

PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI PADI SAWAH DI KECAMATAN PANYABUNGAN SUMATERA UTARA YANG MENGGUNAKAN AIR LIMBAH TAMBANG TERHADAP ANALISIS KUALITAS AIR DAN TANAH

Qorry Hilmiyah Hrp¹

¹Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanui Selatan Jl Raja Inal Siregar – Tanggal No 32, Padangsidempuan 22716

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kualitas air dan tanah pada lahan yang menggunakan air limbah tambang terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah. Tempat penelitian dilakukan di desa Panyabungan Jae, sebagai daerah sentra produksi padi yang tercemar limbah tambang di Kecamatan Panyabungan, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera utara. Metode penelitian adalah survei di lapangan. Pengambilan contoh tanah yang akan dianalisa. Kondisi akumulasi logam berat yang berlebihan pada tanah dapat berakibat tidak hanya terhadap kontaminasi lingkungan saja tetapi dapat menyebabkan meningkatnya kadar logam berat pada hasil tanaman yang dipanen sehingga hal tersebut dapat menurunkan kualitas hasil tanaman. Penambahan bahan organik H1, H2 dan H3 dapat menurunkan kandungan Merkuri (Hg) dalam tanah. pH akan mempengaruhi konsentrasi logam berat di air, kelarutan logam berat akan lebih tinggi pada pH rendah, sehingga menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar.

Kata kunci: Kualitas, merkuri, organik, logam, pH

PENDAHULUAN

Padi termasuk dalam marga *Oryza* yang mempunyai ±25 jenis yang tersebar di daerah tropik dan subtropik seperti di Asia, Afrika, Amerika dan Australia. Dewasa ini tanaman padi banyak ditanam di daerah dataran rendah. Tanaman padi yang cocok hidup di daerah tropis adalah padi indica, sedangkan padi yang cocok hidup di daerah subtropis adalah padi Japonica. Padi (*Oryza sativa* L) merupakan salah satu tanaman budidaya terpenting dalam peradaban manusia. Padi sudah dikenal sebagai tanaman pangan sejak jaman prasejarah. Pada saat ini produksi padi dunia menempati urutan ketiga dari semua sereal setelah jagung dan gandum (Purnamaningsih, 2006).

Padi termasuk dalam keluarga padi-padian atau Poaceae (Graminae). Padi termasuk terna semusim, berakar serabut,

batang sangat pendek, struktur serupa batang terbentuk dari rangkaian pelepah daun yang saling menumpang, daun sempurna dengan pelepah tegak, daun berbentuk lanset, warna hijau muda hingga hijau tua, berurat daun sejajar, tertutupi oleh rambut yang pendek dan jarang, bunga tersusun majemuk, tipe malai bercabang, satuan bunga disebut floret, yang terletak pada satu spikelet yang duduk pada panikula, buah tipe bulir atau kariopsis yang tidak dapat dibedakan mana buah dan bijinya, bentuk hampir bulat hingga lonjong, ukuran 3 mm hingga 15 mm, tertutup oleh palea dan lemma yang dalam bahasa sehari-hari disebut sekam, struktur dominan adalah endospermium yang dimakan orang. Padi termasuk tanaman semusim atau tanaman berumur pendek, kurang dari satu tahun dan hanya sekali berproduksi, setelah berproduksi akan mati atau dimatikan (Aak 1995).

Air adalah komponen utama tanaman hijau, yang merupakan 70-90% dari berat segar kebanyakan spesies tanaman tak berkayu. Sebagian besar air dikandung dalam isi sel (85-90), yang merupakan media yang baik untuk banyak reaksi biokimia. Tetapi air mempunyai beberapa peranan lain dalam fisiologi tanaman dan keadaannya unik, yang cocok dengan sifat kimia dan fisiknya yang diperankannya (Henderson 1913).

Penambangan emas ilegal atau tanpa izin (PETI) biasanya dilakukan dengan membuat lubang-lubang terowongan di dalam tanah dalam suatu areal perbukitan tanpa konstruksi terowongan yang baik, dan secara umum lokasinya berdekatan dengan lokasi penambangan legal (resmi), atau di sepanjang sungai dan jalur aliran sungai. Cara yang dilakukan penambang liar tersebut sangat berisiko, karena bisa menyebabkan longsor serta ambruknya tanah dan menutup terowongan, sehingga membahayakan keselamatan para penambang (Endang 2005). Sedangkan penambangan emas di sekitar areal pertanian dan yang dilakukan didalam/jalur sungai, seperti di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah telah menyebabkan kerusakan dan sedimentasi pada lahan pertanian akibat lumpur yang terbawa oleh aliran permukaan, dan longsor pada tebing-tebing sungai menyebabkan lalu lintas angkutan sungai terganggu, dan terjadi penyempitan alur sungai karena banyaknya bangunan dan alat pertambangan di dalam sungai (Endang, 2005).

Tanaman padi sawah dengan konsentrasi Hg didalam tanah tinggi, tidak menimbulkan gangguan/kerusakan morfologis tanaman. Akan tetapi, bila tanah mengandung Hg tinggi, jerami dan beras yang dihasilkan dari tanah tersebut cenderung mengandung Hg yang tinggi pula. Hasil penelitian Tim Universitas Andalas, Sumatera Barat, menyebutkan bahwa air Sungai Malandu dan Sungai Musus di Desa Bonjol,

Kabupaten Pasaman, Sumatera Barat sudah tercemar merkuri (Hg) dengan tingkat pencemaran sangat membahayakan kesehatan manusia (Kompas, 19 Januari 2001), karena sungai tersebut digunakan sebagai tempat pembuangan limbah penambangan emas. Kadar Hg dalam air sungai tersebut 0,172 ppm, dan kadar besi (Fe) mencapai 17,06 ppm. Nilai ambang batas atau baku mutu lingkungan untuk Hg dalam air adalah 0 ppm, sedangkan untuk Fe sebesar 1 ppm. Oleh sebab itu, hasil gabah dari lahan sawah yang mendapat air pengairan dari kedua sungai yang tercemar perlu diwaspadai, karena selain kedua unsur logam berat tersebut telah melebihi ambang batas, juga bila produk pertanian tersebut dikonsumsi akan berpengaruh buruk terhadap kesehatan konsumen (Barchia, 2009). Apabila sistem pertanian menggunakan air sungai untuk memenuhi kebutuhan air tanaman maka sungai yang tercemar ini akan membawa bahan-bahan pencemar ke lahan pertanian. Beberapa bahan pencemar adalah logam berat yang berasal dari aktivitas penambangan liar. Ada beberapa unsur logam yang termasuk elemen mikro merupakan logam berat yang tidak mempunyai fungsi biologis sama sekali. Logam tersebut bahkan sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan organisme, yaitu timbal (Pb), merkuri (Hg), arsen (As), cadmium (Cd) dan aluminium (Al). Toksisitas tidak hanya disebabkan logam nonesensial saja, tetapi logam esensial dalam jumlah yang berlebihan dapat menyebabkan toksisitas. Duxbury (2000) mengklasifikasikan logam berat menjadi tiga kelompok berdasarkan tingkat potensi toksisitasnya terhadap makhluk hidup dan aktivitas mikroorganisme, yaitu 1) ekstrem toksik, seperti Hg, 2) toksik sedang seperti Cd, dan 3) toksik rendah seperti Cu, Ni, dan Zn (Mirdar dkk, 2012).

Pencemaran air merupakan persoalan yang terjadi di sungai dari badan air di Indonesia. Sumber pencemaran air

terutama disebabkan oleh aktivitas manusia dan dipicu oleh pertumbuhan penduduk. Air untuk irigasi pertanian biasanya menggunakan air permukaan seperti sungai dan danau. Dari beberapa penelitian terakhir mengindikasikan sebagian besar sungai utama di Indonesia telah tercemar baik oleh limbah industri maupun limbah tambang, bahkan di beberapa tempat seperti di sebagian wilayah kota industri tingkat pencemaran air permukaan sudah melebihi batas ambang yang diperkenankan untuk konsumsi bahkan untuk irigasi pertanian (Hoesein, 1984). Air sungai yang tercemar oleh limbah industri dikhawatirkan akan menyebabkan penurunan kualitas tanah sawah. Menurunnya kualitas tanah sawah akan berdampak pada penurunan besar dan kualitas hasil panen di Desa Panyabungan Jae. Varietas yang digunakan adalah padi varietas Ciherang, Selain itu dikhawatirkan penggunaan air irigasi yang tercemar logam berat dari limbah industri secara langsung akan meracuni tanaman budidaya dan membatasi kemampuan tanah untuk menjalankan fungsinya karena peran logam berat sebagai hara tumbuhan juga belum diketahui. Timbal merupakan logam berat yang paling berbahaya kedua setelah merkuri. Logam ini sangat beracun bagi tumbuhan, hewan dan manusia (Saeni 1997).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Pemilihan daerah tempat penelitian dilakukan di desa Panyabungan Jae, Sebagai daerah sentra produksi padi yang tercemar limbah tambang di Kecamatan Panyabungan, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera utara. Waktu yang direncanakan untuk melakukan penelitian setelah selesai seminar proposal mulai dari awal November 2014 dan berakhir pada bulan Februari 2015.

Berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt dan Fergusson (1951) lokasi penelitian termasuk dalam type iklim B dengan jumlah curah hujan sebesar 3.072,4 mm/tahun, temperatur rata-rata siang hari maksimum 32,4° C dan minimum 21° C , kelembapan 80 – 85% dan ketinggian tempat ± 500 m dpl. Dengan letak geografis 0°10' - 1°50' Lintang Utara dan 98°10' - 100°10' Bujur Timur.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei di lapangan.

Pengambilan Contoh Tanah Yang Akan dianalisa

Contoh tanah yang baik hanya akan diperoleh jika pengambilannya memperhatikan persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

1. Dengan memperhatikan perbedaan-perbedaan dalam hal topografi, sifat atau watak tanah, warna tanah dan perbedaan-perbedaan lain yang menimbulkan kelalaian.
2. Merupakan contoh tanah individual, yang banyaknya tergantung dari keadaan lokasi (keadaan setempat) yang dalam hal ini :
 - a. Kalau tanahnya homogin sebaiknya diambil lima sampai dua puluh contoh tanah ini
 - b. Contoh-contoh tanah individual ini selanjutnya dikumpulkan dan dicampur secara merata disebut contoh rata-rata
 - c. Kalau tanah homogin itu luas, contohnya supaya diambil dari 2 – 5 ha yang terdiri dari suatu contoh tanah individual.
3. Contoh dari tanah khusus, seperti dari tanah sekitar perumahan, jalan, tanggul pesawahan (pematang), selokan, tanah bekas daerah

pembakaran, legokan dan tanah bekas penimbunan pupuk, supaya jangan diambil atau sama sekali tidak boleh dimanfaatkan untuk analisa.

Dengan memperhatikan ketiga persyaratan diatas, analisa yang kita lakukan dapat diharapkan akan memberikan hasil yang baik (pendekatan-pendekatan kepada keadaan lapangan yang sebenarnya). Dengan hasil analisa yang diperoleh dapat ditafsir tentang status unsur hara yang terkandung dalam tanah, sifat-sifat tanah dan tindakan yang diperlukan untuk mengatasi gejala defenisinya.

Cara pengambilan contoh tanah

Apabila kita telah mendapatkan tanah yang memenuhi persyaratan diatas, haruslah kita memperhatikan pula cara-cara pengambilan contoh tanah tersebut dari tanah tadi. Cara-cara tersebut antara lain sebagai berikut :

1. Pertama-tama kita harus memperhatikan tentang kebersihan permukaan tanahnya, apakah telah terbebas dari tanaman, daun-daunan, sisa tanaman dan kotoran-kotoran lainnya, baru setelah benar-benar bersih kita lakukan pengambilan.
2. Contoh tanah individual diambil dengan menggunakan alat-alat bor tanah, tanah hoffer, cangkul ataupun sekop dari bagian/lapisan tanah sedalam 10 – 20 cm.
3. Contoh-contoh tanah individual (5-20 contoh) selanjutnya dicampur sehingga merata, bawa ketempat yang teduh untuk ditebarkan agar menjadi kurang udara.
4. Banyaknya tanah kering udara yang diperlukan untuk suatu contoh adalah sekitar 500-1000 gram, kemudian diberi petunjuk (etiket) dari mana/tempat mana tanah itu diambil,

topografi (letak dan tinggi tempat), jenis tanaman yang sudah dan akan ditanam, pemberian pupuk yang biasa dilakukan pada tanahnya, perlakuan-perlakuan lain, warna tanah, pengairan terhadap tanah itu serta penjelasan-penjelasan lainnya yang bersifat khusus yang mungkin diperlukan.

5. Petunjuk-petunjuk ditulis kembali secara jelas pada label (rangkap dua) kemudian contoh tanah rata.

Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium dan di analisa.

Penetapan sifat fisik tanah

Kenyataannya sifat fisik tanah itu banyak, tetapi dalam analisa yang dikerjakan (sehubungan dengan keterbatasan alat dan perlengkapan laboratorium) hanyalah yang menyangkut penentuan kadar air total tanah yang diperlukan untuk memperhitungkan kebutuhan pemupukan N, P, dan K yang dapat dikerjakan. Penetapan kadar air total tanah :

1. Landasan pikir
Peristiwa pemanasan dapat menimbulkan berat tetap.
2. Pengerjaan
 - Botol timbang gelas (yang bertutup itu) dikeringkan dalam oven sampai temperatur menunjukkan 1050 C, lamanya pengeringan ini sekitar 30 menit.
 - Kemudian tempatkan dalam eksikator selama 45 menit untuk didinginkan, dan setelah pendinginan ini botol timbang tersebut ditimbang sampai persepuluh milligram
 - Selanjutnya kedalam botol timbang tadi dimasukkan contoh tanah halus sebanyak 5 gram.

- Botol timbang yang berisi contoh tanah halus ini selanjutnya dimasukkan kedalam oven dengan temperatur 1050 untuk pengeringan kembali, perlakuan ini dilakukan selama 3 jam, setelah mana didinginkan lagi dalam eksikator selama 45 menit.
- Setelah masa pendinginan ini, ditimbang lagi dalam keadaan botol harus tertutup (maksudnya agar isi botol timbang tidak terpengaruh oleh pengabsorsian uap air dan udara).

Penetapan sifat kimia-kimia tanah

Termasuk dalam penetapan sifat-sifat kimia tanah yang akan dikerjakan hanya berkisar pada :

- a. penetapan kebutuhan akan kapur tanah
- b. penetapan N tanah
- c. penetapan P tanah dan
- d. penetapan K tanah
- e. penetapan kemasaman tanah (pH)

Pengambilan contoh air yang akan dianalisa

Bagi analisa contoh air untuk diagnosa/penetapan air pertanian dapat dikatakan lebih pelik, sebab analisa contoh air itu tidak akan ada artinya/manfaatnya jika pengambilan contoh airnya salah ataupun kurang teratur. Pengambilan contoh air yang benar dan tertib yang kemudian di analisa dalam waktu jangka pendek, umumnya menghasilkan analisa kimia contoh air yang dapat mencerminkan keadaan kimiawi yang sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. M. SUDJADI dan I.M. WIDJIK (1972), juga CHAMPAN dan PRATT (1961) menyatakan bahwa perubahan-perubahan sehubungan dengan aktivitas kimia dan biologi dalam air dapat mengubah susunan kimia air itu.

Menurut SUDJADI Cs (1972) dan CHAMPAN (1961) untuk mendapatkan contoh air yang dapat dianggap mewakili air yang diteliti diperlukan ketelitian yang seksama, contoh air dari suatu tempat didapat dengan jalan yang mencampurkan beberapa contoh yang telah terkumpulkan pada waktu yang berbeda-beda, disesuaikan dengan keadaan setempat dan musim. Jumlah contoh air irigasi untuk keperluan analisa dari suatu tempat sebaiknya 2 liter, walaupun untuk keperluan tersebut 1 literpun telah mencukupi.

- Menurut R.S AYERS (1976) dalam "Irrigation Water Quality" contoh air yang berasal dari air yang dipompa seharusnya diambil setelah dipompa selama paling cepat 30 menit.
- Menurut SUDJADI Cs (1972) dan CHAMPAN Cs (1961) contoh air sungai diambil dari tempat yang airnya mengalir.

Contoh air kemudian dimasukkan dalam penampung (sebaiknya dari plastik yang telah bersih benar, pencucian tempat ini hendaknya dilakukan minimal 3 kali). Apabila air yang dijadikan contoh diperkirakan telah tercemar atau mengandung NO₃ dan analisa diperkirakan tidak akan rampung dalam waktu tiga jam, contoh air tersebut sebaiknya didinginkan atau minimal diperlakukan dalam temperatur yang kurang dari 4,40 C. Tetapi untuk kepentingan analisa itu dan untuk mencegah terjadinya kekeliruan, pemberian label pada tempat penampungnya supaya diperhatikan yang mencantumkan keterangan :

- Data tempat
- Waktu dan tanggal pengambilan
- Tanah yang akan mendapat pengairan
- Jenis tanaman dan elevasi tanah

Selain pembuatan label yang harus ditempelkan, buat pula catatan dalam buku khusus yang menyatakan (secara singkat) tentang kondisi tanah, gejala penyimpangannya, kondisi tanaman pada

tanah itu dan kesan-kesan lainnya. Kemudian dibawa ke laboratorium.

Pengamatan parameter

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah 1) Tekstur Tanah, 2) Struktur tanah 3) Ph tanah 4) Salinitas 5) Kesadahan 6) Alkanitas 7) Kandungan yang terdapat pada mercury dan asam sianida.

HASIL

Tekstur Tanah

Berdasarkan dari hasil analisa statistik bahwa interaksi dari kedua perlakuan tersebut menunjukkan pengaruh yang tidak nyata terhadap tinggi tanaman pada semua umur pengamatan.

Tabel 1 Hasil Perlakuan Rataan Tinggi Tanaman Pada Perlakuan Pemberian Beberapa Jenis Kapur Terhadap Adaptasi Beberapa Varietas Pada Umur 2 mst (cm).

Perlakuan Beberapa Varietas	Perlakuan Pemberian Beberapa Jenis Kapur				Rataan
	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	
V ₁	29,58 a	29,58 a	32,33 a	29,50 a	30,24 a
V ₂	33,75 a	33,83 a	35,50 a	33,29 a	34,09 a
V ₃	33,20 a	29,58 a	32,04 a	32,75 a	31,89 a
Rataan	32,18 a	30,99 a	33,291 a	31,84 a	+

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris menunjukkan berbeda nyata menurut Uji DMRT 5 %.

Dari tabel diatas terlihat bahwa interaksi dari kedua perlakuan tersebut hasil tertinggi terdapat pada perlakuan V₂H₂ (35,50 cm) dan di-ikuti oleh perlakuan V₂H₁ (33,83 cm), dan perlakuan terendah pada perlakuan V₁H₃ (29,50 cm).

Hal ini disebabkan oleh tekstur tanah di wilayah penelitian Desa Pa-nyabungan Jae tergolong clay berat (*heavy clay*) dengan kandungan (fraksi) clay berkisar antara 60% dan sedikit di atas 80%, kecuali contoh tanah R-13 yang terletak di Desa Panyabungan Jae mempunyai tekstur clay berdebu (*silty clay*), dengan kandungan clay sedikit di bawah 60%, dan debu lebih tinggi dari 30%. Kandungan C-organik tanah umum-nya rendah sampai sedang (1-3% C), meskipun di beberapa tempat dijum-pai tanah dengan kandungan C-orga-nik sangat rendah (<1% C), dan tinggi (>3% C), kandungan N-total tanah umumnya

sedang sampai tinggi. Kan-dungan fosfor (P₂O₅) potensial (eks-traksi HCL 25%) tanah-tanah di wilayah penelitian umumnya sedang sampai sangat tinggi, dan kandungan fosfor (P₂O₅) tersedia (ekstraksi Bray-1) tergolong tinggi sampai sa-ngat tinggi, meskipun di beberapa lo-kasi ada yang sedang. Keberadaan kalium (K₂O) potensial (ekstraksi HCl 25%) di dalam penampang tanah agak bervariasi, yaitu berkisar antara rendah sampai tinggi. Kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa tanahnya tinggi sampai sangat tinggi, sehingga kesuburan tanahnya sedang.

Batuan dan mineral yang meng-alami pelapukan baik secara fisik maupun kimia menghasilkan partikel dengan berbagai macam ukuran, mu-lai dari ukuran batu, kerikil, pasir lempung sampai liat. Yang tergolong material tanah adalah partikel mineral yang mempunyai diameter lebih kecil dari 2

mm, atau lebih kecil dari kerikil. Jadi partikel tanah meliputi pasir, lempung, atau geluh dan liat. Tektur tanah merupakan perbandingan relatif dari berbagai golongan besar partikel tanah dalam suatu massa tanah, terutama

perbandingan antara fraksi-fraksi liat, lempung dan pasir. Distribusi partikel tanah ditentukan dengan saringan, untuk partikel yang lebih besar dari lempung. Dan dengan hygrometer untuk partikel halus (liat).

Tabel 2 Pengelompokan tekstur tanah

No	Kelas tekstur tanah	Diskripsi
1	Pasir (sands)	Tekstur tanah mengandung 85% atau lebih pasir, liat + 1,5 kali lempung tidak lebih dari 15%
	Pasir kasar	25% atau lebih pasir sangat kasar dan kasar, dan kurang dari 50% pasir berukuran lebih halus
	Pasir	25% atau lebih pasir sangat kasar, kasar, dan sedang dan kurang dari 50% pasir halus dan sangat halus
	Pasir halus	Kurang dari 25% pasir sangat kasar, kasar, dan sedang atau 50% atau lebih pasir halus, dan kurang dari 50% pasir sangat halus
	Pasir sangat halus	50% atau lebih pasir sangat halus
2	Pasir kegeluhan (loamy sands)	Batas sampai 85 sampai 90%, dan persentase liat ditambah 1,5 lempung kurang dari 15% , batas bawah tidak kurang dari 70% sampai 85% pasir, dan liat + 2 kali lempung tidak lebih dari 38%.
	Pasir kegeluhan kasar	Mengandung 25% atau lebih pasir sangat kasar dan kasar, dan kurang dari 50% pasir berukuran lainnya
	Pasir kegeluhan	25% atau lebih pasir sangat kasar, kasar, dan sedang dan kurang dari 50% pasir halus dan sangat halus
	Pasir kegeluhan sangat halus	50% atau lebih pasir sangat halus
3	Geluh kepasiran (sandy loam)	Tekstur tanah mengandung 20% atau kurang lempung, dan persentase liat + 2 kali liat lebih dari 30% dan 52% atau lebih pasir, atau kurang dari 7% lempung, kurang dari 50% liat, dan antara 43 sampai 52% pasir
	Geluh kepasiran kasar	Mengandung 25% atau lebih pasir sangat kasar dan kasar, dan kurang dari 50% pasir berukuran lebih halus
	Geluh kepasiran	30% atau lebih pasir sangat kasar, kasar dan sedang, akan tetapi kurang dari 25% pasir sangat kasar, dan kurang dari 30% pasir halus atau sangat halus
	Geluh kepasiran halus	30% atau lebih pasir halus dan kurang dari 30% pasir sangat halus atau antara 15% sampai 30% pasir sangat kasar, kasar dan sedang
	Geluh kepasiran sangat halus	30% atau lebih pasir sangat halus atau lebih dari 40% pasir halus dan sangat halus, akan tetapi paling sedikit separuh dari padanya adalah pasir sangat halus dan kurang dari 15% pasir sangat kasar, kasar dan sedang
4	Geluh (loam)	Tekstur tanah mengandung 7 sampai 27% lempung, 28 sampai 50% liat, dan kurang dari 25% pasir

5	Geluh keliatan (silt loam)	Tekstur tanah mengandung 50% atau lebih liat, dan 7 sampai 27% lempung atau 50 sampai 80% liat dan kurang dari 12% lempung
6	Liat (slit)	Tekstur tanah mengandung 80% atau lebih liat dan kurang dari 12% lempung
7	Geluh lempung kepasiran (sandy clay loam)	Tekstur tanah mengandung 20 sampai 30% lempung, kurang dari 28% liat dan 45% atau lebih pasir
8	Geluh kelempungan (clay loam)	Tekstur tanah terdiri dari 27 sampai 40% lempung, dan kurang dari 20 sampai 45% pasir
9	Geluh lempung keliatan (silty clay loam)	Tekstur tanah terdiri dari 27 sampai 40% lempung, dan kurang dari 20% pasir
10	Lempung kepasiran (sandy clay)	Tekstur tanah mengandung 35% atau lebih lempung, dan 45% atau lebih pasir
11	Lempung keliatan (silty clay)	Tekstur tanah mengandung 40% atau lebih lempung, dan 40% atau lebih liat
12	Lempung (clay)	Tekstur tanah mengandung 40% atau lebih lempung, kurang dari 45% pasir dan kurang dari 40%

Menurut Bennet (1939), tekstur kasar yang terpisah satu sama lain atau tidak membentuk agregat menunjukkan permeabilitas yang lebih tinggi dari pada tekstur halus, yang dapat mengurangi terjadinya aliran permukaan. Tetapi hal tersebut pada tanah-tanah yang cepat jenuh oleh air, bahaya erosi kemungkinan besar. Kepekaan tanah terhadap erosi ditentukan oleh mudah tidaknya butir-butir tanah atau agregat-agregat tanah didispersikan dan disuspensikan oleh air, daya infiltrasi dan ukuran butir-butir tanah yang akan menentukan mudah atau

tidaknyaterangkut oleh air. Karena itu tanah dengan agregat yang mudah didispersikan oleh air dan daya infiltrasinya kecil serta dengan ukuran butir-butir tanah halus, peka terhadap erosi atau erobidilitasnya.

Struktur Tanah

Berdasarkan dari hasil analisa statistik pada interaksi dari kedua perlakuan tersebut juga menunjukkan pengaruh yang tidak nyata terhadap jumlah anakan per sampel pada semua umur pengamatan.

Tabel 3 Hasil Perlakuan Pada Pemberian Beberapa Jenis Kapur Terhadap Adaptasi Beberapa Varietas Pada Umur 2 mst (cm)

Perlakuan Beberapa Varietas	Perlakuan Pemberian Beberapa Jenis Kapur				Rataan
	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	
V ₁	5,28 a	6,80 a	6,79 a	6,88 a	6,44 a
V ₂	5,41 a	6,93 a	6,91 a	7,00 a	6,56 a
V ₃	5,27 a	6,79 a	6,78 a	6,87 a	6,43 a

Rataan	5,32 a	6,84 a	6,28 a	6,91 a	+
--------	--------	--------	--------	--------	---

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris menunjukkan berbeda nyata menurut Uji DMRT 5 %.

Hal ini disebabkan Struktur tanah digunakan untuk menerangkan susunan partikel-partikel tanah. Struktur tanah terdiri dari struktur makro dan struktur mikro. Struktur makro adalah susunan agregat-agregat tanah satu dengan lainnya, sedangkan struktur mikro adalah penyusunan butir-butir primer adalah (pasir, lempung, dan liat) menjadi partikel sekunder yang disebut *peds* atau agregat. Berdasarkan tipe dan kedudukan agregat, struktur mikro dapat dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu :

1. Remah lepas, keadaan tanah tampak lepas, mudah dipindahkan atau didorong ketempat lain.
2. Remah sedang, tanah cenderung agak bergumpalan, hal ini tampak lebih jelas dari profil tanahnya agregasi atau terdapat pula lubang-lubang atau menggeronggong, menyebabkan air mudah menerobos ke lapisan bawah. Hal ini memudahkan pengolahan tanah untuk pertanian, atau pekerjaan pemindahan tanah.
3. Lekat-lengket, tanahnya biasanya sangat kompak jika dalam kondisi gumpalan, bila dilakukan penggalian sangat berat, dan susah pula untuk diolah. Dapat keadaan kering gumpalan-gumpalannya sangat keras, sedangkan pada kondisi basah sangat lengket.

Menurut Bennet Struktur tanah memegang peranan penting terhadap pertumbuhan tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh yang langsung yaitu terhadap pertumbuhan akar tanaman. Bila tanah padat, akar akan sukar menembus tanah tersebut, tetapi bila struktur tanah remah, maka akar akan tumbuh dengan baik. Pengaruh yang tidak langsung yaitu terhadap tata air, dan tata udara tanah,

terutama terhadap permeabilitas atau kemampuan tanah untuk mengalirkan air dan udara dalam tanah. Tanah-tanah yang mempunyai struktur mantap terhadap pengaruh air, memiliki permeabilitas dan drainase yang sempurna serta tidak mudah didispersikan oleh air hujan. Permeabilitas tanah dapat menghilangkan daya air untuk mengerosi permukaan tanah, sedangkan drainase mempengaruhi baik buruknya pertukaran udara dan selanjutnya akan mempengaruhi baik buruknya pertukaran udara dan selanjutnya akan mempengaruhi kegiatan micro organisme dalam tanah, juga perakaran tanaman.

Umumnya struktur tanah yang dikehendaki dalam bidang pertanian adalah struktur remah, yang mempunyai nilai perbandingan antara bahan padat dengan ruang pori-pori relative seimbang. Keseimbangan perbandingan volume tersebut menyebabkan kandungan air dan udara mencukupi bagi pertumbuhan, dan bahan padatnya menyebabkan akar dapat cukup kuat untuk bertahan. Berdasarkan beberapa penyelidikan, tanah yang berstruktur remah mempunyai pori-pori diantara agregat yang lebih banyak daripada yang berstruktur gumpal, sehingga perembesan airnya lebih cepat. Karena itu terjadinya alairan permukaan diperkecil.

Tanah dengan pori-pori yang besar dan struktur yang baik akan memiliki kecepatan infiltrasi yang besar. Tetapi menurut Bennet (1939), bila air hujan yang jatuh mendispersikan butir-butir tanah yang halus dan tanah yang terdispersi ini terbawa oleh air, lalu menutupi pori-pori tanah sehingga padat, maka kecepatan infiltrasi menjadi kecil dan aliran permukaan menjadi lebih besar. Mengingat kolerasi antara antara kecepatan aliran dan kapasitas angkut bekan linier tapi pangkat yang lebih besar

dari satu, maka kenaikan kecepatan aliran akan mengakibatkan kenaikan daya angkut yang berlipat. Bila kecepatan aliran menjadi dua kali lipat, kapasitas angkut menjadi dua kalinya, kadang-kadang sampai empat kali dan bahkan delapan kali lebih besar, tergantung dari keadaan lereng yang dilewati aliran tersebut.

pH Tanah

Berdasarkan dari hasil analisa statistik bahwa perlakuan interaksi dari kedua perlakuan tersebut juga menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah malai per sampel.

Tabel 4 Hasil Perlakuan Pada Pemberian Beberapa Jenis Kapur dan Adaptasi Beberapa Varietas Terhadap Jumlah Malai Per sampel

Perlakuan Beberapa Varietas	Perlakuan Pemberian Beberapa Jenis Kapur				Rataan
	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	
V ₁	3,25 b	3,41 ab	3,41 ab	3,33 ab	3,35 ab
V ₂	3,25b	4,08 a	3,33 ab	3,33 ab	3,49 ab
V ₃	3,50 ab	2,41 c	3,41 ab	2,41 c	2,93 abc
Rataan	3,33 ab	3,30 abc	3,38 ab	3,02abc	+

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris menunjukkan berbeda nyata menurut Uji DMRT 5 %.

pH tanah yang sangat dipengaruhi oleh seberapa besar kadar lapisan lempung yang ada pada tanah. Bila lapisan lempung ini sangat besar jumlahnya, maka proses peresapan akan menjadi sangat rendah atau tidak terjadi peresapan sama sekali. Hal ini disebabkan partikel tanah lempung sangat halus dan tersusun sangat rapat sehingga sulit untuk dilalui.

Secara alami, kontaminasi logam berat terjadi pada tanah-tanah yang berkembang dari batuan induk basa dan ultra basa akibat proses pelarutan dan erosi serta kegiatan vulkanis, sedangkan pencemaran logam berat terutama diakibatkan oleh sumber antropogenik. Sehingga kapasitas tanah dalam meretensi, menyerap dan mengakumulasi logam berat terutama ditentukan oleh kadar liat, kadar air, potensial redoks, pH, kadar bahan organik dan kapasitas tukar kation [KTK] (Bohn et al. 1979; Jones dan Jarvis. 1981; Lindsay. 1979; Stevenson. 1982).

Kapasitas sanga tanah terhadap logam berat dapat ditingkatkan dengan me-

ningkatkan pH, kadar bahan organik dan KTK tanah (Sudadi et al. 1996. 1997). Semakin tinggi KTK tanah. semakin tinggi pula jumlah logam berat yang dapat diretensi oleh tanah tersebut sehingga potensi terjadinya pencemaran berkurang. Faktor lain yang mempengaruhinya disebabkan dosis pemakain pengapuran yang kurang banyak dan tidak adanya penambahan bahan organik pada tanah.

Tanah Tercemar Merkuri

Berdasarkan analisis kimia di laboratorium kandungan logam berat yang terdapat di lahan penelitian sebagai berikut : Air raksa (Hg), 0,18 mg/l, Sianida (CN) 0,9 mg/l, Alkanity 2074 mg/l, Salinity 0,18 %.

Kondisi akumulasi logam berat yang berlebihan pada tanah dapat berakibat tidak hanya terhadap kontaminasi lingkungan saja tetapi dapat menyebabkan meningkatnya kadar logam berat pada hasil tanaman yang dipanen sehingga hal tersebut dapat menurunkan kualitas hasil ta-

naman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Alloway (2005), bahwa kelebihan logam berat dalam tanah bukan meracuni tanaman dan organisme, akan tetapi akan menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan.

Logam berat yang terkandung dalam tanah meningkat sejalan dengan penambahan konsentrasi limbah *tailing*, maka sisa kandungan logam berat dalam tanah berkurang sejalan dengan daya serap tanaman pada setiap perlakuan. Hal ini dapat memberikan dampak positif bagi tanaman yang tidak toleran terhadap logam berat karena tanah tersebut sudah dapat dikatakan cukup aman jika akan dilakukan sistem tanam selanjutnya.

Pada perlakuan H3, tanaman (*arang kayu*) memiliki kandungan Hg lebih tinggi dibandingkan dengan H1(*dolomit*), dan perlakuan H1 (*dolomit*) memiliki kandungan Hg lebih tinggi dibandingkan H2(*Cangkang telur*). Hal ini dapat terjadi karena setiap perlakuan memiliki tipe yang berbeda sehingga kemampuan dan tingkat toleransi penyerapannya juga berbeda sehingga kandungan Hg yang terserap juga bervariasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Syarif dan Juhaeti (2003) bahwa jenis-jenis tumbuhan lainnya yang beradaptasi dan dominan di lahan yang terkontaminasi juga menunjukkan kemampuan akumulasi bahan kontaminan (berupa logam berat maupun bahan toksik lain) yang tinggi pada jaringannya, sehingga diharapkan berpotensi sebagai tumbuhan hiperakumulator yang dapat dimanfaatkan untuk membersihkan kontaminan pada lahan maupun perairan yang tercemar.

Untuk memperbaiki kondisi tumbuhnya tumbuhan ditempat yang tercemar *tailing*, maka tumbuhan fitoekstraktor perlu diberi bahan organik agar kinerja tumbuhan dalam proses penyerapan logam berat lebih cepat. Selain itu juga bahan organik digunakan untuk memperbaiki sifat tanah pada *tailing* dalam menyediakan unsur hara oleh tumbuhan fitoekstraktor.. Semakin tinggi konsentrasi *tailing* yang terdapat dalam tanah maka semakin kerdil tanaman yang tumbuh pada tanah tersebut karena kekurangan hara, sehingga dapat menyebabkan berat kering tanaman rendah.

Perlakuan H1 dan H3 memiliki berat kering tanaman lebih besar dibandingkan dengan perlakuan H2. Hal ini dapat terjadi karena dolomit dan arang kayu mampu beradaptasi dengan lingkungan dengan baik, sehingga daya serap tanaman terhadap unsur-unsur yang terdapat didalam tanah menjadi optimal, namun dengan bertambahnya konsentrasi *tailing* dapat menurunkan pertumbuhan tanaman sehingga mengakibatkan berat kering tanaman semakin rendah. Dengan penambahan bahan organik diharapkan tanaman mampu tumbuh dengan baik dan dapat menghasilkan berat kering yang tinggi.

Hasil Produksi Tanaman

Berdasarkan dari hasil analisa statistik bahwa interaksi dari kedua perlakuan tersebut juga menunjukkan pengaruh yang tidak nyata terhadap produksi tanaman per plot.

Tabel 5 Hasil Perlakuan Pada Pemberian Beberapa Jenis Kapur dan Adaptasi Beberapa Varietas Terhadap Produksi Tanaman Per Plot (g)

Perlakuan Beberapa Varietas	Perlakuan Pemberian Beberapa Jenis Kapur				Rataan
	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	
V ₁	108,3 a	116,3 a	393,3 a	375,0 a	248,22 a
V ₂	313,0 a	206,0 a	228,3 a	288,7 a	259 a

V₃	204,7 a	138,7 a	203,3 a	230,0 a	194,17 a
Rataan	208,66 a	153,66 a	274,96 a	297,9 a	+

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris menunjukkan berbeda nyata menurut Uji DMRT 5 %.

Interaksi dari kedua perlakuan tersebut menunjukkan pengaruh yang tidak nyata disebabkan tidak adanya faktor yang saling mendukung dari kedua perlakuan tersebut dan juga disebabkan 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.

Hal ini sejalan dengan pernyataan Syarif dan Juhaeti (2003) bahwa jenis-jenis tumbuhan lainnya yang beradaptasi dan dominan di lahan yang terkontaminasi juga menunjukkan kemampuan akumulasi bahan kontaminan (berupa logam berat maupun bahan toksik lain) yang tinggi pada jaringannya, sehingga diharapkan berpotensi sebagai tumbuhan hiperakumulator yang dapat dimanfaatkan untuk membersihkan kontaminan pada lahan maupun perairan yang tercemar. Hal ini dikarenakan adanya penghambatan pertumbuhan pada tanaman jagung yang disebabkan oleh adanya kandungan Hg pada tanah masih cukup banyak tersedia sehingga berpengaruh terhadap tanaman dalam menyerap unsur yang dibutuhkan.

Masalah serius yang timbul dari pembuangan *tailing* adalah terutama berkaitan dengan pembebasan air tercemar akibat pelarutan logam-logam berat (diantaranya As, Hg, Pb, dan Cd), keasaman (pH rendah), bahan kimia/*reagen* dari pabrik pengolahan dan bahan-bahan suspensi yang dapat membentuk zat padat. Secara mineralogi, mineral pengotor alkali dalam *tailing* sering berperan sebagai pengendali pencemaran yang alamiah; dimana salah satunya adalah peranan kalsium (Ca)

dalam batugamping yang dapat mempermudah pelarutan logam-logam dan menetralsisir hasil oksidasi.

Proses pemurnian *tailing* juga sering dilakukan dengan cara penga-puran dengan tujuan untuk mene-tralsisir keasaman, sehingga mendo-rong terjadinya flokulasi (peng-gumpalan) dan pengendapan logam-logam berat (berbentuk hidroksida) sebelum dialirkan ke dalam ben-dungan. Penanganan *tailing* melibat-kan proses pengentalan dan penga-liran cairan serta pembebasan logam-logam berat, kemudian dikembalikan ke pabrik pengolahan sehingga me-ngurangi pasokan air dan bahan-bahan pencemar/polutan dalam be-ndungan *tailing*.

Secara umum, tanaman padi yang ditanam pada tanah tercemar *tailing* kurang toleran terhadap kondisi tanah yang miskin akan bahan-bahan organik. Melihat kondisi *tailing* yang berdampak pada tanaman padi yang mengalami penghambatan dalam menyerap unsur N, maka dapat didukung atau dikendalikan dengan pemberian bahan organik dan pupuk. Sesuai dengan pernyataan Yuwono, (2006) salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas tanah yang menurun khususnya pada tanah *tailing* yaitu dapat dibenahi dengan menambahkan bahan organik. Alasan pemberian bahan organik pada tanah *tailing* bertujuan untuk memperbaiki kondisi tanah dalam menyediakan unsur hara yang berperan untuk menjaga fungsi tanah agar unsur hara mudah diserap oleh tanaman.

Serapan Hg Padi

Pada parameter jumlah gabah tanaman padi, perlakuan H3(*arang kayu*) memiliki nilai rerata lebih tinggi dibandingkan

H1(*dolomit*) sedangkan H2(*cangkang telur*) memiliki nilai rerata lebih rendah dibandingkan H1(*dolomit*) dan terus menurun seiring meningkatnya konsentrasi Hg. Hal ini dikarenakan pada tahap fitoremediasi kandungan Hg banyak terserap pada perlakuan H3(*arang kayu*) sehingga kandungan Hg berkurang dan pada penanaman selanjutnya tanaman dapat menghasilkan pertumbuhan yang baik. Kandungan Hg yang berlebih menghambat pertumbuhan dan menurunkan produktivitas suatu tanaman. Logam berat yang terserap, menurut Connel and Miller (1995), dapat menyebabkan toksik pada tumbuhan dan kandungan logam berat yang berlebih dapat menurunkan produktivitas tanaman, serta dapat menyebabkan kematian.

Pada penelitian ini semua perlakuan mempengaruhi pertumbuhan tanaman sehingga berdampak pada jumlah serapan Hg per tanaman. Tanaman yang ditanam pada tanah yang tercemar limbah memiliki daya serap lebih tinggi. Kandungan Hg dalam tanaman semakin meningkat sejalan dengan penambahan konsentrasi. Namun, serapan per tanaman semakin menurun sejalan dengan penambahan konsentrasi, serapan Hg tanaman menunjukkan banyaknya unsur Hg per satuan berat kering tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman padi yang ditanam pada perlakuan H3(*arang kayu*) dapat bertahan hidup dan mengakumulasi lebih banyak Hg dibandingkan dengan tanaman padi yang ditanam pada perlakuan H1(*dolomit*) dan H2(*cangkang telur*), akan tetapi pertumbuhan dan daya serap tanaman akan menurun seiring dengan adanya peningkatan kandungan Hg. Menurut Muin (2003), jika logam berat yang terdapat di dalam tanah tinggi, maka bisa terjadi penurunan penyerapan oleh tanaman. Logam yang diserap dari media oleh sel-sel akar akan mengikuti aliran transpirasi yang akan mencapai daun, sedangkan akumulasi, logam yang

diserap oleh tanaman akan membentuk mekanisme sel dan akan ikut terserap bersamaan dengan air yang dibutuhkan sebagai nutrisi.

Serapan Hg akan mengakibatkan gejala keracunan dan gangguan pertumbuhan pada tanaman. Jika konsentrasi tanah yang tercemar limbah *tailing* semakin tinggi maka kandungan Hg semakin tinggi, sehingga dapat menghambat pertumbuhan akar karena tidak mendapatkan unsur hara yang dibutuhkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fauziah (2009), bahwa kondisi *tailing* sekitar lubang tanam yang memadat sehingga menyebabkan buruknya sistem tata air yang secara langsung dapat membawa dampak negatif terhadap fungsi dan perkembangan akar, yang menyebabkan akar tidak dapat berkembang dengan sempurna dan fungsinya sebagai alat absorpsi unsur hara dan air akan terganggu. Akibatnya tanaman tidak dapat berkembang dengan normal, dan pertumbuhannya tetap kerdil.

Hasil analisis korelasi menunjukkan korelasi negatif dan tidak nyata antara kandungan Hg padi. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi Hg maka dapat mengganggu proses metabolisme tanaman serta menghambat pertumbuhan tanaman sehingga tanaman menjadi kerdil dan menghasilkan berat kering yang tidak seperti tanaman normal. Semakin tinggi kandungan Hg akar tanaman menyebabkan berat basah akar menjadi rendah sehingga dapat mempengaruhi jumlah gabah.

Alkalinitas

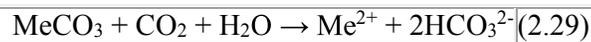
Alkalinitas adalah kapasitas air untuk menetralkan tambahan asam tanpa menurunkan pH larutan atau dikenal dengan sebutan *acid-neutralizing capacity* (ANC) atau kuantitas anion di dalam air yang dapat menetralkan kation hidrogen. Alkalinitas merupakan hasil reaksi terpisah dalam larutan dan merupakan analisa makro yang menggabungkan beberapa reaksi.

Alkalinitas merupakan kemampuan air untuk mengikat ion positif hingga mencapai pH 4,5.

Alkalinitas dalam air disebabkan oleh ion-ion karbonat (CO_3^{2-}), bikarbonat (HCO_3^-), hidroksida (OH^-), borat (BO_3^{2-}), fosfat (PO_4^{3-}), silikat (SiO_4^{4-}), ammonia, asam organik, garam yang terbentuk dari asam organik yang resisten terhadap oksidasi biologis. Dalam air alami, alkalinitas sebagian besar disebabkan adanya bikarbonat, karbonat, dan hidroksida. Pada keadaan tertentu, keberadaan ganggang dan lumut dalam

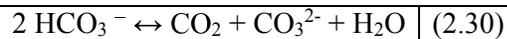
air menyebabkan turunnya kadar CO_2 dan HCO_3^- sehingga kadar CO_3^{2-} dan OH^- naik dan pH larutan menjadi naik.

Pada awalnya, alkalinitas adalah gambaran pelapukan batuan yang terdapat pada sistem drainase. Alkalinitas dihasilkan dari karbondioksida dan air yang dapat melarutkan sedimen batuan karbonat menjadi bikarbonat. Jika Me merupakan logam alkali tanah (misalnya kalsium dan magnesium), maka reaksi yang menggambarkan pelarutan batuan karbonat ditunjukkan dalam reaksi (2.29).



Kalsium karbonat merupakan senyawa yang memberi kontribusi terbesar terhadap nilai alkalinitas dan kesadahan di perairan tawar. Senyawa ini terdapat di dalam tanah dalam jumlah yang berlimpah sehingga kadarnya di perairan tawar cukup tinggi. Kelarutan kalsium karbonat menurun dengan meningkatnya suhu dan meningkat dengan keberadaan karbondioksida. Kalsium karbonat bereaksi dengan karbondioksida membentuk kalsium bikarbonat [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$] yang memiliki daya larut lebih tinggi dibandingkan dengan kalsium karbonat (CaCO_3) (Cole, 1983 dalam Effendi 2003).

Tingginya kadar bikarbonat di perairan disebabkan oleh ionisasi asam karbonat, terutama pada perairan yang banyak mengandung karbondioksida (kadar CO_2 mengalami saturasi/jenuh). Reaksi pembentukan bikarbonat dari karbonat adalah reaksi setimbang dan mengharuskan keberadaan karbondioksida untuk mempertahankan bikarbonat dalam bentuk larutan. Jika kadar karbondioksida bertambah atau berkurang, maka akan terjadi perubahan kadar ion bikarbonat. Bikarbonat mengandung asam (CO_2) dan basa (CO_3^{2-}) pada konsentrasi yang sama, seperti yang ditunjukkan dalam persamaan reaksi (2.3).



Selain karena bereaksi dengan ion H^+ , karbonat dianggap basa karena dapat mengalami hidrolisis menghasilkan OH^- seperti persamaan reaksi (2.31). Sifat kebasaaan CO_3^{2-} lebih kuat daripada sifat keasamaan CO_2 sehingga pada kondisi kesetimbangan, ion OH^- dalam larutan bikarbonat selalu melebihi ion H^+ . Akumulasi hidroksida menyebabkan perairan yang banyak ditumbuhi algae memiliki nilai pH yang tinggi, sekitar 9 –

10. Nilai alkalinitas sangat dipengaruhi oleh pH. Dengan kata lain, alkalinitas berperan sebagai sistem penyangga (*buffer*) agar perubahan pH tidak terlalu besar. Alkalinitas juga merupakan parameter pengontrol untuk *anaerobic digester* dan instalasi lumpur aktif.

Alkalinitas ditetapkan melalui titrasi asam basa. Asam kuat seperti asam sulfat dan asam klorida dapat menetralkan zat-zat alkalinitas yang bersifat basa sampai

titik akhir titrasi (titik ekuivalensi) kira-kira pada pH 8,3 dan 4,5. Titik akhir ini dapat ditentukan oleh jenis indikator yang dipilih dan perubahan nilai pH pada

pHmeter waktu titrasi asam basa. Reaksi yang terjadi ditunjukkan dalam persamaan reaksi (2.32) sampai (2.34).

$\text{OH}^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}$	(pH = 8,3)	(2.32)
$\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{HCO}_3^-$	(pH = 8,3)	(2.33)
$\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	(pH = 4,5)	(2.34)

Jumlah asam yang diperlukan untuk mencapai titik akhir pada pH 8,3 (sebagian dari alkalinitas total) dikenal sebagai nilai P (phenolphthalein) dan yang diperlukan sampai pH 4,3 dikenal sebagai nilai T (*total alkalinity*) atau M (metil orange). Jika kadar alkalinitas terlalu tinggi dibandingkan kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} , air menjadi agresif dan menyebabkan karat pada pipa.

Satuan alkalinitas dinyatakan dengan mg/liter kalsium karbonat (CaCO_3) atau mili-ekuivalen/liter. Selain bergantung pada pH, alkalinitas juga dipengaruhi oleh komposisi mineral, suhu, dan kekuatan ion. Nilai alkalinitas perairan alami hampir tidak pernah melebihi 500 mg/liter CaCO_3 . Perairan dengan nilai alkalinitas yang terlalu tinggi tidak terlalu disukai oleh organisme akuatik karena biasanya diikuti dengan nilai kesadahan yang tinggi atau kadar garam natrium yang tinggi.

Kesadahan

Kesadahan air adalah kandungan mineral-mineral tertentu di dalam air dalam bentuk garam karbonat. Air sadah atau air keras adalah air yang memiliki kadar mineral yang tinggi, sedangkan air lunak adalah air dengan kadar mineral yang rendah. Selain ion kalsium dan magnesium, penyebab kesadahan juga bisa merupakan ion logam lain maupun garam-garam bikarbonat dan sulfat. Metode paling sederhana untuk menentukan kesadahan air adalah dengan sabun. Dalam air lunak, sabun akan menghasilkan busa yang banyak. Pada air sadah, sabun tidak akan menghasilkan busa atau menghasilkan sedikit sekali

busa. Cara yang lebih kompleks adalah melalui titrasi. Kesadahan air total dinyatakan dalam satuan ppm berat per volume (w/v) dari CaCO_3 .

Air sadah tidak begitu berbahaya untuk diminum, namun dapat menyebabkan beberapa masalah. Air sadah dapat menyebabkan pengendapan mineral, yang menyumbat saluran pipa dan keran. Air sadah juga menyebabkan pemborosan sabun di rumah tangga, dan air sadah yang bercampur sabun dapat membentuk gumpalan *scum* yang sukar dihilangkan. Dalam industri, kesadahan air yang digunakan diawasi dengan ketat untuk mencegah kerugian. Untuk menghilangkan kesadahan biasanya digunakan berbagai zat kimia, ataupun dengan menggunakan resin penukar ion. Air sadah digolongkan menjadi 2 jenis berdasarkan jenis anion yang iikat oleh kation (Ca^{2+} , Mg^{2+}).

Percobaan ini dilakukan dengan tujuan agar kita dapat menentukan kesadahan suatu sampel air. Yang menyebabkan kesadahan suatu air adalah karena adanya garam kalsium dan magnesium serta besi pada suatu larutan. Yang dimaksud dengan larutan standar adalah larutan yang telah diketahui nilai molaritasnya sehingga dapat menstandarisasi larutan yang belum diketahui nilai molaritasnya. Karena bentuk awal dari larutan standar Ca^{2+} berbentuk butiran, sehingga dapat dihitung molaritasnya dengan menggunakan konsep molaritas. Dalam percobaan menggunakan metode titrasi, yaitu cara penentuan konsentrasi suatu larutan dengan volume tertentu dengan menggunakan larutan yang sudah diketahui konsentrasinya dan mengukur

volumenya secara pasti. Titran yang digunakan adalah Na_2EDTA dan akan berdisosiasi menjadi ion Na^+ dan H_2Y^{2-} .

Pada percobaan ini, Ca^{2+} memiliki molaritas sebesar 0,005M dan volume larutan 0,02 liter. Molaritas dan volume larutan telah diketahui karena larutan ini merupakan larutan standar. Pada percobaan ini, digunakan indikator, yaitu indikator EBT. Indikator yang mampu berikatan secara kompleks dengan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} .

Hubungan Logam berat dengan Parameter Kualitas Air.

Untuk menentukan kualitas air terhadap konsentrasi logam dalam air sangat sulit, karena erat hubungannya dengan partikel tersuspensi yang terlarut di dalamnya. Logam-logam dalam lingkungan perairan umumnya berada dalam bentuk ion. Ion-ion itu ada yang merupakan ion-ion bebas, pasangan ion organik, ion-ion kompleks dan bentuk-bentuk ion lainnya. pH akan mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan, dalam hal ini kelarutan logam berat akan lebih tinggi pada pH rendah, sehingga menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Nilai pH menunjukkan bahwa dari hulu sampai hilir terjadi penurunan nilai pH dari 6,4,5. Kenaikan pH pada badan perairan biasanya akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam tersebut. Umumnya pada pH yang semakin tinggi, maka kestabilan akan bergeser dari karbonat ke hidroksida.

Hidroksida-hidroksida ini mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel-partikel yang terdapat pada badan perairan. Lama-kelamaan persenyawaan yang terjadi antara hidroksida dengan partikel-partikel yang ada di badan perairan akan mengendap dan membentuk lumpur. Salinitas juga dapat mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan, bila terjadi penurunan salinitas maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan

tingkat bioakumulasi logam berat semakin besar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang memperlihatkan bahwa pada bagian hulu dan sekitar pabrik yang nilai salinitasnya 0 memperlihatkan bahwa kandungan logam berat.

Hg yang tinggi dibandingkan pada perairan disekitar penelitian yang memiliki nilai salinitas 0,5. Suhu perairan mempengaruhi proses kelarutan akan logam-logam berat yang masuk ke perairan. Dalam hal ini semakin tinggi suatu suhu perairan kelarutan logam berat akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Darmono (2001) yang menyatakan bahwa suhu yang tinggi dalam air menyebabkan laju proses biodegradasi yang dilakukan oleh bakteri pengurai aerobik menjadi naik dan dapat menguapkan bahan kimia ke udara. Tingkah laku logam-logam di dalam badan perairan juga dipengaruhi oleh interaksi yang terjadi antara air dengan sedimen (endapan). Keadaan ini terutama sekali terjadi pada bagian dasar dari perairan.

Dalam hal ini pada dasar perairan, ion logam dan kompleks-kompleksnya yang terlarut dengan cepat akan membentuk partikel-partikel yang lebih besar, apabila terjadi kontak dengan permukaan partikulat yang melayang-layang dalam badan perairan. Partikel-partikel tersebut terbentuk dengan bermacam-macam bentuk ikatan permukaan (Palar, 2004). Ion-ion logam yang masuk ke badan perairan berikatan dengan partikel-partikel tersuspensi dengan nilai kandungan TSS yang tinggi dibandingkan pada dua stasiun lainnya yang ada dalam badan perairan dan membentuk ikatan kompleks yang terlarut dan mengendap di dasar perairan yang memiliki substrat berlumpur.

KESIMPULAN

Kondisi akumulasi logam berat yang berlebihan pada tanah dapat berakibat tidak hanya terhadap kontaminasi

lingkungan saja tetapi dapat menyebabkan meningkatnya kadar logam berat pada hasil tanaman yang dipanen sehingga hal tersebut dapat menurunkan kualitas hasil tanaman. Penambahan bahan organik H1,H2 dan H3 dapat menurunkan kandungan Merkuri (Hg) dalam tanah. pH akan mempengaruhi konsentrasi logam berat di air, kelarutan logam berat akan lebih tinggi pada pH rendah, sehingga menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan adanya penelitian lebih lanjut mengenai potensi tanaman pangan sebagai tanaman hiperakumulator dan bagaimana solusi pemecahannya agar tanaman pangan tersebut dapat dikonsumsi dan perlu diterapkan perhitungan berapa besar biaya reklamasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrachman, Sarlan. dkk. *Logam berat Cadmium (Cd) Dalam Tanah dan Gabah Pada Lahan Sawah Sub – Das Juwana Pati Jawa Tengah. Dalam Prossiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Padi Nasional 2010*. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian
- Abdurrachman, Irfan. 2013. *Kajian Potensi Bionutrien Caf Dengan Penambahan Ion Logam Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Padi*. Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia
- Barchia, faiz. 2009. *Agroekosistem Tanah Mineral Masam*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Zulkifly, D. 2006. *Tinjauan terhadap tailing mengandung unsur pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari sisa pengolahan bijih logam*. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 1 No. 1 Maret 2006: 31-36
- Nurmala, Tati. 2003. *Serelia Sumber Karbohidrat Utama*. Rineka Cipta. Bandung
- Suripin, 2001. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi. Yogyakarta
- Fitter. 1981. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Ir. Sri Andani, Gajah Mada University
- Kartasaputra, 1985 *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*, Rineka Cipta. Jakarta
- Zulkifly, D. 2006. *Tinjauan terhadap tailing mengandung unsur pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari sisa pengolahan bijih logam*. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 1 No. 1 Maret 2006: 31-36
- Ghufran, 2010. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*, Rineka Cipta, Jakarta
- Mulyani, 2008 *Analisis Tanah dan Air dan Jaringan Tanaman*. Rineka Cipta. Jakarta
- Lutfi, I Nasution. 1997. *Pengaturan Penguasaan Penggunaan Tanah dalam Upaya Pengendalian Fungsi Lahan Tanah Pertanian Sawah Beririgasi dan Mempertahankan Swasembada Beras*. Seminar Nasional Studi Kebijakan Tata Ruang dan Pertanahan. Yogyakarta.
- Anonim. 2008. *KTK Tanah*. Tesis. Universitas Sumatera Utara
- Hasanah, ina. 2007. *Budidaya tanaman padi*. Penebar swadaya. Jakarta
- Buckman, Harry. 1982. *Ilmu Tanah*. Prof. Dr. Soegiman. Bharatara Karya Aksara. Jakarta. Hal 503 – 529.