlu ditetapkan adalah apakah tanah tersebut bertekstur liat, lempung berliat, lempung atau pasir. a. Jika terasa berbentuk butir-butir, maka yang dominan adalah pasir. Tetapi, jika terasa lembut (halus dan licin) seperti tepung, maka debu yang dominan. b. Jika tidak terbentuk benang, kemungkinan lempung berpasir (Gambar c). c. Jika bentukan benang tersebut terbentuk tapi mudah patah, maka kemungkinan lempung berliat.



Gambar 8. 2. Penentuan Tekstur Tanah

6. Konsistensi Tanah

A. Teori

Konsistensi tanah menunjukkan integrasi antara kekuatan daya kohesi butir-butir tanah. Keadaan tersebut ditunjukkan dari daya tahan tanah terhadap gaya yang akan mengubah bentuk seperti pencangkulan, pembajakandan penggaruan. Tanah yang mempunyai

konsistensi baik umumnya mudah diolah dan tidak melekat pada alat pengolah. Penetapan konsistensi tanah dapat dilakukan dalam 3 kondisi.

B. Penentuan Konsistensi Tanah

1) Dalam Keadaan Basah

- Siapkan sampel tanah dari beberapa lokasi
- Ambil sedikit sampel tanah dan basahkan diantara jari telunjuk dan jempol
- Rasakan kelekatan sampel tanah tersebut
- Tentukan klas kelekatan tanah tersebut :
 - 0 : Tidak lekat, tidak ada adhesi antara jari
 - 1 : Agak lekat, adhesi dijari dan mudah lepas
 - 2 : Lekat, adhesi dijari dan apabila dipijit lepas
 - 3 : Sangat lekat, adhesi dijari kuat, sukar dilepas

2) Dalam Keadaan Lembab

- Ambil sampel tanah yang lembab
- Letakkan diantara jari telunjuk dan jempol
- Rasakan konsistensi tanah
- Tentukan konsistensi tanah tersebut :
 - 0 : Lepas-lepas
 - 1 : Sangat gembur, bila dipijit mudah hancur
 - 2 : Gempur, dengan pijatan agak kuat baru hancur
 - 3 : Teguh, dipijat sukar hancur
 - 4 : Sangat teguh, perlu tenaga agak kuat baru hancur
 - 5 : Luar biasa teguh, dipijat tidak hancur

3) Dalam Keadaan Kering

- Siapkan sampel tanah kering dari beberapa lokasi
- Letakkan diantara jari telunjuk dan jempol
- Rasakan konsistensi tanah
- Tentukan konsistensi tanah sebagai berikut :

- 0 : Lepas – lepas
- 1 : Lunak, ditekan sedikit hancur
- 2 : Agak keras, agak tahan terhadap pijitan jempol dan telunjuk
- 3 : Keras, dipijit agak kuat bru hancur
- 4 : Sangat keras, tidak dapat dipecahkan dengan jari.

8.2.2 Pemeriksaan Kimia Tanah

1. Pemeriksaan Kadar Air

Alat dan bahan yang digunakan

- a. Tempat menimbang sampel tanah
- b. Oven
- c. Desikator
- d. Timbangan
- e. Sampel tanah kering

Cara Kerja

- a. Timbang 5 gram sampel tanah kering dalam kaca porselen yang telah diketahui bobotnya
- b. Keringkan dalam oven suhu 105 °C selama 24 jam
- c. Dinginkan dalam desikator
- d. Timbang kembali bobot yang hilang menyatakan kadar air.

2. Pengukuran pH

- a. Siapkan sampel tanah dari beberapa lokasi
- b. Ambil contoh tanah dan masukkan kedalam tabung reaksi dengan volume satu bagian
- c. Tambahkan larutan H₂O atau KCl 1 N dengan volume 2,5 bagian
- d. Kocok larutan tersebut
- e. Diamkan larutan beberapa saat sampai terjadi perpisahan antara massa tanah dengan larutan
- f. Tentukan pH tanah dengan kertas lakmus atau dengan PH meter
- g. Bandingkan pH tranah dari berbagai lokasi sumber sampel.

3. Pemeriksaan C-Organik dalam Sampel Tanah

a. Dasar Penetapan

Karbon sebagai senyawa organik akan mereduksi Cr^{+6} yang berwarna jingga menjadi Cr^{+3} yang berwarna hijau dalam suasana asam. Intensitas warna hijau yang terbentuk setara dengan kadar karbon dan dapat diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 561 nm.

b. Alat dan bahan

- Gelaskimia 250 ml
- Gelasukur 100 ml
- Erlenmeyer 100 ml
- Pipet ukur 10 ml
- Corong
- Neraca Analitik
- Labu ukur
- Buret
- Karet hisap
- Spektrofotometer
- Kertas saring
- Sampel tanah
- H_2SO_4 pekat
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

c. Cara kerja

1) Pembuatan larutan induk 1000 ppm

Timbang 2,500 gram glukosa. Dilarutkan dengan akuades kedalam labu ukur 1 liter, paskan sampai tanda baris.



Proses pembuatan larutan standar Glukosa dalam labu ukur.



2) Metode yang digunakan : metode Walkoy nd Black

- Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.



Alat Spektrofotometer dan larutan standar Glukosa yang sudah dibuat.

- Timbang sampel tanah 0,5 gram ukuran, 0,5 mm dan masukkan ke dalam labu ukur 100ml.
- Tambahkan 5 ml $K_2Cr_2O_7$ 1N dan *homogenkan*.
- *Tambahkan 7,5 ml H_2SO_4 pekat dan homogenkan dan diamkan selama 30 menit.*
- *Lalu tambahkan akuades sampai tanda batas pada labu ukur.*
- *Diamkan selama 24 jam hingga membentuk endapan, lalu saring dengan kertas saring*

- Kemudian filtrate ukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 561 nm

Berikut adalah Proses Pembacaan dengan spektrofotometer. dengan panjang gelombang 561 Nm

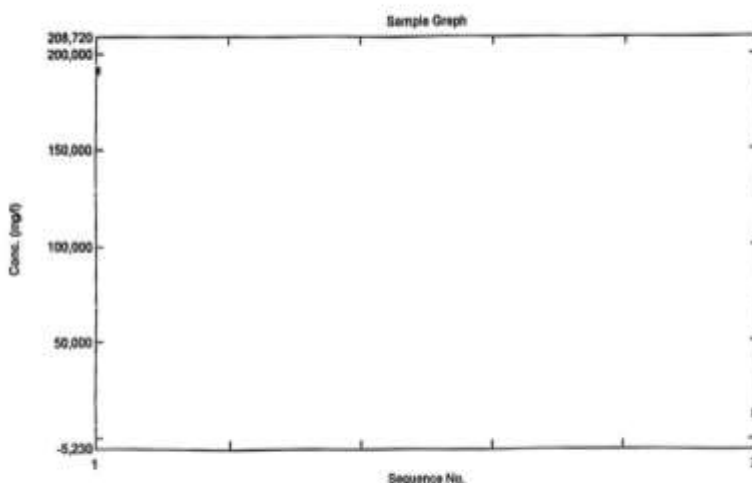


Pembacaan hasil dengan spektrofotometer untuk larutan sampel dan standar.

Sample Table Report

18/05/2024 10:23:08

File Name: D:\POLTEKES 2024\KELOMPOK 1 STANDAR 1.pho

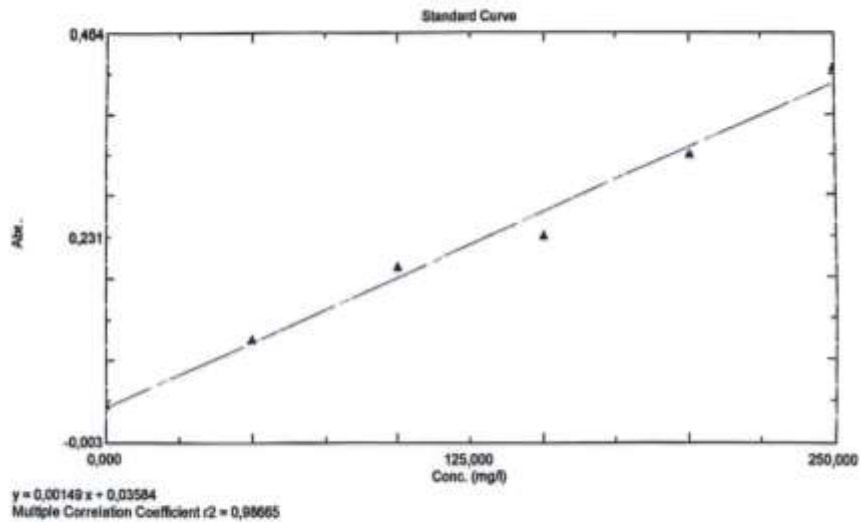


Sample Table						
	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL561.0	Comments
1	GRASP/CL	Unknown		190.080	0.318	
2	SAMPLE 2	Unknown		12.599	0.055	
3						

Standard Table Report

18/05/2024 10:23:38

File Name: D:\POLTEKES 2024\KELOMPOK 1 STANDAR 1.pho



	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL561.0	Wgt.Factor	Comments
1	BLANKO	Standard		0.000	0.038	1.000	
2	1	Standard		50.000	0.114	1.000	
3	2	Standard		100.000	0.196	1.000	
4	3	Standard		150.000	0.231	1.000	
5	4	Standard		200.000	0.324	1.000	
6	5	Standard		250.000	0.425	1.000	
7							

- Lakukan juga pada larutan blanko dan standar (glukosa/sukrosa 5000 ppm) dengan variasi konsentrasi 0, 50, 100, 150, 200, 250 ppm

Perhitungan

Kadar C-organik (%)

$$\begin{aligned}
 &= \text{ppm kurva} \times \text{ml ekstrak} / 1000 \text{ ml} \times 100 / \text{mg contoh} \times \text{fk} \\
 &= \text{ppm kurva} \times 100 / 1000 \times 100 / 500 \times \text{fk} \\
 &= \text{ppm kurva} \times 10 / 500 \times \text{fk}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

Ppm Kurva = Hasil perolehan kurva

100 = konversi ke %

Fk = Faktor koreksi kadar air = $100 / (100 - \% \text{ kadar air})$.

d. Hasil pembacaan dengan spektrofotometri:

JENIS LARUTAN	KONSENTRASI (ppm)	ABSORBAN (A)
Larutan Blanko	0 ppm	0,038
Larutan Standar 1	50 ppm	0,114
Larutan Standar 2	100 ppm	0,196
Larutan Standar 3	150 ppm	0,231
Larutan Standar 4	200 ppm	0,324
Larutan Standar 5	250 ppm	0,425
Larutan Sampel 1	61,35 ppm	0,127
Larutan Sampel 2 (pengenceran)	1,099 ppm	0,020

- Kadar Air = 0,88 %

- Faktor Koreksi:

$$fk = \frac{100}{(100 - \%kadar\ air)}$$

$$fk = \frac{100}{(100 - 0,88 \%)}$$

$$fk = \frac{100}{99,12}$$

$$fk = 1,009$$

- Perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar } C - \text{Organik} &= ppm\ kurva \times \frac{10}{500} \times fk \\
 &= 61,35 \times 0,02 \times 1,009 \\
 &= 1,238\ ppm
 \end{aligned}$$

4. Pemeriksaan Pospor-Tersedia dan Kalium(Cara Ekstrak)

Pospor dalam bentuk cadangan ditetapkan dengan menggunakan pengestrak HCl 25%. Pengestrak ini akan melarutkan bentuk-bentuk senyawa pospat dan kalium mendekati kadar P dan K-total. Ion pospat dalam ekstrak akan bereaksi dengan ammonium molibdat dalam suasana

asam membentuk asam pospomalibdad yang akan bereaksi dengan asam askorbat menghasilkan larutan berwarna biru. Intensitas warna biru larutan dapat diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 889 nm.

1) Alat dan bahan

- Erlenmeyer 100 ml
- Labu ukur 50 ml
- Pipet ukur 10 ml
- Corong
- Shaker
- Neraca analitik
- Karet hisap
- Spektrofotometer
- Sampel tanah
- Kertas saring
- Pereaksi P
- Asam sitrat

2) Cara kerja

Metode yang digunakan : metode Bray 1

- Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- Timbang 2,5 gram sampel tanah dan masukkan ke dalam botol kocok.
- Tambahkan 25 ml pereaksi P.
- Homogenkan sampel menggunakan shaker selama 30 menit.
- Diamkan beberapa menit sampai tanah terpisah dengan air.
- Setelah tanah terpisah dengan air, lalu saring menggunakan kertas saring.
- Dari 25 ml larutan yang disaring ambil ekstraknya 5 ml.
- Lalu tambahkan 5 ml pewarna P
- Kemudian ukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 889 nm.
- Pereaksi Pekat

Larutkan 12 g $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dengan 100 ml air bebas ion dalam labu ukur 1 ltr. Tambahkan 0,277 g $\text{H}_2\text{O}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 0,5 \text{ K}$ (ammonium Molibdavanadat dan secara perlahan 140 ml H_2SO_4 pekat. Jadikan 1 ltr dengan air bebas ion.

- Pereaksi pewarna
Campuran 1,06 g asam askorbat dan 100 ml pereaksi P pekat.

3) Cara lain

Penetapan pospor sebagai P_2O_5

Preparasi sampel

Timbang dengan teliti 1,000 g contoh halus, masukkan dalam lumpang. Tambahkan sedikit demi sedikit larutan asam sitrat 2% sambil digerus. Masukkan kedalam labu ukur 500 ml dibilas sampai lumpang bersih. Diencerkan dengan asam sitrat 2% hingga tanda garis dan homogenkan. Saring dengan kertas saring whatman 40. Pipet 5 ml larutan contoh masukkan kedalam labu ukur 100 ml. Diencerkan dengan 500 ml, ditambah 2 ml pereaksi ammonium molibdavanadat, kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda garis dan homogenkan. Dibiarkan selama 10 menit. Dibaca intensitas warna dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 420 nm dan 440 nm. Dibuat kurva standar. Hitung kadar P_2O_5 dalam contoh.

4) Pembuatan larutan Standar

Timbang dengan teliti 1,2271 g KH_2PO_4 yang telah dikeringkan pada suhu 105°C dan larutkan dalam 1 ltr dengan akuades. Pipet 0, 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 ml masukkan kedalam labu ukur 50 ml, encerkan dengan akuades. Tambahkan 5 ml ammonium molibdavanadat, encerkan sampai tanda garis dan homogenkan. Baca intensitas warna dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 420 nm dan 440 nm. Dibuat kurva kalibrasi.

5. Pemeriksaan K-Total Dalam Sampel Tanah

1) Alat dan bahan

- Erlenmeyer 100 ml
- Labu ukur 50 ml
- Pipetukur 10 ml
- Gelas ukur 100 ml
- Corong
- Shaker
- Neraca analitik
- Karethisap
- AAS
- Sampel tanah
- Amonium asetat
- Kertas saring

2) Cara kerja

- Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- Timbang 1 gram sampel tanah dan masukkan ke dalam erlenmeyer.
- Tambahkan 50 ml amonium asetat.
- Homogenkan di shaker selama 30 menit.
- Biarkan selama 24 jam.
- Setelah didiamkan, homogenkan lagi menggunakan shaker selama $\frac{1}{2}$ jam.
- Saring dan masukkan ke dalam labu ukur 50 ml.
- Paskan dengan aquadest.
- Ukur menggunakan AAS.

3) Cara lain ;

- Penetapan Kalium metoda Mogan Venema
- Persiapan larutan contoh
Timbang dengan teliti 20 g contoh tanah ukuran 2 mm, tambahkan 100 ml ammonium asetat pH 4,8 dan kocok selama 30 menit dengan shaker. Saring dengan kertas saring lipat berlipat dan

sarinya (ekstrak) ditampung dengan Erlenmeyer 250 ml. Dipipet 5 ml hasil saringan dan masukkan ke dalam labu ukur 50 ml dan encerkan sampai tanda batas.

- Persiapan Larutan standar Kalium
Dilarutkan standar K 100 ppm dengan menimbang KCl sebanyak 0,0953 g KCl dalam 500 ml, pelarut standar yang digunakan adalah Ammonium asetat pH 4,8 yang telah diencerkan 10 kali dengan larutan standar 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm (standar 0 dibuat dari larutan ammonium asetat yang diencerkan 10 kali). Baca dengan spektrofotometer

6. Penetapan Nitrogen Total (kjedahl)

1) Dasar Penetapan.

Senyawa nitrogen organik di oksidasi dalam lingkungan asam sulfat pekat dengan katalis campuran selen membentuk $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Metoda ini tidak dapat menetapkan nitrogen dalam bentuk nitrat. Kadar ammonium dalam ekstrak dapat ditetapkan dengan cara destilasi atau spektrofotometri. Pada cara destilasi, ekstrak dibasakan dengan penambahan larutan NaOH. Selanjutnya NH_3 yang dibebaskan diikat oleh asam borat dan dititrasi dengan larutan baku H_2SO_4 menggunakan indikator Conway.

2) Alat dan bahan :

- Erlenmeyer 100 ml
- Pipetukur 10 ml
- Gelas ukur 100 ml
- Buret 25 ml
- Labu kjedahl
- Peralatan Destruksi
- Peralatan Destilasi
- Shaker
- Neraca analitik
- Karet hisap
- Spektrofotometer

- Sampel tanah
- Selen
- H_2SO_4 pekat
- H_3BO_3
- Indikator Conway.
- Aquadest
- NaOH 40 %
- Sampel tanah

3) Cara kerja

a) Destruksi

- Timbang 0,5 gr sampel tanah dan masukkan ke dalam labu kjeldal.



- Tambahkan 0,5 gr selen dan 5 ml H_2SO_4 pekat.



- Lalu destruksi sampai warna berubah menjadi putih susu dan dinginkan.



- Tambahkan aquadest 40 ml dan 20 ml NaOH 40% ke dalam labu kjedahl.



Selama proses destruksi berlangsung, berikan aquades sedikit demi sedikit agar larutan tidak kering.

- Pemindahan larutan ekstrak sampel ke labu ukur 100 ml, encerkan hingga garis batas dengan aquades. Homogenkan, biarkan semalaman.



- Lanjutkan dengan destilasi.

b) Destilasi

- Pasangkan labu kjedal yang berisi sampel dan sudah dilakukan destruksi ke bagian atas alat destilasi.



Rangkaian alat destilasi.

- Masukkan H_3BO_3 10 ml ke dalam erlenmeyer 100 ml sebagai penampung hasil destilasi.
- Tambahkan 1-3 tetes indicator Conway, lalu pasang erlenmeyer ke alat destilasi.
- Lalu destilasi sampai warna berubah menjadi hijau dan bersisa 40 ml.



c) Titrasi

- Kemudian titrasi larutan menggunakan H_2SO_4 0,05 N sampai larutan berubah menjadi warna merah muda.



- Kemudian catat pemakaianya dan hitung kandungan N dengan menggunakan rumus :

$$\% N = \frac{\text{ml penitar} - \text{ml blanko} \times N \times \text{BE Nitrogen}}{\text{berat (mg)}}$$

- Hasil titrasi, catat volume pemakaian H_2SO_4 0,05 N. Lakukan perhitungan dengan rumus:

$$\text{Kadar nitrogen} = (V_c - V_b) \times N \times 2,8 \times f_k$$

4) Hasil N-Total

Didapatkan hasil titrasi:

- V_c = 0,4 ml
- V_b = 0,2 ml
- Nilai N dari H_2SO_4 = 0,05 N
- Kadar air = 0,9 %
- Faktor koreksi :

$$f_k = \frac{100}{(100 - \% \text{kadar air})}$$

$$f_k = \frac{100}{(100 - 0,9)}$$

$$f_k = \frac{100}{99,1}$$

$$f_k = 1$$

- Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Nitrogen (\%)} &= (V_c - V_b) \times N \times 2,8 \times f_k \\ &= (0,4 - 0,2) \times 0,05 \times 2,8 \times 1 \\ &= 0,2 \times 0,14 \\ &= 0,028 \% \end{aligned}$$

7. Pemeriksaan Pb dalam Sampel Tanah

1) Prinsip

Analisis timbal dengan Spektrofotometer Serapan Atom berdasarkan pada proses penyerapan energi radiasi atom pada panjang gelombang 283,3 nm.

2) Alat dan Bahan

- Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)
- Kaca Arloji
- Gelas kimia
- Pipet gondok
- Larutan induk Pb 1000 ppm
- Asam Nitrat
- Asam perklorat

3) Cara Kerja

Sebelum analisis, tanah dikering-anginkan dan diayak dengan saringan 2 mm. Kemudian sampel tanah yang sudah halus diambil sebanyak 1 gram, masukkan kedalam gelas kimia, tambahkan 30 ml HNO_3 dan 10 ml HCl . Tutup dengan kaca arloji, panaskan perlahan. Diamkan selama 24 jam, tambahkan 30 ml HClO_4 , selanjutnya didestruksi selama $\frac{1}{2}$ jam. Sampel kemudian disaring dan masukkan kedalam labu ukur 100 ml dan homogenkan, disaring, lakukan pengukuran kadar logam Pb dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

- Proses penimbangan untuk pembuatan larutan standar logam Pb dan Cd.



- Pembuatan larutan standar dengan konsentrasi 0,5, 1, 1,5, 2, dan 2,5 ppm.



- Proses pemanasan secara bertingkat – tingkat sesuai dengan modul pada larutan blanko dan sampel. Selama proses pemanasan larutan blanko dan sampel diberi aquades sedikit demi sedikit agar larutan tidak kering. Proses pemanasan dilakukan sampai uap kuning hilang.



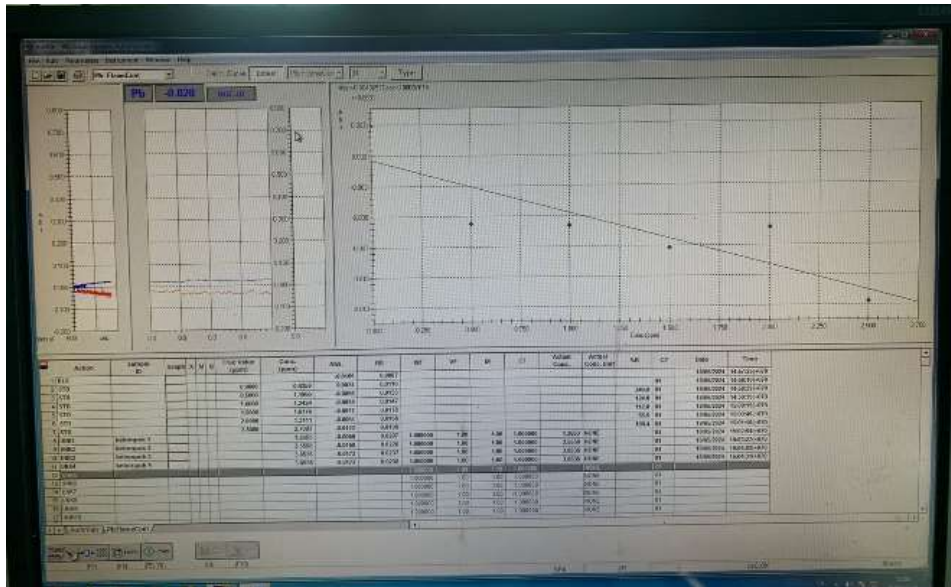
- Proses destruksi dalam pemeriksaan logam Pb dan Cd Destruksi selesai dengan adanya endapan putih/larutan jernih.



- Proses Pembacaan hasil larutan sampel dan standar serta blanko pemeriksaan logam Pb dan Cd dengan alat SSA dengan panjang gelombang Pb (283,3 Nm) dan Cd (228,8 Nm).



- Pembacaan Hasil
Hasil pembacaan dengan alat SSA . Selanjutnya hitung kadar logam Pb dan Cd dengan rumus:
Kadar logam = Ppm kurva x 10 x fk



4) Hasil Pemeriksaan Pb

Hasil pembacaan dengan Spektrofotometer Serapan Atom

JENIS LARUTAN	KONSENTRASI (ppm)	ABSORBAN (A)
Larutan Blanko	0 ppm	0,0024
Larutan Standar 1	0,5 ppm	- 0,0056
Larutan Standar 2	1 ppm	- 0,0058
Larutan Standar 3	1,5 ppm	- 0,0077
Larutan Standar 4	2 ppm	- 0,0061
Larutan Standar 5	2,5 ppm	- 0,0122
Larutan Sampel	3,8536 ppm	- 0,0172

- Kadar air = 0,9 %
- Faktor koreksi :

$$fk = \frac{100}{(100 - \%kadar\ air)}$$

$$fk = \frac{100}{(100 - 0,9)}$$

$$fk = \frac{100}{99,1}$$

$$fk = 1$$

- Perhitungan :

$$\begin{aligned} Kadar\ Pb &= ppm\ kurva \times \frac{25}{1} \times fk \\ &= 3,8536 \times 25 \times 1 \\ &= 96,34\ ppm \end{aligned}$$

5) Hasil Pemeriksaan Kadmium (Cd)

- Hasil pembacaan dengan Spektrofotometer Serapan Atom(SSA)

JENIS LARUTAN	KONSENTRASI (ppm)	ABSORBAN (A)
Larutan Blanko	0 ppm	0,0024
Larutan Standar 1	0,5 ppm	- 0,0056
Larutan Standar 2	1 ppm	- 0,0058
Larutan Standar 3	1,5 ppm	- 0,0077
Larutan Standar 4	2 ppm	- 0,0061
Larutan Standar 5	2,5 ppm	- 0,0122
Larutan Sampel	0,39 ppm	0,0012

- Kadar air = 0,9 %
- Faktor koreksi :

$$fk = \frac{100}{(100 - \%kadar\ air)}$$

$$fk = \frac{100}{(100 - 0,9)}$$

$$fk = \frac{100}{99,1}$$

$$fk = 1$$

- Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Cd} &= \text{ppm kurva} \times \frac{25}{1} \times fk \\ &= 0,39 \times 25 \times 1 \\ &= 9,75 \text{ ppm} \end{aligned}$$

8.2.3 Pemeriksaan Organisme Tanah

Organisme tanah merupakan perihal yang penting untuk dilakukan pemeriksaan disamping fisik dan kimia tanah. Organisme tanah merupakan indikator tingkat kesuburan tanah dengan melihat jumlah makro organisme maupun mikro organisme. Semakin banyak jumlah dan jenis organisme yang terdapat dalam tanah maka semakin subur tanah tersebut atau indeks kesuburan tanah (fertility indeks).

Tanah yang mempunyai nilai produktivitas yang tinggi, tidak hanya terdiri dari bagian padat, cair dan udara saja, tetapi harus ada jasad hidup yang merupakan organisme hidup. Sebaliknya aktivitas organisme tanah dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu:

1. Iklim organisme tanah lebih banyak ditemui jumlah (populasi)nya dan keragamannya pada tanah didaerah yang mempunyai curah hujan dan temperature yang tinggi dibandingkan di daerah yang mempunyai curah hujan dan temperature rendah
2. Tanah tingkat kemasaman, kandungan hara dan umur tanah dapat mempengaruhi organisme dalam tanah
3. Vegetasi pada lokasi tanah-tanah hutan ditemui organisme yang lebih banyak dan lebih beragam dibandingkan pada lokasi padang rumput.

Untuk melihat makro organisme ada dua cara, yaitu dengan hand sorting dan monolith dimana dapat melihat bentuk profil tanah secara mini dengan kedalaman maksimal 40 cm, namun untuk melihat profil tanah yang sebenarnya adalah pada kedalaman 1. 2 m.

1. Pemeriksaan Makro Organisme

Alat dan bahan:

- Cangkul
- Papan
- Pisau
- Kain putih
- Pinset

Cara Kerja:

- 1) Bersihkan permukaan tanah dengan cangkul
- 2) Ambil lapisan tanah dengan kedalaman 10 cm dan letakkan pada kain putih
- 3) Lakukan koleksi makro organisme dan hitung jumlah makro organisme yang ditemukan
 - Jumlah (Intemsitas) :
 - Keragaman (disersitas) :
- 4) Lakukan sampai kedalam 40 cm

2. Pemeriksaan Respirasi Pada Tanah

Pengambilan sampel

- Lakukan pengamatan pada lahan yang akan diambil sampel tanahnya
- Ukur tanah berbentuk persegi dengan sisi ukuran 60 cm
- Bersihkan vegetasi dengan cangkul dan amati mikroorganisme yang ada di permukaan tanah
- Selanjutnya ambil sampel tana pada kedalaman 0-30 cm untuk mengamati mikroorganisme di laboratirium

- Masukkan sampel ke dalam kantong plastic
- Bawa sampel ke laboratorium.

Respirasi

- Sebelum melakukan praktikum, semua alat harus disterilisasikan terlebih dahulu
- Timbang sampel tanah sebanyak 300 g, masukkan ke dalam toples kedap udara dalam keadaan miring
- Pipet 10 ml KOH, lalu masukkan kedalam botol film 1 , temple label KOH
- Pipet 10 ml H₂O, lalu masukkan ke dalam botol film 2, temple label H₂O
- Masukkan botol film KOH dan H₂O ke dalam toples kedap udara
- Tutup rapat toples kedap udara Inkubasi selama 1 minggu
- Besoknya dilakukan titrasi
- Setelah di inkubasi selama 1 minggu, keluarkan toples dari incubator
- Keluarkan botol film KOH dan H₂O dari toples
- Masukkan KOH ke dalam Erlenmeyer susu
- Tambahkan 4 tetes indikator PP larutan akan berubah menjadi pink
- Titrasi dengan HCl 0. 5 N sampai warna larutan kembali semula (putih susu)
- Tambahkan 5 ml BaCl₂ kedala Erlenmeyer, larutan menjadi warna putih

Perhitungan

- Catat hasil pemakaian HCl
- Cari luas penampang toples dengan rumus lingkaran
$$\text{Luas lingkaran} = \pi r^2$$

Jumlah mikrobiologi tanah

$$\text{MgCO}_2 = (S-C) 22 \times L \text{ penampang.}$$

Pembahasan:

Semakin banyak jumlah dan keragaman makro organisme maka tanah tersebut semakin kaya akan kandungan organiknya. Hal tersebut menandakan bahwa terjadi peningkatan aktifitas yang terjadi di dalam tanah yang disebabkan oleh banyaknya makro organisme yang ada di dalam tanah tersebut.

3. Pemeriksaan Mikro Organisme:

Alat dan bahan:

- Erlenmeyer
- Tabung reaksi
- Pipet ukur
- Petridish
- Karet hisap
- Timbangan
- Autoklaf
- Inkubator
- Kompor Listrik
- Batang pengaduk
- Thermometer
- Garam akuades (NaCl 0.5 M)
- NA dan PDA

Cara Kerja:

1. Ambil tanah segar (fresh soil) sample sebanyak 10 gr dan letakkan kedalam Erlenmeyer
2. Tambahkan 90 ml larutan steril garam akuades, homogenkan
3. Ambil 1 ml untuk pengenceran 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} dengan 9 ml larutan garam akuades
4. Pada pengenceran 10^{-5} dan 10^{-6} ambil masing 1 ml dan tanam pada media NA dan PDA
5. Inkubasi selama 3 x 24 jam di dalam incubator dengan suhu 30 °C
6. Lakukan penghitungan koloni dengan satuan CFU/gram

Pembahasan:

Mikro organisme berperan untuk merombak bahan- organik menjadi bahan an organik yang akan di butuhkan oleh tanaman. Media Nutrien Agar merupakan ekstrak daging yang banyak mengandung protein (Nitrogen) sebagai media untuk pertumbuhan bakteri. Media PDA merupakan kentang yang banyak mengandung karbohidrat (karbon) sebagai media untuk pertumbuhan jamur. Hal tersebut dapat mengindikasi:

C/N → rendah menandakan tanah tersebut banyak mengandung bakteri

C/N → tinggi menandakan tanah tersebut banyak mengandung jamur

4. Pemeriksaan Sanitasi Tanah

Pemeriksaan sanitasi tanah dibatasi pada pemeriksaan adanya telur dan larva cacing usus pada tanah permukaan. Metode yang dipilih adalah metode yang sudah ada dan dipakai secara meluas di Indonesia. Adanya telur atau cacing usus pada tanah permukaan dapat diperkirakan bahwa tanah tersebut telah tercemar oleh kotoran manusia. Ini berarti pula bahwa penggunaan jamban di daerah tersebut masih merupakan masalah.

A. Penetapan Lokasi :

Lokasi pengambilan sampel tanah adalah di halaman rumah-rumah penduduk misalnya di desa percontohan kesehatan lingkungan, daerah kumuh, desa nelayan, daerah transmigrasi dan lain-lain. Prioritas lokasi adalah di halaman rumah penduduk yang diperkirakan belum semua anggota keluarga menggunakan jamban. Titik lokasi pengambilan sampel di tempat-tempat sebagai berikut:

- 1) Di dalam rumah yang berlantai tanah perlu diambil sampel tanah seperti pada tempat-tempat yang ada ruang keluarga sekitar dapur dan kamar mandi
- 2) Di halaman rumah seperti sekitar tempat bermain anak-anak, sekitar jamban, halaman yang lembab atau halaman rumah yang diperkirakan tercemar kotoran manusia.

B. Pengambilan Sampel

Sampel tanah yang dimaksud adalah tanah permukaan. Tanah permukaan adalah bagian dari tanah yang berada pada permukaan. Bagian tanah ini diambil dengan mudah dengan cara pengerokan dengan sendok semen. Hal penting diketahui karena telur/larva cacing usus tersebar pada tanah adalah berada pada permukaan tanah.

1) Peralatan

Alat-alat yang dipergunakan untuk mengambil sampel adalah:

- Garpu tanah
- Sendok semen
- Kantong plastic
- Spidol

2) Cara pengambilan

- a) Setelah titik lokasi ditentukan hal-hal sebagai berikut:
- b) Bersihkan titik lokasi tersebut dengan garpu tanah dari dahan-dahan rumput-rumput kering dan kerikil
- c) Siapkan kantong plastic kemudian diberi kode lokasi dan tanggal pengambilan sample dengan spidol permanen
- d) Keroklah tanah permukaan pada lokasi tersebut seluas lebih kurang $40 \times 40 \text{ cm}^2$ dengan menggunakan sendok semen sebanyak lebih kurang 100 gram
- e) Ikatlah kantong-kantong plastic yang telah terisi dengan baik untuk dikirim ke laboratorium. Jadi tiap rumah diperoleh 4 kantong sampel tanah.

C. Pengiriman Sampel

Pengiriman sampel laboratorium hendaknya tidak lebih 7 hari dalam perjalanan hendaknya tidak terlalu panas.

D. Pemeriksaan Sampel

1) Sasaran

Sasaran pemeriksaan adalah telur dan larva cacing usus yaitu

- a) Telur untuk cacing: *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, cacing tambang
- b) Larva untuk cacing: strongiloides

2) Reagensia

Reagensia yang diperlukan

- a) Larutan hipoklorit 30 %
- b) Larutan magnesium sulfat (282 gr/liter)
- c) Eosin
- d) aquades

3) Peralatan

Alat-alat yang digunakan adalah

- Sendok tanah
- Sentrifuge lengkap dengan tabung
- Tabung reaksi dengan rak
- Obyek glass (kaca benda)
- Deck glass (kaca tutup)
- Gelas ukur 1000 ml
- Steering rod (kaca pengaduk)
- Hydrometer (pengukur BD)
- Mikroskop
- Kain kasa (5 cm x 5 cm)
- Kaos kecil
- Aplikator
- Corong
- Timbangan.

4) Prosedur

- a) Timbang sampel tanah yang telah dibersihkan dari kerikil dan daun-daunan sebanyak 5 gram
- b) Masukkan tanah ini kedalam tabung-tabung sentise
- c) Tambahkan 20 ml larutan hipoklorit kedalam tabung yang berisi tanah
- d) Aduk dengan steering rod hingga merata dan diamkan selama 1 jam
- e) Setelah semua rumah tabung dalam senrifese terisi semua, hidiupkan sentrifuse dengan kecepatan 2000 rpm selama kurang lebih 2 menit. Lakukan kegiatan ini sampai 2 kali
- f) Setelah diputar selama 2 menit , buang cairan supernatant
- g) Endapan tanah yang ada ditambah dengan larutan $MgSO_4$ yang telah disiapkan sampai mencapai lebih kurang $\frac{3}{4}$ volume tabung
- h) Putar lagi dengan senetrifuse dengan kecepatan 2500 rpm selama 5 menit
- i) Sentrifuse dihentikan, ambil tabung sentrifuse ini tempatkan dalam rak yang telah tersedia
- j) Tambahkan larutan $MgSO_4$ dengan BJ 1260 kedalam tabung-tabung sentrifuse sehingga mencapai permukaan tabung dan permukaannya sedikit mengembung. Diamkan beberapa menit
- k) Pengaturan BJ $MgSO_4$ dapat dilakukan dengan penambahan air bila BD nya tinggi sedangkan bila BJ $MgSO_4$ rendah (H. 1260) ditambah dengan larutan $MgSO_4$
- l) Tutupkan deck glass kepada tiap-tiap tabung ini dan tunggu selama 30 menit. Jika ada telur dan larva cacing dalam tanah tersebut maka telur dan larva tersebut sudah mengapung dan menempel pada deckglass
- m) Pindahkan deck glass keatas sebuah kaca benda (obyek glass) jika perlu tambahkan eosin sebagai pewarna, maka sediaan telah siap
- n) Periksa sediaan ini di bawah mikroskop dan identifikasi telur/larva cacing usus yang ada
- o) Lakukan pemeriksaan terhadap semua sampel yang diterima.

E. Interpretasi Hasil Pemeriksaan

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan hasilnya negative tidak ditemukan telur larva cacing usus, artinya tanah tidak tercemar oleh kotoran manusia dan telur cacing.

8.2.4 Analisis data hujan

Hujan merupakan satu bentuk presipitasi yang berwujud cairan. Presipitasi sendiri dapat berwujud padat (misalnya salju dan hujan es) atau aerosol (seperti embun dan kabut). Hujan terbentuk apabila titik air yang terpisah jatuh ke bumi dari awan. Tidak semua air hujan sampai ke permukaan bumi karena sebagian menguap ketika jatuh melalui udara kering. Hujan jenis ini disebut virga. Hujan memainkan peranan penting dalam siklus hidrologi. Lembaban dari laut menguap, berubah menjadi awan, terkumpul menjadi awan mendung, lalu turun kembali ke bumi, dan akhirnya kembali ke laut melalui sungai dan anak sungai untuk mengulangi daur ulang itu semula. Satuan curah hujan menurut SI adalah millimeter, yang merupakan penyingkatan dari liter per meter persegi.

Air hujan sering digambarkan sebagai berbentuk lonjong, lebar di bawah dan menciut di atas, tetapi ini tidaklah tepat. Air hujan kecil hamper bulat. Air hujan yang lebih besar berbentuk payung terjun. Air hujan yang lebih besar jatuh lebih cepat berbanding air hujan yang lebih kecil. Beberapa kebudayaan telah membentuk kebencian kepada hujan dan telah menciptakan berbagai peralatan seperti payung dan baju hujan. Banyak orang juga lebih gemar tinggal di dalam rumah pada hari hujan. Biasanya hujan memiliki kadar asam PH 6. Air hujan dengan PH di bawah 5,6 dianggap hujan asam.

Banyak orang menganggap bahwa bau yang tercium pada saat hujan dianggap wangi atau menyenangkan. Sumber ini adalah petrichor, minyak atsiri yang diproduksi oleh tumbuhan, kemudian diserap oleh batuan dan tanah, dan kemudian dilepas ke udara pada saat hujan.

Hujan adalah jatuhnya hydrometeor yang berupa partikel-partikel air dengan diameter 0.5 mm atau lebih. Jika jatuhnya sampai ke tanah maka disebut hujan, akan tetapi apabila jatuhnya tidak dapat mencapai tanah karena

menguap lagi maka jatuhnya tersebut disebut Virga. Hujan juga dapat didefinisikan dengan uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses hidrologi. Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari awan yang terdapat di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es. Untuk dapat terjadinya hujan diperlukan titik-titik kondensasi, amoniak, debu dan asam belerang. Titik-titik kondensasi ini mempunyai sifat dapat mengambil uap air dari udara. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan millimeter atau inci namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan millimeter (mm).

Apabila dikatakan intensitasnya besar berarti hujan lebat dan kondisi ini sangat berbahaya karena berdampak dapat menimbulkan banjir, longsor dan efek negatif terhadap tanaman. Hujan merupakan unsur fisik lingkungan yang paling beragam baik menurut waktu maupun tempat dan hujan juga merupakan faktor penentu serta faktor pembatas bagi kegiatan pertanian secara umum. Oleh karena itu klasifikasi iklim untuk wilayah Indonesia (Asia Tenggara umumnya) seluruhnya dikembangkan dengan menggunakan curah hujan sebagai kriteria utama. Bayong (2004) mengungkapkan bahwa dengan adanya hubungan sistematis antara unsur iklim dengan pola tanam dunia telah melahirkan pemahaman baru tentang klasifikasi iklim, dimana dengan adanya korelasi antara tanaman dan unsur suhu atau presipitasi menyebabkan indeks suhu atau presipitasi dipakai sebagai kriteria dalam pengklasifikasian iklim.

1. Tipe Hujan

Hujan dibedakan menjadi empat tipe, pembagiannya berdasarkan faktor yang menyebabkan terjadinya hujan tersebut :

a. Hujan Orografi

Hujan ini terjadi karena adanya penghalang topografi, udara dipaksa naik kemudian mengembang dan mendingin terus mengembun dan selanjutnya dapat jatuh sebagai hujan. Bagian lereng yang menghadap angin hujannya akan lebih lebat dari pada bagian lereng yang ada dibelakangnya. Curah hujannya berbeda menurut ketinggian, biasanya curah hujan makin besar pada tempat-tempat yang lebih tinggi sampai suatu ketinggian tertentu.

b. Hujan Konvektif

Hujan ini merupakan hujan yang paling umum yang terjadi di daerah tropis. Panas yang menyebabkan udara naik keatas kemudian mengembang dan secara dinamika menjadi dingin dan berkondensasi dan akan jatuh sebagai hujan. Proses ini khas buat terjadinya badai guntur yang terjadi di siang hari yang menghasilkan hujan lebat pada daerah yang sempit. Badai guntur lebih sering terjadi di lautan dari pada di daratan.

c. Hujan Frontal

Hujan ini terjadi karena ada front panas, awan yang terbentuk biasanya tipe stratus dan biasanya terjadi hujan rintik-rintik dengan intensitas kecil. Sedangkan pada front dingin awan yang terjadi adalah biasanya tipe cumulus dan cumulonimbus dimana hujannya lebat dan cuaca yang timbul sangat buruk. Hujan front ini tidak terjadi di Indonesia karena di Indonesia tidak terjadi front.

d. Hujan Siklon Tropis

Siklon tropis hanya dapat timbul di daerah tropis antara lintang 0° - 10° lintang utara dan selatan dan tidak berkaitan dengan front, karena siklon ini berkaitan dengan sistem tekanan rendah. Siklon tropis dapat timbul di lautan yang panas, karena energi utamanya diambil dari panas laten yang terkandung dari uap air. Siklon tropis akan mengakibatkan cuaca yang buruk dan hujan yang lebat pada daerah yang dilaluinya. Distribusi Hujan Hujan merupakan unsur iklim yang paling penting di Indonesia karena keragamannya sangat tinggi baik menurut waktu maupun menurut tempat. Oleh karena itu kajian tentang iklim lebih banyak diarahkan pada hujan.

Berdasarkan pola hujan, wilayah Indonesia dapat dibagi menjadi tiga (Boerema, 1938), yaitu pola Monsoon, pola ekuatorial dan pola lokal.

- 1) Pola Monsoon dicirikan oleh bentuk pola hujan yang bersifat unimodal (satu puncak musim hujan yaitu sekitar Desember). Selama enam bulan curah hujan relatif tinggi (biasanya disebut

musim hujan) dan enam bulan berikutnya rendah (biasanya disebut musim kemarau). Secara umum musim kemarau berlangsung dari April sampai September dan musim hujan dari Oktober sampai Maret.

- 2) Pola equatorial dicirikan oleh pola hujan dengan bentuk bimodal, yaitu dua puncak hujan yang biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober saat matahari berada dekat equator.
- 3) Pola lokal dicirikan oleh bentuk pola hujan unimodal (satu puncak hujan) tapi bentuknya berlawanan dengan pola hujan pada tipe moonson. Curah hujan diukur dalam satuan milimeter (mm). Pengukuran curah hujan dilakukan melalui alat yang disebut penakar curah hujan dan diukur setiap jam 07 pagi waktu setempat. Hujan deras / rain, curahan air yang turun dari awan dengan suhu diatas 0°Celsius dengan diameter ± 7 mm.

Adapun jenis-jenis hujan berdasarkan besarnya curah hujan (definisi BMKG), diantaranya yaitu :

- a) Hujan kecil, 0 – 21 mm per hari
- b) Hujan sedang, 21 – 50 mm per hari
- c) Hujan besar atau lebat, di atas 50 mm per hari

Dalam data hasil diatas didapat tebal hujan adalah 98 mm, ini berarti curah hujan 1 hari pada kertas pias tersebut adalah hujan besar atau lebat.

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter.

2. Alat Penakar Hujan

Mengukur tinggi hujan seolah-olah air yang jatuh ke tanah menumpuk ke atas merupakan kolom air. Bila air yang tertampung volumenya dibagi dengan luas corong penampung maka hasilnya adalah tinggi. Satuan yang dipakai adalah milimeter (mm). Penakar hujan yang

baku digunakan di Indonesia adalah tipe observatorium. Semua alat penakar hujan yang beragam bentuknya atau yang otomatis dibandingkan dengan alat penakar hujan otomatis (OBS). Penakar hujan OBS adalah manual, jumlah air hujan yang tertampung diukur dengan gelas ukur yang telah dikonversi dalam satuan tinggi atau gelas ukur yang kemudian dibagi sepuluh karena luas penampangnya adalah 100 cm sehingga dihasilkan satuan mm. Pengamatan dilakukan sekali dalam 24 jam yaitu pada pagi hari. Hujan yang diukur pada pagi hari adalah hujan kemarin bukan hari ini. Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu.

Alat ini merupakan penakar hujan otomatis dengan tipe siphon. Bila air hujan terukur setinggi 10 mm, siphon bekerja mengeluarkan air dari tabung penampungan dengan cepat, kemudian siap mengukur lagi dan kemudian seterusnya. Di dalam penampung terdapat pelampung yang dihubungkan dengan jarum pena penunjuk yang secara mekanis membuat garis pada kertas pias posisi dari tinggi air hujan yang tertampung. Bentuk pias ada dua macam, harian dan mingguan. Pada umumnya lebih baik menggunakan yang harian agar garis yang dibuat pena tidak terlalu rapat ketika terjadi hujan lebat. Banyak data dapat dianalisa dari pias, tinggi hujan harian, waktu datangnya hujan, derasness hujan atau lebatnya hujan per satuan waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Kema (2005). *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Badan Penelitian Dan Pengembangan Peretanian Kementerian Pertanian (2012). *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Edisi kedua.
- Dian Kusumanto. 2009. *Memahami Konsep Kesuburan Tanah*.
- Hakim, Nurhayati dkk (1984). *Bahan Praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. *Badan Kerjasama Ilmu Tanah*. BKS-PTN/USAID (University of Kentucky)
- Handayani. L. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Besi (Fe) Menggunakan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas*), Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam - Banda Aceh 2022
- Hardjowigeno. 1995. *Ilmu Tanah*.
- Hardjowigno, Sarwono. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta. Akademika Presindo.
- http://acehpedia.org/Mengevaluasi_Status_Kesuburan_Tanah
- <http://kebunaren.blogspot.com/>
- <http://library.usu.ac.id/download/fp/hutan-onrizal6.pdf>. =
- Ida Nursanti dan Abdul Madjid Rohim. 2009. *Makalah Pengelolaan Kesuburan Tanah. Program Studi Ilmu Tanaman*. Universitas Sriwijaya.
- Ishar, Ramora. 1983. *Metode Analisa Tanah*. Stalittan Bukittinggi dan Pengembangan Pertanian Bogor.
- Kartasapoetra, A. G. 1991. *Pengantar Ilmu Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta. .
- Kim H. Tan (1994). *Environmental Soil Science*. Marcel Dekker, Inc. New York
- Madjid, A. 2009. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah Bahan Ajar Online : Peran dan Prospek Mikoriza*.
- Mitchell, R. L. 1964. *Trace elements in soils*. p. 320-368. In E. Bear (ed), *Chemistry of the Soil*. Second Ed. Oxford & IBH Publ. Co. , New Delhi.
- Nanan Sri Mulyani (1990). *Penuntun Analisa Kimia Tanah*, Badan Penelitian

- Notodarmojo Suprihanto. (2005). *Pencemaran Tanah dan Air Tanah*. ITB. Bandung
- Onrizal. 2005. *Restorasi Lahan Terkontaminasi Logam Berat*.
- Permatasari, NE; Nurlela, Wardoyo, SE. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Cd dengan Menggunakan Tanaman Hanjuang (*Cordyline fruticosa*). Jurnal Sains Natural. Vol. 9 No. 2 (2019)
- Ratnawati, R; Fatmasari, RD. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria Trifasciata*) Dan Jengger Ayam (*Celosia plumosa*) . AL-ARD: JURNAL TEKNIK LINGKUNGAN Vol.3 No.2 – Maret 2018 (62-69)
- Santosa, D. A., 2009. *Teknologi Bioremediasi Pulihkan Lingkungan Tercemar*.
www.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/22942/2/2009b1403.pdf. =
- Utomo Muhajir, dkk (2016). *Ilmu Tanah*. Dasar-Dasar dan Pengelolaan. Edisi Pertama. Prenadamedia Group. Jakarta.
- Wikipedia. 2010. *Bioremediasi*. Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas. <http://id.wikipedia.org/wiki/Bioremediasi>.
- Yulnafatmawita. 2013. *Penuntun Praktikum Fisika Tanah*. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas Padang.

BIODATA PENULIS



Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si

Pengajar Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang

Penulis lahir di Jakarta tanggal 29 Juni 1970. Penulis adalah dosen tetap pada Politeknik Kesehatan kemenkes Padang jurusan Kesehatan Lingkungan. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Kesehatan Masyarakat USU Medan tahun 1999 dan S2 pada PPS Ilmu Lingkungan Universitas Andalas pada tahun 2002. Menyelesaikan pendidikan S3 kesehatan masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Andalas tahun 2022. Pengalaman kerja penulis mengawali karir sebagai pengajar di Politeknik Kesehatan Kemenkes jurusan kesehatan lingkungan padang tahun 1994 sampai sekarang. Mengajar beberapa mata kuliah yaitu Manajemen Bencana Bidang Kesehatan Lingkungan, Pengelolaan sampah, Penyehatan tanah, Penyehatan permukiman, Statistik, manajemen data, dan metodologi penelitian. Pengalaman menulis buku, antara lain Penyehatan permukiman dan etika profesi kesehatan. Penulis saat ini juga sebagai Ketua Pusat unggulan Ipteks manajemen bencana berbasis kesehatan dan kearifan lokal Poltekkes Kemenkes Padang.

Selain mengajar Penulis aktif melakukan pengembangan kompetensi untuk menunjang pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi pengabdian dan penelitian serta publikasi terkait masalah bidang Kesehatan lingkungan dan Perubahan Iklim baik tingkat nasional maupun internasional.

E mail Penulis: muchsinr@yahoo.com

BIODATA PENULIS



Suksmerri, S.Pd., M.Pd., M.Si.

Dosen Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang

Penulis lahir di Koto Tinggi tanggal 25 Maret 1960, sekarang merupakan staf pengajar jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang sejak tahun 1991, dengan Jabatan Dosen Lektor Kepala, Pangkat Pembina Utama Muda, Golongan IV/C. Riwayat Pendidikan Diploma D3 AKademi Teknologi Industri Padang (ATIP) jurusan kimia analisis, Sarjana (S1) jurusan kimia Universitas Negeri Padang (UNP), S2 pendidikan Lingkungan tamatan tahun 2003 dan Ilmu Lingkungan tamatan tahun 2005 di Universitas Negeri Padang (UNP). Tri Dharma Perguruan Tinggi yang telah diikuti berupa pengajaran, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Aktivitas penulis saat ini mengajar pada jenjang pendidikan Diploma III dan Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan di Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang pada mata kuliah yang diampu diantaranya Kimia Lingkungan, Penyehatan Air, Penyehatan Tanah, Fisika Lingkungan, Toksikologi Lingkungan. Penulis juga aktif melakukan berbagai penelitian dalam bidang kimia dan bidang ilmu lainnya serta menulis artikel ilmiah di berbagai jurnal nasional dan Internasional berakreditasi Kemenristekdikti dan melakukan pengabdian masyarakat di bidang Kesehatan Lingkungan. Jalin kerjasama dengan penulis via Email : suksmeri@gmail.com