

SKRIPSI

**PEMANFAATAN TANAMAN MENDONG (*Fimbristylis Globulosa*)
SEBAGAI MEDIA TREATMENT PENURUNAN
LOGAM BERAT (Fe DAN Zn)
PADA LINDI DI TPA KENEP KABUPATEN PASURUAN**

**DISUSUN OLEH :
ASMITA DWI WULANDARI
01.26.037**



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2009**

3000

REKORDEK KEMENTERIAN PERTANIAN
REKORDEK KEMENTERIAN PERTANIAN
REKORDEK KEMENTERIAN PERTANIAN



REKORDEK

REKORDEK KEMENTERIAN PERTANIAN

REKORDEK KEMENTERIAN PERTANIAN

REKORDEK KEMENTERIAN PERTANIAN

REKORDEK KEMENTERIAN PERTANIAN

REKORDEK KEMENTERIAN PERTANIAN

REKORDEK KEMENTERIAN PERTANIAN

REKORDEK

Asmita, Dwiratnawati, Sudiro. 2009. *Pemanfaatan Tanaman Mendong (Fimbristylis Globulosa) sebagai media treatment Penurunan Logam Berat (Fe & Zn) pada Lindi Di TPA Kenep Kabupaten Pasuruan.*

Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAKSI

Sampah yang ditimbun pada tanah dapat menghasilkan cairan yang disebut sebagai lindi yang dapat mencemari sumber air dan lingkungan sekitar karena lindi dapat merembes ke dalam tanah. Lindi yang mengalir langsung ke dalam air dapat berdampak negatif pada badan air secara kontinyu dan lingkungan yang ada disekitarnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah ada penurunan kadar Fe dan Zn setelah digunakan tanaman mendong dan berapa besar pengaruh tanaman tersebut

Metode yang dipilih adalah metode Fitoremediasi. Proses ini dilakukan selama 2 bulan dengan variasi waktu pengambilan sampel 1 minggu (7 hari).

Kualitas akhir lindi pada penelitian sudah memenuhi standar Baku Mutu Limbah. Hasil akhir kadar Fe setelah melalui proses fitoremediasi adalah 18,59 mg/l sedangkan kadar Zn adalah 18,03mg/l.

Kata Kunci : Tanaman Mendong, Fe, Zn, dan Lindi

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul *Pemanfaatan Tanaman Mendong (Fimbristylis Globulosa) sebagai media treatment Penurunan Logam Berat (Fe & Zn) pada Lindi Di TPA Kenep Kabupaten Pasuruan*. ini tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun setelah melalui penelitian, analisis data dan pembahasan dari data yang telah diperoleh dari penelitian. Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, kerja sama dan bimbingan dari semua pihak, karena itu dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Sudiro, ST. MT. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Ibu Candra Dwi Ratna, ST. MT. selaku dosen pembimbing II skripsi ini dan selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
3. Bapak Hardianto, ST, MT, Bapak DR. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Si, Ibu Evy Hendriarianti, ST, MT.
4. Dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
5. Teman – teman Teknik Lingkungan yang telah banyak membantu mulai dari awal sampai selesainya laporan skripsi ini.
6. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam proses penyelesaian laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan atas laporan ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan skripsi yang saya susun.

Akhirnya penyusun berharap Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya para rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang dan masyarakat luas pada umumnya.

Malang, 2009

Penyusun

LEMBAR PERSETUJUAN

KATA PENGANTAR.....	i
----------------------------	----------

DAFTAR ISI.....	ii
------------------------	-----------

BAB I PENDAHULUAN.....	1
-------------------------------	----------

1.1 Latar Belakang.....	1
-------------------------	---

1.2 Perumusan Masalah.....	4
----------------------------	---

1.3 Tujuan Penelitian.....	5
----------------------------	---

1.4 Ruang Lingkup.....	5
------------------------	---

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
-------------------------------------	----------

2.1 SAMPAH.....	6
-----------------	---

2.1.1 Pengertian Sampah.....	6
------------------------------	---

2.1.2 Jenis dan Sumber Sampah.....	6
------------------------------------	---

2.1.3 Sumber Sampah.....	8
--------------------------	---

2.1.4 Komposisi Sampah Kota.....	9
----------------------------------	---

2.1.5 Metode Pembuanagn Sampah.....	10
-------------------------------------	----

2.2 LINDI / LEACHATE.....	11
---------------------------	----

2.2.1 Karakteristik Lindi dan Komposisi Lindi.....	11
--	----

2.3 ADSORBSI.....	13
-------------------	----

2.3.1 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi adsorbsi.....	14
---	----

2.3.2 Proses Adsorbsi.....	18
----------------------------	----

2.4 FITOREMIDIASI.....	21
------------------------	----

2.5 LOGAM BERAT.....	26
----------------------	----

2.6 TANAMAN MENDONG.....	27
--------------------------	----

2.6.1 Kegunaan Tanaman Mendong.....	27
-------------------------------------	----

2.7 ANALISA DATA.....	28
-----------------------	----

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32
---	-----------

3.1 Materi Penelitian.....	32
----------------------------	----

3.2 Variabel Penelitian.....	33
------------------------------	----

3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	34
---------------------------------	----

3.4 Kerangka Penelitian.....	35
------------------------------	----

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Hasil Penelitian.....	36
4.2 Analisa Data.....	37
4.3 Pembahasan.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	iii
LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pada umumnya teknik pembuangan sampah di Indonesia menggunakan sistem *landfill* (penimbunan tanah). Teknik ini sebetulnya tidak akan mengganggu lingkungan jika ditangani dan dikontrol dengan baik, misalnya dalam kondisi jauh dari pemukiman penduduk, jauh dari jalan raya, tidak mengganggu sumber daya alam yang ada disekitar lokasi seperti : sumber air atau pertanian. Sampah yang ditimbun pada tanah dapat menghasilkan cairan yang disebut sebagai lindi atau lindi, lindi yang dihasilkan dapat mencemari sumber air dan lingkungan sekitar karena lindi dapat merembes kedalam tanah. Lindi yang mengalir langsung ke badan air dapat berdampak negatif pada badan air secara kontinyu dan lingkungan yang ada disekitarnya. Dampak negatif tersebut antara lain : menurunnya nilai guna badan air dan memburuknya kualitas kesehatan masyarakat yang ada disekitar tempat pembuangan sampah tersebut.

Memburuknya kondisi lingkungan perairan akibat masalah tersebut dapat dikatakan sebagai suatu keadaan tercemar. Pencemaran air terjadi apabila ada suatu keadaan atau bahan yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas badan air sampai suatu tingkat tertentu sehingga tidak dapat digunakan sesuai peruntukannya, salah satu bahan tersebut adalah lindi.

Berdasarkan dampak yang ditimbulkan serta kompleksnya permasalahan sampah, khususnya sampah perkotaan diperlukan sistem pengelolaan sampah. Ditinjau dari teknik operasional pengelolaan persampahan meliputi kegiatan pewadahan sampai dengan pembuangan akhir. Kegiatan ini bersifat terpadu, karena setiap proses tidak dapat berdiri sendiri. Dengan demikian diperlukan organisasi pengelolaan sampah. Di Kabupaten atau Kota di Indonesia, pengorganisasian pengelolaan sampah dibawah tanggung jawab Dinas Bina Marga atau Dinas Kebersihan Dan Pertanaman.

Kabupaten Pasuruan adalah salah satu Kabupaten di Jawa Timur dengan luas wilayah 1.474 Km² atau 147.401,50 Ha dengan jumlah penduduk 1.369.295 jiwa, penanganan kebersihan dibawah tanggung jawab Dinas Bina Marga. Landasan hukum yang mengatur tentang pengelolaan sampah adalah Keputusan Bupati Pasuruan Nomor 33 tahun 2002.

Sumber utama sampah di Kabupaten Pasuruan berasal dari sampah domestik (perumahan) dan sampah non domestik (pasar/ pertokoan)dengan pebandingan jumlah sampah domestik dan non domestik adalah 80 % : 20 % (*Bina Marga, 2006*)

Berdasarkan data laporan Dinas Bina Marga tahun 2006, yotal timbulan sampah yang dihasilkan rata – rata perhari adalah 1.819,42 m³/hr. Sedangkan berdasarkan hasil laporan tersebut untuk daerah perkotaan, jumlah sampah yang terangkut untuk dibuang ke TPA adalah 41,49 %.

Tempat Pembuangan Akhir sampah (TPA) untuk wilayah barat Pasuruan adalah di TPA Kenep. TPA Kenep berlokasi di Desa Kenep Kecamatan Beji, yang mempunyai morfologi bergelombang dengan kemiringan relatif datar. Luas lahan TPA Kenep ± 1,6755 Ha yang digunakan sebagai pusat pengelolaan sampah, dengan sistem ini sampah tidak hanya ditimbun dengan sistem Control Landfill tatapi juga dilakukan proses pengomposan dan daur ulang berupa pengambilan sampah plastik oleh masyarakat setempat.

Komposisi sampah di TPA Kenep dalah sebagai berikut : (*BAPEDALDA Kab. Pasuruan, Tahun 2007*)

- Sampah Organik = 73,5 %
- Plastik = 10,5 %
- Lain – lain = 16,0 %

Sampah organik merupakan jenis sampah dengan komposisi persentase yang paling besar. Sampah organik ini dengan adanya daur Nitrogen akan mengalami proses dekomposisi dan penguraian sehingga membentuk senyawa. senyawa yang terbentuk antara lain : Nitrat, Nitrit, Sulfat, Methana, Amoniak dan air. Adanya rembesan air hujan kedalam timbunan sampah atau kadar air tanah yang tinggi, disamping cairan yang terkandung dalam sampah itu sendiri dapat menghasilkan lindi. (*Masduki, 2005*)

Lindi yang dihasilkan dari proses dekomposisi tersebut di TPA Kenep belum dikelola sebagaimana kaidah teknis. Lindi ditampung dengan sistem Lagoon yang berfungsi sebagai kolam stabilisasi pada pengolahan biologis. Pada pengolahan ini ada empat (4) unsur yang berperan yaitu sinar matahari, ganggang, bakteri dan oksigen.

Ganggang dengan butir chlorophyl akan melakukan fotosintesis dengan bantuan sinar matahari. Pada proses ini, akibat pengaruh sinar matahari maka terbentuk oksigen (O_2). Oksigen ini selanjutnya akan digunakan oleh bakteri aerobik untuk melakukan dekomposisi.

Apabila kemampuan ganggang dan oksigen yang terbentuk dari proses fotosintesis kurang mencukupi yang salah satunya disebabkan kadar bahan pencemar cukup tinggi, sehingga tidak mampu mendukung proses dekomposisi. Hal ini akan mempengaruhi kemampuan ganggang, bakteri dan biota akuatik lainnya untuk melakukan aktifitasnya, sehingga senyawa – senyawa lindi tetap tinggi.

Balai besar pulp dan kertas Bandung Tahun 2007 pernah melakukan penelitian menggunakan Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) untuk menurunkan TSS, BOD, COD, Lignin, dan Na pada tanah. Dari hasil penelitian terbukti Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) dapat menurunkan kadar parameter TSS, BOD, COD, Lignin dan Na pada tanah.

Melihat kenyataan ini, maka penulis dengan keterbatasan biaya, tenaga dan kemampuan akan melakukan penelitian tentang penggunaan Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) dan fitoremediasi sebagai cara untuk menurunkan kadar parameter Fe (Besi) dan Zn (Seng).

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang dikemukakan diatas, maka rumusan masalah yang dapat diajukan adalah :

1. Apakah ada penurunan kadar parameter Fe (Besi) dan Zn (Seng) sesudah digunakan tanaman mendong (*Fimbristylis globulosa*) dan aerasi sebagai media treatment pada lindi ?

2. Seberapa besar pengaruh tanaman mendong (*Fimbristylis globulosa*) dan aerasi sebagai media treatment pada lindi ?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui apakah ada penurunan kadar parameter Fe (Besi) dan Zn (Seng) sesudah digunakan tanaman mendong (*Fimbristylis globulosa*) dan aerasi sebagai media treatment pada lindi ?.
2. Untuk mengetahui besar pengaruh tanaman mendong (*Fimbristylis globulosa*) dan aerasi sebagai media treatment pada lindi.

1.4 RUANG LINGKUP

Ruang lingkup skripsi ini adalah :

1. Tanaman uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah mendong (*Fimbristylis globulosa*).
2. Lindi yang digunakan adalah lindi dari TPA Kenep.
3. Pengujian dilakukan secara bertahap selama interval waktu 7 hari sekali dalam waktu 2 bulan untuk mengetahui penurunan parameter Fe (Besi) dan Zn (Seng) pada lindi.
4. Membuat bak dari kaca untuk mempermudah pengamatan pertumbuhan mendong (*Fimbristylis globulosa*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 SAMPAH

2.1.1 Pengertian sampah

Sampah tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, sebab pada dasarnya sampah merupakan produk yang sebetulnya tidak dapat diharapkan adanya. Dari keterangan ini maka timbul beberapa pengertian mengenai sampah. Beberapa pengertian sampah :

- Sampah adalah suatu bahan buangan padat atau semi padat yang timbul akibat aktifitas manusia atau hewan yang dibuang karena tidak diinginkan atau dianggap tidak berguna lagi. (*Tchobanoglous, Theisen dan Vigil, 1993*).
- Sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari bahan organik dan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan (*SNI 19-2454-2002*)
- Sampah adalah sisa kegiatan sehari – hari manusia dan/atau proses yang berbentuk padat (*UU RI No. 18 Th. 2008 Tentang Pengelolaan Sampah*)

2.1.2 Jenis dan Sumber Sampah

1. Jenis Sampah

Pada prinsipnya sampah dibagi menjadi sampah padat, sampah cair dan dalam bentuk gas.

Sampah padat dapat dibagi dalam beberapa jenis, yaitu : (*Kusnoputranto, 1985*)

a. Berdasarkan Zat Kimia yang terkandung di dalamnya

1) Sampah yang bersifat inorganik

Contoh : logam – logam, pecahangelas, abu

2) Sampah yang bersifat organis

Contoh : Sisa makanan, daun – daunan, sisa sayur – sayuran, buah – buahan, kertas dan plastik.

b. Berdasarkan dapat tidaknya dibakar

- 1) Sampah yang mudah terbakar

Contoh : Kertas, plastik, karet, kain dan kayu.

- 2) Sampah yang tidak dapat terbakar

Contoh : Kaleng, sisa potongan besi, pecahan gelas dan abu.

(Kusnoputranto, 1985)

c. Berdasarkan dapat tidaknya membusuk

- 1) Sampah – sampah yang sukar membusuk

Contoh : Plastik, kaleng, pecahan kaca/ gelas

- 2) Sampah – sampah yang mudah membusuk

Potongan daging, sisa makanan, sisa daun – daunan, buah – buahan

(Kusnoputranto, 1985)

d. Berdasarkan Karakteristi dari sampah

Pembagian ini sering dipakai dan mencakup jenis – jenis sebagai berikut :

- 1) Garbage

Jenis sampah yang terdiri dari sisa – sisa potongan hewan atau sayuran hasil dari pengolahan, pembuatan dan penyediaan makanan sebagian besar terdiri dari zat – zat yang mudah membusuk, lembab, mengandung sejumlah air bebas

- 2) Rubish

Terdiri dari sampah yang adapt terbakar atau yang tidak dapat/sukar terbakar yang berasal dari rumah – rumah, pusat perdagangan, kantor – kantor tetapi tang tidak termasuk garbage.

- 3) Asbes (abu)

Sisa – sisa pembakaran dar zat zat ynag mudah terbakar baik dirumah, dikantor, industri.

- 4) Street sweeping

Berasal dari pembersihan jalan dan trotoir baik dengan tenaga manusia maupun dengan tenaga mesinyang terdiri dari kertas – kertas, kotoran – kotoran, daun – daun dan lain – lain.

- 5) Dead animal (bangkai binatang)
Bangkai – bangkai binatang mati karena alam, penyakit atau kecelakaan.
 - 6) Abandoned vehicels (bangkai kendaraan)
Termasu jenis sampah ini adalah bangkai mobil, truk, kereta api..
 - 7) Sampah industri
Sampah padat yang berasal dari industri – industri pengolahan hasil bumi tumbuh – tumbuhan dan industri lainnya.
 - 8) Houshol- refuse
Yaitu sampah campuran yang terdiri dari sampah rubbish, garbage, asbes yang berasal dari pemukiman.
 - 9) Sampah dari daerah pembangunan, sampah dari penghancuran gedung
 - 10) Sampah khusus, yaitu sampah yang memerlukan penanganan khusus, misalnya radioaktif.
- (Kusnoputranto, 1985)*

2.1.3 Sumber Sampah

Sumber sampah pada umumnya berhubungan dengan penggunaan tanah dan pembagian daerah untuk berbagai kegunaan. Pada dasarnya sumber sampah dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori sebagai berikut :

1. Pemukiman Penduduk

Pada tempat pemukiman biasanya sampah dihasilkan oleh suatu keluarga tunggal atau beberapa keluarga yang tinggal di suatu bangunan apartemen atau asrama. Jenis sampah yang dihasilkan biasanya sisa makanan dan bahan dalam pengolahan makanan atau sampah basah, sampah kering.

2. Tempat – tempat umum dan tempat – tempat perdagangan

Tempat - tempat yang menghasilkan sampah diperdagangan ialah :

- Toko
- Rumah makan / warung
- Pasar
- Sekolah

- Hotel / Motel

Jenis sampah yang dihasilkan dapat berupa sisa makanan, sampah kering, abu, sisa bahan bangunan.

3. Sarana pelayanan masyarakat milik pemerintah

Yang dimaksud sarana pelayanan masyarakat disini misalnya :

- Tempat hiburan umum (taman)
- Jalan umum
- Tempat pelayanan kesehatan
- Komplek militer
- Pantai tempat berlibur
- Sarna pemerintah lain

Tempat – tempat ini biasanya menghasilkan sampah khusus dan sampah kering.

4. Industri berat – ringan

Dalam pengertian ini termasuk : pabrik, perusahaan kimia, perusahaan logam, kegiatan industri.

Sampah yang dihasilkan dari tempat ini biasanya sampah basah, kering, abu, sampah khusus dan sampah berbahaya.

5. Pertanian

Sampah ini dihasilkan dari tanaman – tanaman atau binatang – binatang dari daerah pertanian ini, sampah yang dihasilkan dapat berupa :

- Bahan makanan yang membusuk
- Sampah pertanian
- Sampah kering
- Sampah berbahaya

2.1.4 Karakteristik sampah kota

Informasi tentang karakteristik sampah sangat penting dalam penilaian/pemilihan alat yang diperlukan, cara pengolahan dan perencanaan.

Karakteristik sampah dapat dibedakan secara, fisik, kimia dan biologi :

1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik penting dalam pemilihan/penggunaan alat –alat dan perlengkapan dalam usaha pengelolaan tempat pembuangan akhir. Prosentase dari unsur – unsur komponen sampah untuk berbagai kota tidak sama dan tergantung berbagai faktor. Unsur – unsur yang merupakan komponen dari sampah kota umumnya terdiri dari : sisa makanan, sampah pekarangan, tekstil vesi, kaleng karton, kaca kertas, debu dan abu, plastik, kayu, karet, kulit.

Karakteristik dari unsur – unsur tersebut diatas bervariasi sesuai dengan tempatnya, musim dan keadaan sosial ekonomi.

2. Karakteristik kimia

Karakteristik kimia diperlukan dalam rangka kemungkinan pengolahan dan pemanfaatan kembali. Kandungan unsur kimia dalam sampah ini menentukan banyaknya energi yang dihasilkan oleh sampah tersebut, unsur – unsur yang dimaksud adalah C, H, O, dan S.

3. Karakteristik biologi

Karakteristik biologi diperlukan untuk mengetahui jenis sampah yang mudah terdekomposisi karena aktifitas mikroorganisme. Sampah yang memiliki karakteristik ini mudah membusuk dan kadang dikenal dengan sampah basah.

2.1.5 Metode Pengolahan Sampah

- Pembakaran (incenerator),
- Komposting atau penimbunan.

Sedangkan sistem pembuangan akhir yang sering digunakan adalah :

(Tchobanoglous, Theisen dan Vigli, 1993)

1. **Open Dumping** ialah TPA dimana sampah yang dibuang diletakkan begitu saja di atas tanah kosong atau sebelum digunakan tanah tersebut dibuat lubang dengan menggunakan traktor.
2. **Controll Landfill** ialah TPA dimana sampah yang dibuang diletakkan diatas lubang yang dibuat dengan traktor, kemudian apabila lubang tersebut sudah penuh baru ditutup dengan lapisan tanah setebal kurang lebih 20 cm.
3. **Sanitary landfill** ialah TPA dimana sampah yang dibuang diletakkan di atas lubang yang dibuat dengan traktor kemudian sampah yang ada ditutup oleh lapisan tanah yang penutupnya dilakukan setiap hari sehingga terbentuk sel – sel di dalamnya.

2.2 LINDI

Sampah yang dibuang ke landfill mengalami beberapa perubahan fisik, kimia dan biologi yang diantaranya menghasilkan cairan yang disebut lindi (lindi). Lindi adalah cairan yang telah melewati sampah dan telah mengekstraksi material terlarut atau tersuspensi dari sampah – sampah tersebut. (Tchobanoglous, Theisen dan Vigil, 1993).

Biasanya lindi terdiri dari cairan yang merupakan hasil dekomposisi buangan dan cairan yang masuk ke landfill dari luar, misalnya : dari air permukaan, air hujan, air tanah, atau mata air. Oleh karena itu siklus hidrologi setempat mempengaruhi produksi dan karakteristik lindi yang dihasilkan.

Variasi didalam komposisi lindi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : komposisi dan umur sampah, lokasi dan pengoperasian serta kondisi landfill, iklim dan kondisi geohidrologi, kelembaban, temperatur, pH dan tingkat stabilisasi (Tchobanoglous, Theisen dan Vigil, 1993).

Sampah organik didegradasi oleh mikroba menjadi komponen yang lebih sederhana, oleh karena itu air yang merembes tersebut mempunyai kualitas yang makin memburuk menghasilkan cairan dimana cairan tersebut memiliki variasi warna antara lain : coklat pekat, coklat, kuning, kuning muda bahkan ada yang mendekati hitam.

2.2.1 Karakteristik Lindi Dan Komposisi Kimia Lindi

A. Karakteristik Lindi

Karakteristik lindi bervariasi tergantung dari proses dalam landfill yang meliputi proses fisik, kimia, biologis. Sedangkan faktor yang mempengaruhi proses landfill adalah jenis sampah, lokasi landfill, hidrogeologi dan sistem pengoperasian. Degradasi material sampah di landfill disebabkan proses biologis, perubahan secara fisik dan kimia, produksi lindi dan produksi gas berhubungan langsung dengan aktifitas biologis dalam landfill.

B. Komposisi Kimia Lindi

Komposisi kimia lindi tergantung dari beberapa parameter, termasuk hal – hal yang mengenai massa sampah, lokasi/ tempat, serta manajemen landfill. Hal – hal yang mempengaruhi kualitas lindi adalah :

1. Komposisi Sampah

Secara umum komposisi sampah terdiri dari sampah organik (dapat terdegradasi) dan sampah anorganik (tidak dapat terdegradasi) yang berasal dari sumber yang berbeda - beda.

2. pH

pH mempengaruhi proses kimia yang merupakan basis dari transfer massa dalam sistem lindi sampah seperti presipitasi desolusi dan reaksi penyerapan (adsorpsi).

3. Umur landfill

Variasi dalam komposisi lindi dan dalam jumlah polutan yang menurun dari sampah menandakan umur landfill. Umur landfill mempunyai peran penting dalam penentuan karakteristik lindi yang diatur oleh tipe proses stabilisasi sampah.

Tabel . Komposisi kimia dari lindi landfill

Parameter	Range	Parameter	Range
COD (mg/l)	150-100000	SO ₄ (mg/l)	10-1200
BOD (mg/l)	100-90000	Cl (mg/l)	30-4000
PH (mg/l)	5,3-8,5	Fe (mg/l)	0,4-2200
Alkalinity (mgCaCo ₃ /l)	300-11500	Zn (mg/l)	0,05-170
Kesadahan (mgCaCo ₃ /l)	500-8900	Mn (mg/l)	0,4-50
NH ₄ (mg/l)	1-1500	CN (mg/l)	0,04-90
N-Organik (mg/l)	1-2000	AOX (mg/l)	320-3500
N-Tot (mg/l)	50-5000	Phenol (mg/l)	0,04-44
NO ₃ (mg/l)	0,1-50	As (µg/l)	5-1600
NO ₂ (mg/l)	0-25	Cd (µg/l)	0,5-140
P-tot (mg/l)	0,1-30	Co (µg/l)	4-950
PO ₄ (mg/l)	0,3-25	Ni (µg/l)	20-2050
Ca (mg/l)	10-2500	Pb (µg/l)	8-1020
Mg (mg/l)	50-1150	Cr (µg/l)	30-1600
Na (mg/l)	50-4000	Cu (µg/l)	4-1400
K (mg/l)	10-2500	Hg (µg/l)	0,2-50

Sumber : Ehrig, 1989; Ardreottola dkk, 1990 dalam Made Mira T, 2002)

C. Pengaruh lindi terhadap polusi air

Air permukaan yang terpolusi oleh lindi dengan kandungan organik yang tinggi, pada proses penguraian secara biologis akan menghabiskan oksigen dalam air dan pada akhirnya seluruh kehidupan yang tergantung pada oksigen akan mati.

Air tanah yang dicemari oleh lindi yang konsentrasinya tinggi, polutan tersebut akan tetap berada pad air tanah dalam jangka waktu yang lama karena terbatasnya oksigen yang terlarut. Sumber air bersih yang berasal dari air tanah terpolusi tersebut dalam jangka waktu lama tidak sesuai lagi untuk sumber air bersih.

2.3 ADSORPSI

Pada analisis ini adsorpsi merupakan salah satu proses yang bertujuan untuk menurunkan kadar parameter Fe dan Zn pada lindi dengan memanfaatkan Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) sebagai media treatmen.

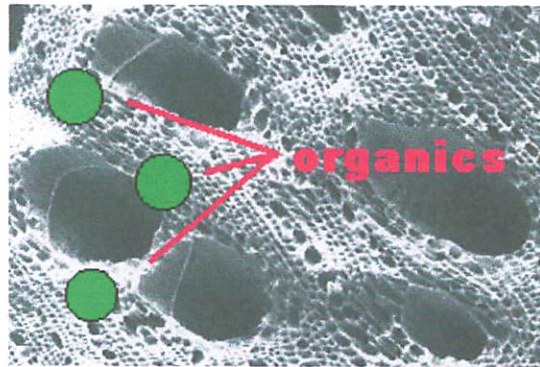
Adsorpsi adalah serangkaian proses yang terdiri atas reaksi – reaksi permukaan zat padat (adsorben) dengan zat pencemar (adsorbat), baik pada permukaan cair maupun gas. Karena adsorpsi adalah fenomena permukaan, maka kapasitas adsorpsi dari suatu adsorben merupakan fungsi luas permukaan spesifik (Sawyer, 1994). Adsorpsi berbeda dengan absorpsi yang artinya penembusan zat – zat kimia dalam intramolekuler dan partikel suatu zat dengan bahan padat sehingga zat tersebut dapat terikat bersama dengan bahan padatnya (Ginting, 1995).

Adsorpsi merupakan efek gaya tarik *Van Der Waals* yang terjadi antara molekul – molekul zat yang diserap terhadap permukaan adsorben. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya energi permukaan dan gaya tarik permukaan. Sifat masing – masing permukaan berbeda tergantung dari susunan dalam (interior) molekul – molekul zat. Setiap molekul dalam interior dikelilingi oleh molekul – molekul lainnya, sehingga gaya tarik antar molekul akan sama besar, berkesetimbangan, dan ke segala arah. Molekul – molekul permukaan berbeda dengan molekul – molekul interior sehingga gaya yang terjadi hanyalah gaya tarik permukaan. (Davis and Cornwell, 1991, *Introduction to Environmental Engineering*)

Definisi lain mengatakan bahwa adsorpsi merupakan akumulasi antar fase pada suatu material. Material atau substansi yang diadsorpsi disebut adsorbat, sedangkan material yang berfungsi sebagai pengadsorpsi dimana akumulasi berlangsung disebut adsorbent. Sebagai contoh bahan yang bisa digunakan sebagai adsorbent antara lain alumina, karbon aktif, *silica gel* dan lain – lain.

Proses adsorpsi dapat dijelaskan sebagai tingkat perpindahan molekul dari larutan ke dalam pori – pori partikel adsorbent. Secara garis besar mekanisme yang terjadi pada proses adsorpsi adalah (Benefield, 1982) :

1. Molekul – molekul adsorbat berpindah dari *fase bulk – liquid* ke permukaan adsorben dengan melalui lapisan film yang melapisi permukaan adsorben atau (*film diffusion*).
 2. Molekul adsorbat terserap ke permukaan dalam atau permukaan pori dari adsorben (*pore diffusion*).
 3. Molekul adsorbat menempel pada permukaan adsorben.
-



Gambar 2.1.

Mekanisme yang terjadi pada proses adsorpsi

(Sumber : <http://www.activatedcarbon.com>)

2.3.1 Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan adsorpsi dan jumlah adsorbat yang terserap pada adsorbent :

1. Agitasi atau pengadukan (Benefield, 1982)

Kecepatan adsorpsi selain dipengaruhi oleh difusi film dan difusi pori juga dipengaruhi oleh jumlah pengadukan dalam sistem tersebut. Jika proses agitasi yang dilakukan relatif kecil maka tahapan proses adsorpsi hanya terjadi hingga tahap difusi film.

2. Karakteristik adsorbent (Sundstorm, 1979)

Adsorbent pada umumnya memiliki luas permukaan adsorp yang luas yang merupakan jaringan antar pori yang sangat kecil di dalamnya. Macam-macam adsorbent yang banyak diperjual belikan untuk menghilangkan polutan dari larutan antara lain adalah *silica gel*, *activated alumina* dan karbon aktif. Pada skala industri karbon aktif dibuat dari batubara, *nut shells* ataupun arang kayu yang diaktifasi sehingga berupa residual carbon yang porus. Lubang pori yang besar (*macropores*) berdiameter 1000 Å, sedangkan yang kecil (*micropores*) 10-1000 Å. Luas permukaan bervariasi antara 950-1500 m²/g (Culp, 1971 dalam Lado, 1997). Pada umumnya karbon aktif memiliki muatan permukaan sedikit negatif. Muatan permukaan ini tergantung dari bahan dan proses aktivasinya

3. Kelarutan dari adsorbat

Agar terjadi proses adsorpsi, molekul-molekul yang ada dalam larutan harus dapat berpisah dari cairannya dan dapat berikatan dengan permukaan adsorbent. Sifat unsur yang terlarut mempunyai daya tarik menarik terhadap cairannya lebih kuat, maka unsur tersebut akan lebih sulit diadsorpsi oleh adsorbent dibandingkan dengan unsur yang sukar larut. Pada molekul yang terlarut dalam air, molekul yang memiliki sifat *hidrophobic* akan mudah untuk diadsorpsi daripada molekul yang memiliki sifat *hidrophilic* (Sundstorm, 1979). Meski demikian ada beberapa pengecualian sebab, adapula unsur yang sukar larut lebih sukar untuk diadsorpsi dibandingkan dengan unsur yang sangat mudah larut (Hassier, 1974)

4. Ukuran molekul adsorbat (Benefield, 1982)

Ukuran molekul-molekul adsorbat akan berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Karena secara prinsip molekul-molekul adsorbat harus dapat masuk ke dalam pori-pori (*micropores*) dari adsorbent. Oleh karena itu tingkat adsorpsi akan semakin besar dengan semakin besarnya ukuran diameter pori dan semakin kecilnya ukuran molekul adsorbat, sehingga dimungkinkan molekul-molekul adsorbat dapat masuk ke dalam pori-pori adsorbent.

5. pH

Pada proses adsorpsi pH mempunyai tingkat pengaruh yang besar terhadap tingkat adsorpsi tertentu. Proses adsorpsi pada larutan umumnya akan meningkat seiring dengan menurunnya pH larutan (Sundstorm, 1979). pH optimum untuk setiap proses adsorpsi dapat diperoleh melalui penelitian laboratorium. Misalnya logam Cr dalam larutan dapat diadsorpsi dengan baik oleh batu apung pada kondisi yang asam (Triwahyuni, 1997).

6. Temperatur (Benefield, 1982)

Pada sistem adsorpsi, temperatur akan berpengaruh terhadap kecepatan adsorpsi. Kecepatan adsorpsi akan bertambah dengan bertambahnya temperatur dan berkurang dengan menurunnya temperatur.

Sifat dan keadaan adsorben memiliki pengaruh yang tinggi karena suatu zat padat dapat mengadsorpsi suatu pertukaran ion dengan adsorbat. Luas

permukaan dan jumlah adsorben juga mempengaruhi banyak sedikitnya peristiwa adsorpsi.

Konsentrasi berpengaruh pada peristiwa adsorpsi jika terjadi pada suhu tetap, hal ini terjadi karena jumlah molekul yang dapat diadsorpsi pada suatu permukaan tergantung pada tekanan (jika gas) dan konsentrasi (jika larutan) (Setiawan, 1990). pH sangat menentukan proses adsorpsi, pH suatu larutan yang optimum sangat dapat membantu proses pembentukan ion-ion zat terlarut sehingga dapat terjadi peristiwa pertukaran ion antara adsorbat dan adsorbent.

2.3.2. Adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi tiga, antara lain :

(Sawyer et al, 1994)

1. Adsorpsi Fisika

Pada proses Adsorpsi fisik terutama disebabkan oleh adanya gaya antara molekul adsorbat dan partikel adsorbent untuk saling berikatan (gaya *Van Der Waals*) (Benefield, 1982). Hal ini terjadi sebagai akibat adanya perbedaan energi gaya tarik elektrostatis, maka secara fisik adsorbat akan terserap pada permukaan adsorbent. Gaya elektrostatis adalah prinsip dasar yang menjelaskan interaksi antara molekul adsorbent dan adsorbat. Gaya tarik elektrostatis dan penolakannya didasari oleh hukum *Coloumb*. Pada proses adsorpsi fisika, gaya tarik molekul antara molekul adsorbat dan adsorbent lebih besar daripada gaya tarik antara molekul adsorbat dengan liquidnya.

Adsorpsi fisik bersifat berlapis-lapis (*Multilayer*) yaitu setiap lapisan molekul yang terbentuk akan menutupi lapisan yang sebelumnya. Dimana jumlah lapisan yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi adsorbatnya. Kesetimbangan antara permukaan solid dan molekul-molekul adsorbat biasanya cepat tercapai dan bersifat *reversibel*, karena kebutuhan energi kecil dan gaya ikatannya yang relatif lemah.

2. Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia melibatkan gaya yang jauh lebih besar daripada adsorpsi fisik. Gaya tarik antara adsorbent dan adsorbat mendekati kovalen (ikatan kimia elektrostatik) antara atom yang panjang ikatannya lebih pendek dan yang lebih tinggi energi ikatannya (Razif, 1992). Ikatan kimia pada permukaan adsorbent akan terbentuk suatu lapisan yang mempunyai sifat kimia yang lain, sebagai akibat adanya reaksi antara adsorbat dan adsorbent. Sehingga biasanya pada adsorpsi kimia terjadi tidak lebih dari satu lapisan (*Monolayer*) dan bersifat *irreversibel*, karena untuk membalik reaksi kimianya diperlukan energi yang lebih besar.

3. Adsorpsi Isothermis

Mekanisme adsorpsi dapat lebih mudah untuk diamati pada kondisi yang *Isotherm* (temperatur konstan). Ada beberapa model dari *Isotherm* adsorpsi yang telah dikembangkan, sehingga dapat membantu penafsiran data proses adsorpsi. Adapun model tersebut adalah : *Langmuir Isotherm*, *Freundlich Isotherm* dan *Brunaur-Emmet-Teller (BET) Isotherm* (Benefield, 1982). Dalam sistem *solid – liquid*, adsorpsi ini menyatakan variasi adsorpsi dari adsorbat yang terjadi dalam bentuk *bulk – liquid* pada suhu konstan.

2.3.2 Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi pada umumnya dapat dilakukan dengan proses batch ataupun proses kontinyu.

a. Proses Batch

Pada skala laboratorium proses *batch* akan dapat memberikan gambaran mengenai kemampuan dari adsorbent dengan mencampurkan adsorbent dengan air limbah tertentu (kualitas dan kuantitas tetap dan tidak bertambah) dan mengamati perubahannya untuk beberapa waktu. Pada proses ini dilakukan *agitasi* agar terjadi kontak antara adsorbat dengan adsorbent. Dari proses *batch* akan dapat diketahui efisiensi removal dan waktu untuk mencapai kondisi setimbang atau jenuh serta hubungan antara penurunan

adsorbat dan berat adsorbent dalam suatu koefisien dari persamaan adsorpsi *isotherm* (Razif, 1992).

Hasil *batch* proses ini dapat disajikan dalam bentuk kurva adsorpsi *isotherm*. Kurva ini dapat dipakai untuk menganalisa kemampuan adsorpsi oleh adsorbent yang digunakan.

Batch proses umumnya kurang praktis apabila diterapkan untuk pengolahan limbah karena untuk mengolah dalam volume yang cukup besar diperlukan volume reaktor yang cukup besar pula. Selain itu diperlukan unit tersendiri untuk melakukan pemisahan antara adsorbent dan supernatan bila digunakan adsorbent jenis *powder*.

b. Proses Kontinyu

Proses adsorpsi secara kontinyu biasanya digunakan pada air buangan yang mengandung *suspended solid* rendah (*tertiary treatment*) (Triwahyuni, 1997).

Proses kontinyu dapat dioperasikan secara :

- ***Fixed bed flow***

Pada sistem *fixed influent* dialirkan secara *down flow*. Sistem pengaliran ini banyak diterapkan dan mampu mengolah debit yang besar. Penyusunan kolom adsorpsi dapat dilakukan secara seri ataupun tunggal.

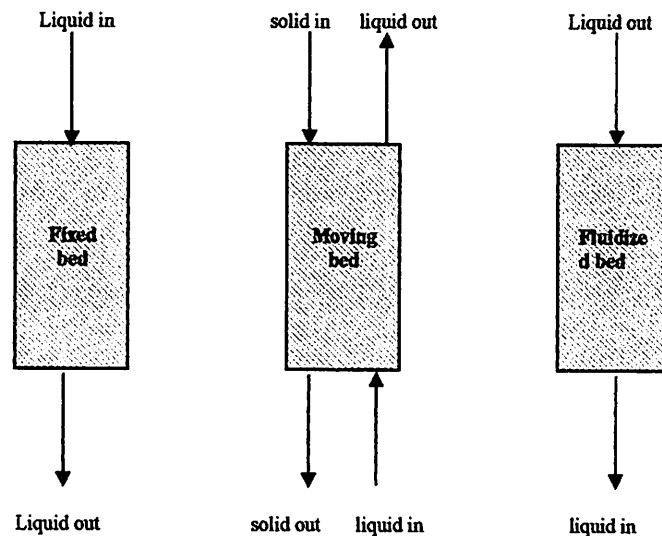
- ***Moving bed flow***

Pada sistem ini aliran influent dilakukan secara *up flow* dan *down flow* untuk adsorbentnya. Jadi adsorbent ditambahkan secara kontinyu pada bagian atas kolom.

- ***Expanded / Fluidized bed***

Pada sistem ini influent dialirkan secara *up flow* melalui media pada kecepatan tertentu sehingga media akan terekspansi. Sistem ini dapat digunakan untuk air buangan yang mengandung kekeruhan tinggi, karena *suspended solid* akan bergerak melewati celah rongga antara partikel adsorbent dan tidak menyebabkan *clogging*.

Skematik diagram dari ketiganya diperlihatkan pada gambar 2.2.3. (I)



Gambar 2.2. (I) Skema diagram *fixed*, *moving* dan *fluidized bed* (Sundstorm, 1979)

Pada pengoperasian *fixed bed*, air mengandung zat adsorbat (zat teradsorpsi) dengan konsentrasi C_{AO} akan dihilangkan adsorbatnya dengan cara adsorpsi. Air tersebut dialirkan dari atas ke bawah pada *fixed bed column* yang berisi butir-butir adsorben. Proses adsorpsi terjadi pada permukaan pori-pori dalam butir adsorben, sehingga untuk bisa teradsorpsi, adsorbat dari cairan mengalami proses-proses seri sebagai berikut :

- Perpindahan massa dari cairan ke permukaan butir.
- Difusi dari permukaan butir ke dalam butir melalui pori.
- Perpindahan massa dari cairan dalam pori ke dinding pori.
- Adsorpsi pada dinding pori.

Perpindahan massa cairan dalam pori ke dinding pori (proses c) umumnya berlangsung sangat cepat sehingga tidak mengontrol. Adsorpsi pada dinding pori (proses d) umumnya juga berlangsung relatif sangat cepat, sehingga tidak mengontrol juga. Jadi yang umumnya mengontrol kecepatan proses adsorpsi

adalah proses a atau proses b atau keduanya. Jika butir-butir sangat kecil (seperti serbuk) maka difusi dari permukaan ke dalam butir (proses b) berlangsung relatif sangat cepat sehingga tidak mengontrol. Akibatnya yang mengontrol adalah perpindahan massa dari cairan ke permukaan butir. Sebaliknya, jika butir-butir berukuran besar, difusi dari permukaan ke dalam butir relatif sangat lambat, sehingga yang mengontrol adalah proses difusinya. (abdul latif, 2005). Pada proses ini juga larutan akan teradsorpsi secara cepat dan efektif pada permukaan dari lapisan atas adsorbent. Lapisan atas merupakan lapisan dimana terjadi kontak secara langsung dengan larutan pada konsentrasi tertinggi (C_0), sedangkan lapisan berikutnya akan menyerap larutan dengan konsentrasi yang lebih rendah, demikian seterusnya. Tetapi lama kelamaan lapisan teratas akan relatif jenuh dan berkurang efisiensi penyerapannya sehingga lapisan berikutnya akan menggantikan fungsinya. Lapisan penyerap ini disebut *sorption zone*.

2.4 FITOREMEDIASI

Selama beberapa dasawarsa ini telah dikembangkan alternatif pengolahan limbah yang lebih sederhana yaitu pengolahan limbah dengan memanfaatkan tumbuhan air. Metode ini digunakan karena tumbuhan air memiliki kemampuan untuk memisahkan bahan pencemar dalam air limbah.

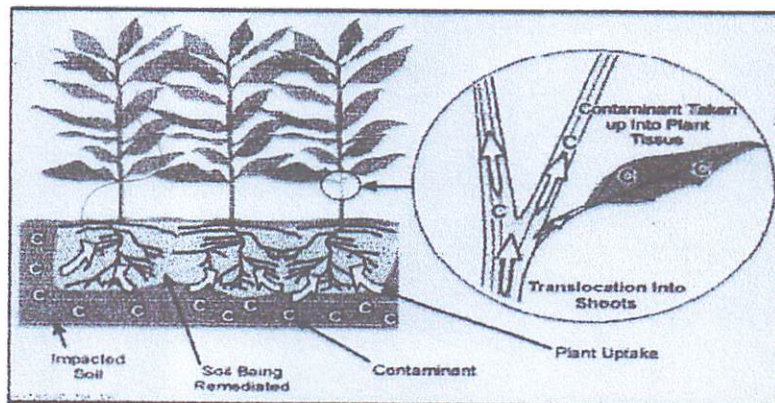
Proses pengolahan limbah dengan menggunakan tumbuhan air dikenal dengan istilah *fitoremediasi*. Istilah *fitoremediasi* berasal dari kata Inggris *phytoremediation* kata ini sendiri tersusun atas dua bagian kata, yaitu *Phyto* asal kata Yunani atau *greek phyton* yang berarti tumbuhan atau tanaman (*plant*), *remediation* asal kata latin *remediare (to remedy)* yaitu memperbaiki atau menyembuhkan atau membersihkan sesuatu. Jadi *fitoremediasi (phytoremediation)* merupakan suatu sistem yang menggunakan tumbuhan, dimana tumbuhan tersebut bekerjasama dengan mikro-organisms dalam media (tanah, koral dan air) untuk mengubah, menghilangkan, menstabilkan, atau menghancurkan zat kontaminan (pencemar atau polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya sama sekali bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi.

Teknologi Ini mulai berkembang dan banyak digunakan karena, memberikan banyak keuntungan. Teknologi ini potensial untuk diaplikasikan, aman untuk digunakan dan dengan dampak negatif relatif kecil, memberikan efek positif yang multiguna terhadap kebijakan pemerintah, komunitas masyarakat dan lingkungan, biaya relatif rendah, mampu mereduksi volume kontaminan dan memberikan keuntungan langsung bagi kesehatan masyarakat.

Keuntungan paling besar dalam penggunaan fitoremediasi adalah biaya operasi lebih murah bila dibandingkan pengolahan konvensional lain seperti insinerasi, pencucian tanah berdasarkan sistem kimia dan energi yang dibutuhkan. Sebagai perbandingan, sistem pencucian logam membutuhkan biaya sekitar US\$ 250/kubik yard sedangkan fitoremediasi hanya membutuhkan US\$ 80/kubik yard. Proses fitoremediasi secara umum dibedakan berdasarkan mekanisme fungsi dan struktur tumbuhan yaitu sebagai berikut :

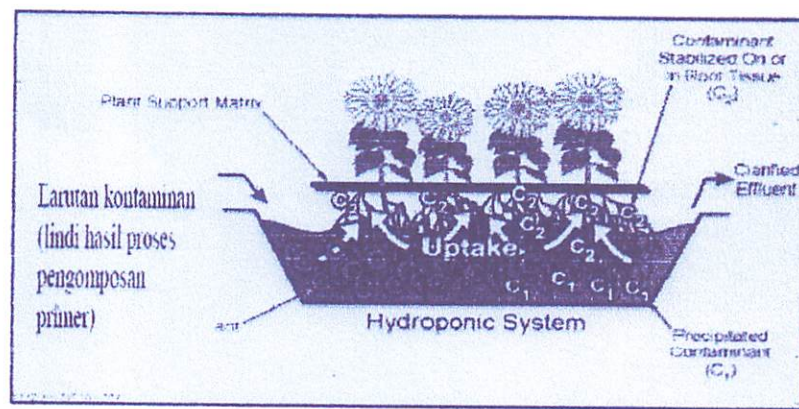
1. **Fitoekstraksi / fitoakumulasi (*Phytoaccumulation / phytoextraction*)**

yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan, proses ini disebut juga Hyperaccumulation. Dapat dilihat pada gambar 2.1 akar tumbuhan menyerap polutan dan selanjutnya ditranslokasi ke dalam organ tumbuhan. Proses ini adalah cocok digunakan untuk dekontaminasi zat-zat anorganik. Spesies tumbuhan yang dipakai adalah sejenis hiperakumulator misalnya pakis, bunga matahari dan jagung.



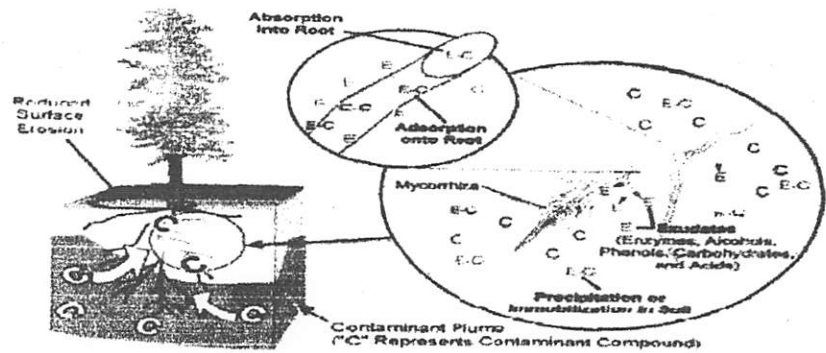
Gambar 2.2 Proses fitoekstraksi
(Mangkoedihardjo, 2005).

2. **Rhizofiltration** (rhizo = akar) adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar atau pemanfaatan kemampuan akar tumbuhan untuk menyerap, mengendapkan, dan mengakumulasi logam berat aliran limbah. Dapat dilihat pada gambar 2.3 akar tumbuhan mengadsorpsi atau presipitasi pada zone akar atau mengabsorpsi larutan polutan sekitar akar ke dalam akar. Spesies tumbuhan yang biasa digunakan adalah tumbuhan air seperti *Cattail*, bunga matahari, Kayu Apu, dan Eceng Gondok (Mangkoedihardjo, 2002),



Gambar-2.3 Proses rizofiltrasi
(Mangkoedihardjo, 2005)

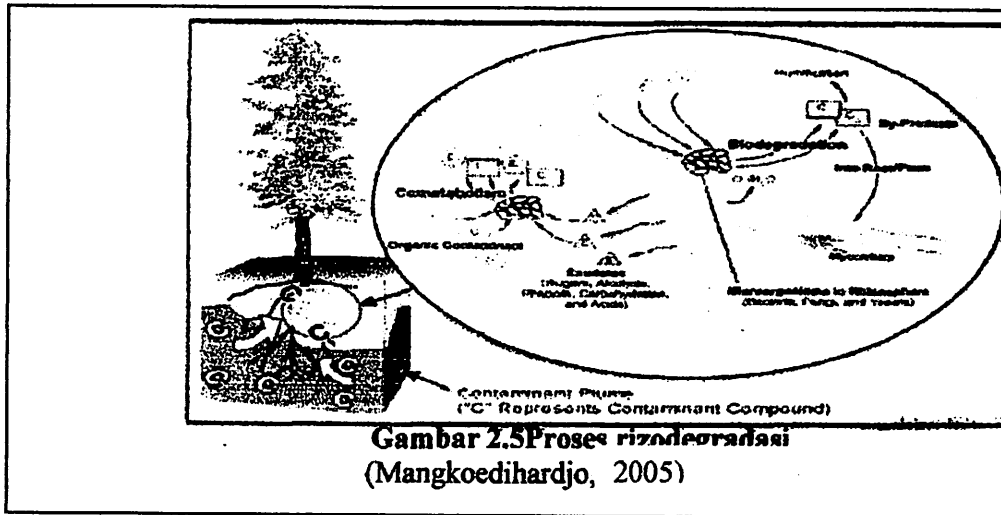
3. **Fitostabilisasi** (*phytostabilization*) yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media. Dapat dilihat pada gambar 2.4 akar tumbuhan melakukan imobilisasi polutan dengan cara mengakumulasi, mengadsorpsi pada permukaan akar dan mengendapkan presipitat polutan dalam zone akar. Proses ini secara tipikal digunakan untuk dekontaminasi zat-zat anorganik. Spesies tumbuhan yang biasa digunakan adalah berbagai jenis tumbuhan air, seperti bunga matahari dan jenis tumbuhan air lainnya serta kedelai.



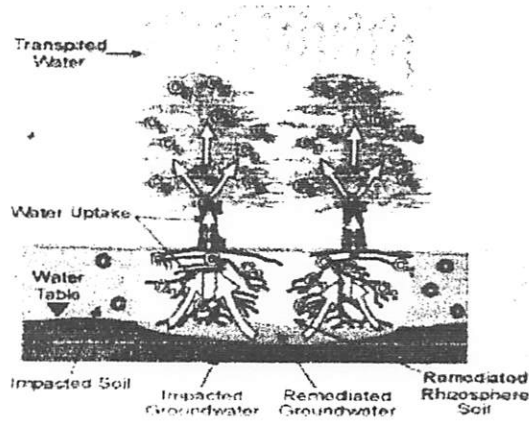
Gambar 24 Proses fitostabilisa

(Mangkoedihardjo, 2005)

4. **Rizodegradasi (Rhyzodegradation)** disebut juga *enhanced rhizosphere biodegradation, or pleated-assisted bioremediation degradation*, yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan, misalnya ragi, fungi dan bakteri. Dapat dilihat pada gambar 2.5 polutan diuraikan oleh mikroba dalam tanah, yang diperkuat/sinergis oleh ragi, fungi, dan zat-zat keluaran akar tumbuhan (eksudat) yaitu gula, alkohol, asam. Eksudat itu merupakan makanan mikroba yang menguraikan polutan maupun biota tanah lainnya. Proses ini adalah tepat untuk dekontaminasi zat organik. Spesies tumbuhan yang bisa digunakan adalah berbagai jenis tumbuhan air.



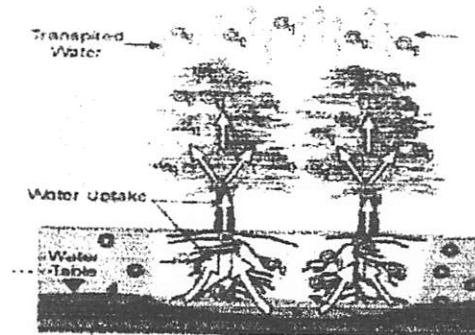
5. **Fitodegradasi (*Phytodegradation* / *phyto transformation*)** yaitu proses, yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan dengan susunan molekul yang lebih sederhana, yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau di luar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzim berupa bahan kimia yang mempercepat proses degradasi. Dapat dilihat pada gambar 2.6 organ tumbuhan menguraikan polutan yang diserap melalui proses metabolisme tumbuhan atau secara enzimatik. Spesies tumbuhan yang bisa digunakan adalah berbagai jenis tumbuhan air.



Gambar 2.6 Proses Fitodegradasi

(Mangkoedihardjo, 2005)

6. **Fitovolatilisasi (*Phytovolatilization*)** yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya di uapkan ke atmosfer. Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air 200 sampai dengan 1000 liter perhari untuk setiap batang. Dapat dilihat pada gambar 2.7 penyerapan polutan oleh tumbuhan dan dikeluarkan dalam bentuk cair ke atmosfer. Kontaminan bisa mengalami transformasi sebelum lepas ke atmosfer. Spesies tumbuhan yang bisa digunakan adalah tumbuhan kapas, pakis dan berbagai jenis tumbuhan air.



Gambar 2.7 Proses Fitovolatilisasi

(Mangkoedihardjo, 2005)

2.5 LOGAM – LOGAM BERAT

Kandungan logam berat sangat penting dalam analisis air limbah. Analisis beberapa jenis logam berat dapat dilakukan dengan metode spektrometri. Misalnya : Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Ni, Zn, dan lain-lain.

a. Besi (Fe)

Besi termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup. Pada tumbuhan, termasuk algae, besi berperan sebagai penyusun sitokrom dan klorofil. Kadar besi yang berlebihan selain dapat mengakibatkan timbulnya warna merah juga mengakibatkan karat pada peralatan yang terbuat dari logam, serta dapat memudahkan bahan celupan (*dyes*) dan tekstil.

Pada tumbuhan besi berperan dalam sistem enzim dan transfer electron pada proses fotosintesis namun kadar besi yang berlebihan dapat menghambat fiksasi unsur lain. Besi banyak digunakan dalam kegiatan pertambangan, industri kimia, bahan celupan, tekstil, penyulingan minyakdan sebagainya.(Effendi, 2003)

b. Seng (Zn)

Seng (*zinc*) termasuk unsur yang terdapat dalam jumlah berlimpah di alam. Kelarutan unsur seng dan oksida seng dalam air relative rendah. Seng termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup, yakni berfungsi untuk membantu kerja enzim. Seng juga diperlukan dalam proses fotosintesis sebagai agen bagi transfer hydrogen dan berperan dalam pembentukan protein.

Seng tidak bersifat toksik pada manusia, akan tetapi pada kadar yang tinggi dapat menimbulkan rasa pada air (Davis dan Cornwell, 1991). Toksisitas seng bagi organisme akuatik seperti : algae, avertebrata dan ikan sangat bervariasi, < 1 mg/liter hingga > 100 mg/liter.(Effendi, 2003)

2.6 TANAMAN MENDONG (*Fimbristylis globulosa*)

Tanaman Mendong (*Fimbristylis globulosa*) atau sering juga disebut rumput sandang tergolong dalam famili *Cyperaceae* berasal dari Asia Tenggara, tetapi sekarang telah tersebar dari India sampai dataran Cina dan tersebar hampir di seluruh Indonesia.

Tanaman mendong termasuk terna (rumput semu) berlempeng, batangnya cukup kuat, tumbuh tegak dan berkembang dengan akar serabutnya membentuk rumput besar. Tinggi tanaman dapat mencapai 1,5 m dan mengecil menyerupai selendang. Tanaman mendong dapat tumbuh dengan baik di daerah yang mempunyai ketinggian 300 m – 700 m diatas permukaan laut, tersedia air yang cukup, dan terkena sinar matahari secara penuh.

Tanaman ini tidak menuntut jenis tanah tertentu, tetapi akan sangat baik jika ditanam pada tanah yang agak berpasir. Pada tanah – tanah berawa tanaman mendong juga dapat tumbuh dengan baik. Tanaman ini bersifat hiperakumulator atau toleran terhadap logam berat. (Sunanto, 2000)

2.6.1 Kegunaan Mendong

Hasil utama tanaman mendong adalah berupa batang (tangkai) bunga yang dikenal dengan istilah *calmulus* atau *khuluk*. Batang (tangkai) bunga mempunyai ciri – ciri : tidak keras, berongga dan beruas panjang. Dalam perdagangan, batang (tangkai) bunga mendong ini dikenal dengan istilah “mendong”. Pada umumnya tanaman ini mempunyai kemampuan hidup $\pm$ 3 bulan, kemudian setelah 3 bulan mengalami perubahan warna menjadi kuning kecoklatan dan siap untuk dipanen.

Batang mendong yang telah diproses dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku anyaman, misalnya : tikar, tas, topi, dompet, dan lain sebagainya. Mendong dapat diperdagangkan baik dalam bentuk mentah (bahan baku kerajinan anyam – anyaman) maupun dalam bentuk barang kerajinan. (Sunanto, 2000)

2.7 ANALISA DATA

Metode Pengolahan Data

2.7.1 Statistika Deskriptif dan Inferensi

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2 yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Metode statistika yang meringkas, menyajikan, dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi disebut statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data, dan penyebaran data. Agar mendapatkan data lebih terperinci, kita memerlukan analisis data dengan metode statistika tertentu. Hasil analisis data akan memberikan informasi lebih rinci sehingga kita memperoleh suatu kesimpulan mengenai suatu fenomena berdasarkan sampel yang diambil. Analisis tersebut dinamakan statistika inferensi. Statistika inferensi sering disebut statistika induktif. Statistika inferensi memerlukan pengetahuan lebih mengenai konsep probabilitas yang biasa dikenal sebagai ilmu peluang. Ilmu peluang tidak lepas dari statistika karena membantu pengambilan keputusan statistik suatu data (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.7.2 Analisis Korelasi

Koefisien korelasi Pearson berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara 2 variabel. Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. sebaiknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol).

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Dimana ρ adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

$$p\text{-Value} < \alpha .$$

untuk membuat interpretasi analisis korelasi, ada beberapa hal yang harus diingat, yaitu :

1. koefisien korelasi hanya mengukur hubungan linier. Jika ada hubungan non linear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
2. koefisien korelasi sangat sensitif terhadap nilai ekstrem.
3. kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat.

2.7.3 Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain :

- Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel predictor
- Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel predictor terhadap variabel respon.
- Model regresi berguna untuk memperkirakan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

Model regresi memiliki variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respon sering dikenal variabel dependen karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respon dan sering disebut variabel independent karena peneliti bebas mengendalikannya (Iriawan dan Astuti, 2006).

Kedua variabel dihubungkan dalam bentuk persamaan matematika. Secara umum, bentuk persamaan regresi dinyatakan sebagai berikut :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon$$

2.7.4 Pengantar Desain Eksperimen

Desain eksperimen berperan penting dalam mengembangkan proses dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam proses agar kinerja proses meningkat. Desain eksperimen dapat didefinisikan sebagai suatu uji atau rentetan uji dengan mengubah-ubah variabel input (faktor) suatu proses sehingga bisa diketahui penyebab perubahan output (respon).

2.7.5 Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen

Desain eksperimen memerlukan tahap-tahap penting yang berguna agar desain mengarah pada hasil yang diinginkan. Berikut adalah langkah-langkah melakukan desain eksperimen (Iriawan dan Astuti, 2006) :

1. Mengenali permasalahan
2. Memilih faktor dan level
3. Menentukan faktor dan level
4. Memilih metode desain eksperimen
5. Melaksanakan eksperimen
6. Analisa Data
7. Membuat suatu keputusan

2.7.6 Analysis of Variance

Analysis of Variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependen) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (independent). ANOVA sama dengan regresi, tetapi skala data variabel independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal . Lebih lanjut ANOVA tidak mempunyai nominal (Iriawan dan Astuti, 2006).

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 MATERI PENELITIAN

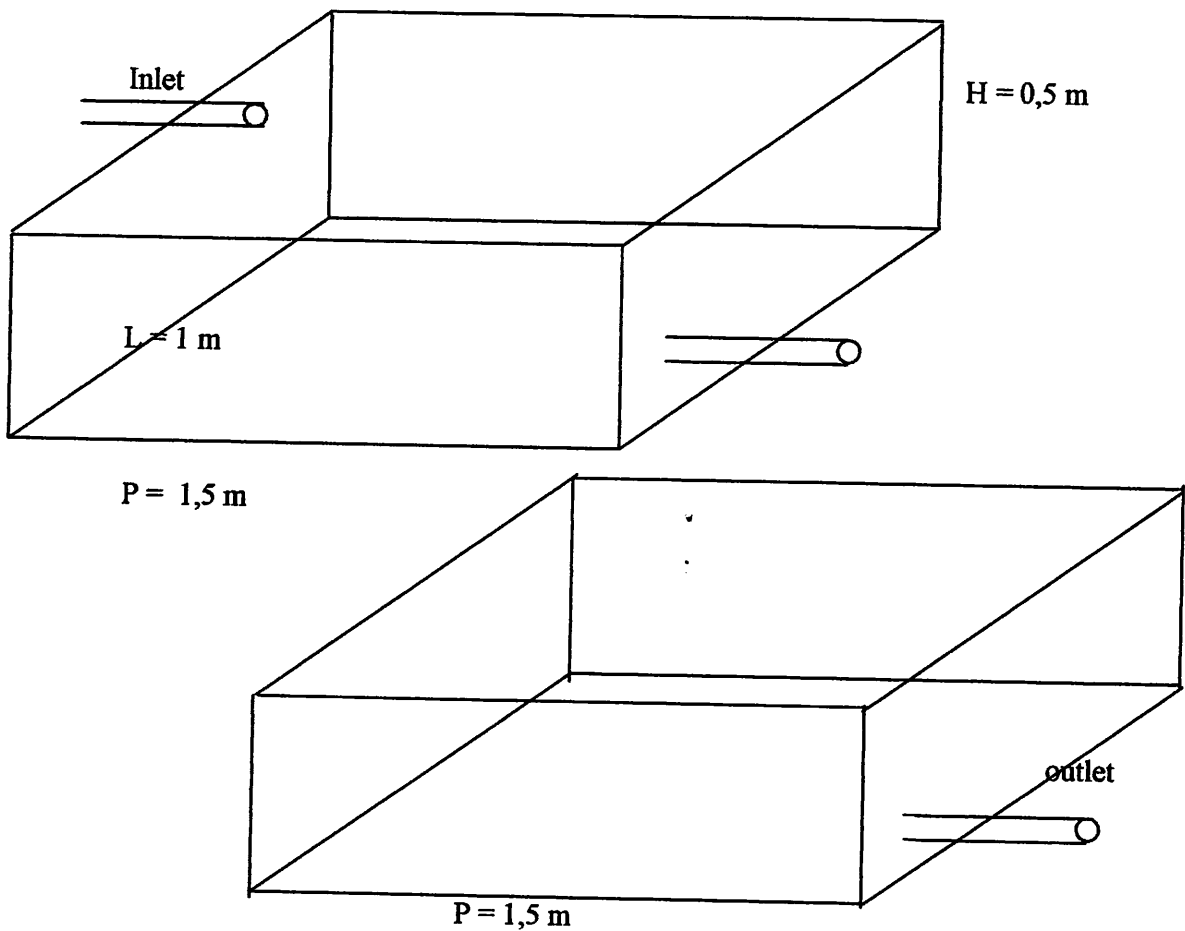
3.1.1 Sampel Yang Digunakan

Lindi dari TPA Kenep, Beji – Kabupaten Pasuruan.

3.1.2 Model Reaktor

Dalam penelitian ini digunakan bak yang terbuat dari kaca dengan ketentuan sebagai berikut :

- Dimensi Bak : $P = 1,5 \text{ m}$, $L = 1 \text{ m}$, $H = 0,5 \text{ m}$
- Jumlah Bak : 2 buah.



3.2 VARIABEL PENELITIAN

3.2.1 Respon (x)

- Fe (besi)
- Zn (seng)

3.2.2 Prediktor (y)

- Tanaman mendong (*Fimbristylis globulosa*)
- Adsorpsi
- Waktu Pengambilan Sampel

3.3 PELAKSANAAN PENELITIAN

3.3.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada skala laboratorium yaitu Laboratorium Dinas Kesehatan Kabupaten Pasuruan dan pada skala lapangan yaitu TPA Kenep, Beji Kabupaten Pasuruan

3.3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Februari 2008

3.3.3 Pengambilan Sampel

Sampel yang dipakai dalam penelitian ini adalah lindi yang diambil dari TPA Kenep, Beji – Kabupaten Pasuruan. Pengambilan sampel ini berada pada tempat penampungan lindi yang berbentuk sumur yang alirannya langsung berasal dari timbunan sampah.

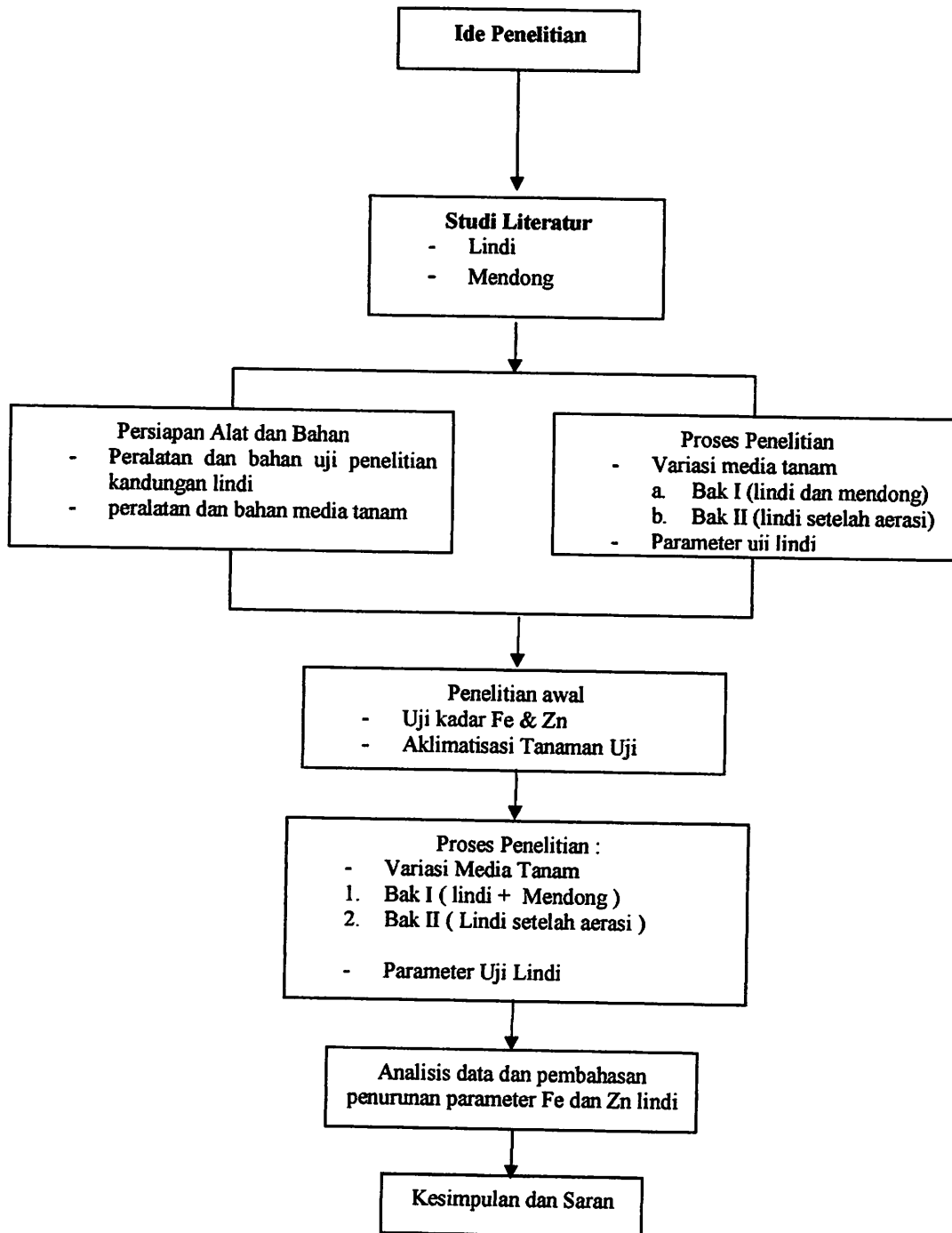
Tempat Pengambilan Sampel :

- a. Pada tempat penampungan lindi yang berbentuk sumur.
- b. Pada outlet setelah melalui perlakuan, melalui tanaman mendong dan adsorpsi

3.3.4 Pelaksanaan Percobaan

- 1) Melakukan perkembangbiakan tanaman mendong,
- 2) Melakukan uji pendahuluan terhadap lindi,
- 3) Melakukan uji pendahuluan terhadap konsentrasi Fe,
- 4) Melakukan uji pendahuluan terhadap konsentrasi Zn,
- 5) Setelah uji pendahuluan dilakukan kemudian memasukkan lindi dan tanaman mendong pada bak I yang kemudian dialirkan menuju bak II dengan sistem aerasi,
- 6) Setiap 1 minggu sekali sampel lindi diambil dan dimasukkan dalam wadah dan diberi kode setiap variasi perlakuan dilakukan,
- 7) Melakukan analisis kandungan Fe (besi) dan Zn (seng) pada sampel lindi ke laboratorium Dinas Kesehatan Kabupaten Pasuruan.

3.4 KERANGKA PENELITIAN



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Analisa Pendahuluan

Berdasarkan hasil analisis pendahuluan yang dilakukan dapat diketahui karakteristik air limbah :

- Bau air lindi : berbau
- Warna air lindi : kuning pekat
- Kadar Fe dalam lindi : 24,05 mg/l
- Kadar Zn dalam lindi : 23,30 mg/l.

(Baku Mutu Fe : 20mg/l dan zn : 20 mg/l berdasarkan SK Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 tentang *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur*).

4.1.2. Analisis Akhir Hasil Proses Adsorpsi

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sistem aerasi dan tanaman mendong sebagai media adsorpsi, penelitian ini dilakukan dalam waktu 2 bulan. Hasil akhir pada proses ini langsung dianalisa kandungan Fe (Besi) dan Zn (Seng).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka konsentrasi akhir Fe (Besi) dan Zn (Seng) adalah :

Tabel 4.1. Nilai Akhir Penurunan Fe (Besi) dan Zn (Seng)

NO.	PARAMETER	KONSENTRASI AWAL (mg/l)	Jan-08				Feb-08			
			M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
1.	Fe (Besi)	24,05	23,8	22,97	21,72	20,9	19,85	19,03	18,67	18,59
2.	Zn (Seng)	23,3	23,04	22,85	21,23	20,63	19,78	18,85	18,23	18,03

(Sumber : hasil Penelitian)

Rumus untuk mencari nilai rata-rata $\bar{X}$ adalah :

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{n}$$

(Sudjana, 2002)

Dimana : $\bar{X}$: nilai rata-rata

X_1, X_2, X_3 : Kadar akhir (mg/l)

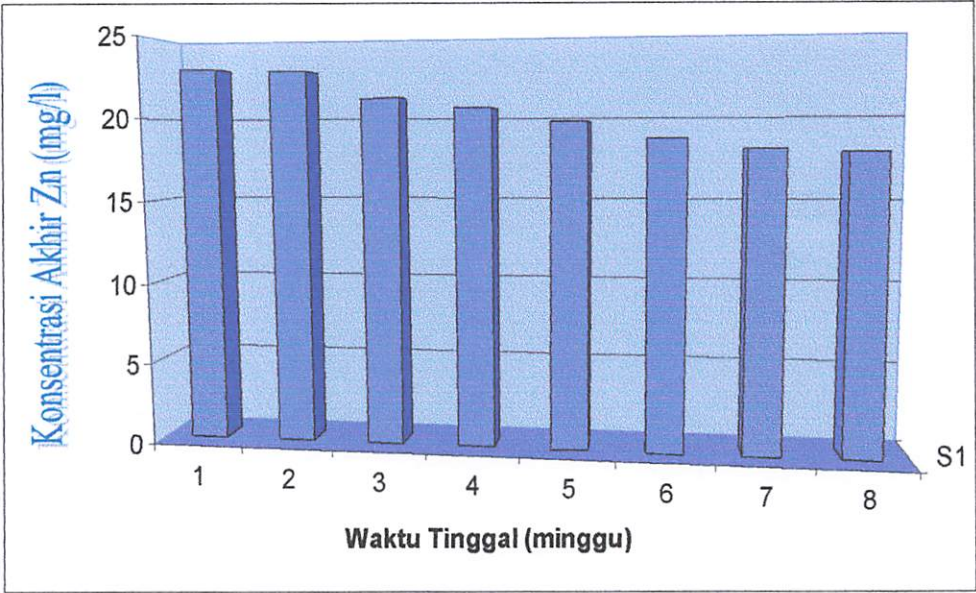
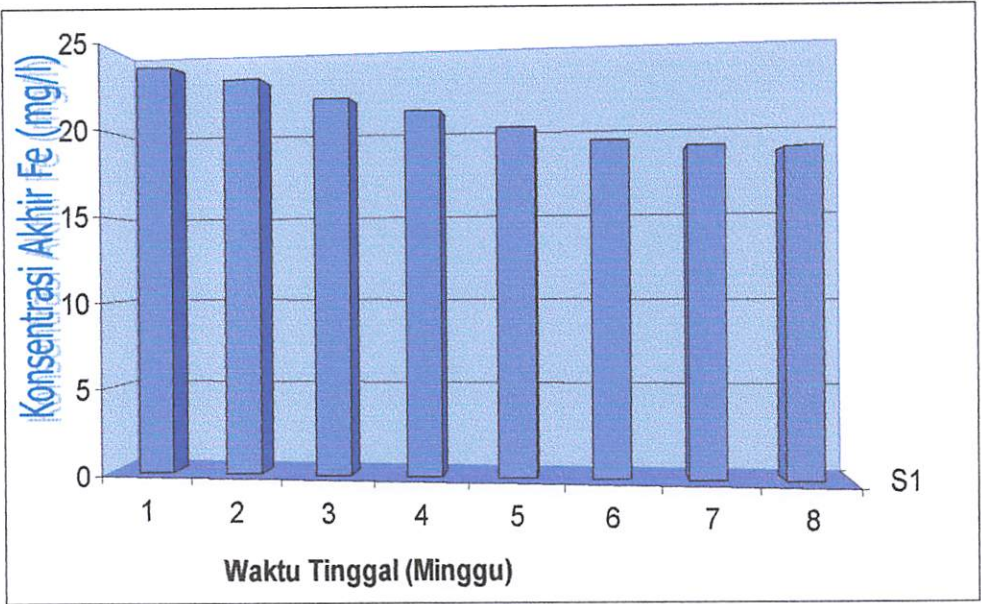
n : Jumlah pengulangan

4.2. Analisa Data

4.2.1. Analisa Penurunan Fe (Besi) dan Zn (Seng) Secara Kontinyu.

4.2.1.1. Analisa Diskriptif

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi Fe (Besi) dan Zn (Seng) pada setiap 1 minggu. Konsentrasi akhir secara kontinyu dapat diketahui pada tabel 4.1 dan grafik 4.1 .



Grafik 4.1
Konsentrasi Akhir Fe dan Zn

Berdasarkan tabel 4.1. dan grafik 4.1. menunjukkan bahwa kemampuan penurunan kandungan Fe (Besi) dan Zn (Seng) dengan media adsorpsi Tanaman Mendong dan menggunakan sistem aerasi semakin meningkat. Konsentrasi penurunan tertinggi kandungan Fe (Besi) pada minggu ke III bulan januari yaitu sebesar 1,25 mg/l dan Zn (Seng) pada minggu ke III bulan januari yaitu sebesar 1,62 mg/l. Sedangkan konsentrasi akhir kandungan Fe (Besi) dan Zn (Seng) terendah sebesar 0,08 mg/l dan 0,20 mg/l pada minggu akhir bulan februari .

Untuk mengetahui persentase penurunan Fe (Besi) dan Zn (Seng) digunakan rumus :

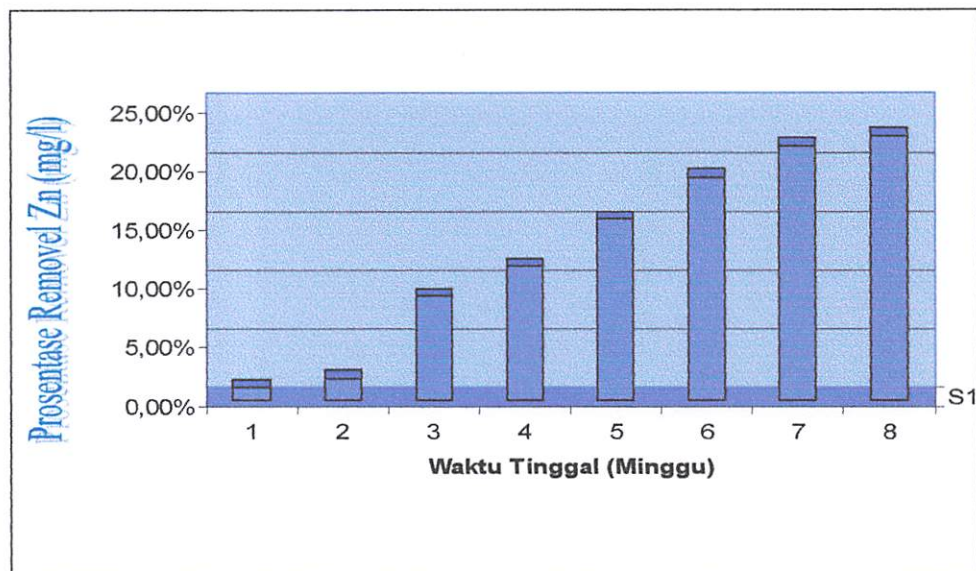
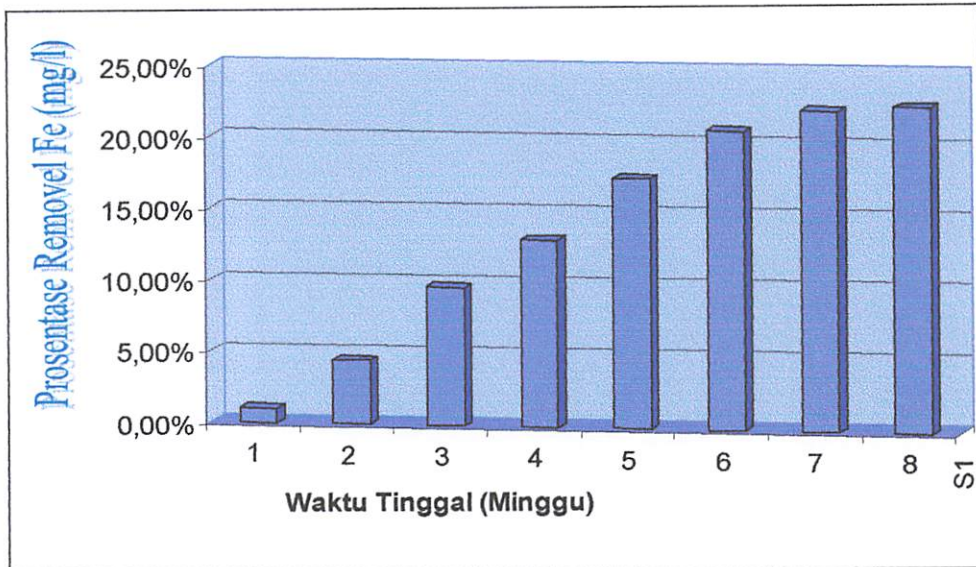
$$\% \text{ Penurunan} = \frac{\text{konsentras i awal} - \text{konsentras i akhir}}{\text{konsentras i awal}} \times 100 \%$$

Hasil perhitungan persentase penurunan Fe (Besi) dan Zn (Seng) dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Persentase Penurunan Fe (Besi) dan Zn (Seng)

NO.	PARAMETER	Jan-08				Feb-08			
		M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
1.	Fe (Besi)	1,04%	4,49%	9,69%	13,10%	17,46%	20,87%	22,37%	22,70%
2.	Zn (Seng)	1,12%	1,93%	8,88%	11,46%	15,11%	19,10%	21,76%	22,62%

Berdasarkan tabel 4.2 didapatkan persentase penurunan Fe (Besi) dan Zn (Seng). Untuk persentase penurunan terendah sebesar 1,04 % pada parameter Fe (Besi). Sedangkan untuk persentase tertinggi sebesar 22,70% pada parameter Fe (Besi). Dari tabel 4.2 dapat diketahui grafik pada grafik 4.2.



Grafik 4.2
 Persentase Removal Fe dan Zn

4.2.1.2 Analisis Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Dalam analisis korelasi terdapat :

Hipotesis

- H_0 : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- H_1 : Ada korelasi antara dua variabel

Pengambilan keputusan

- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak

Untuk mengetahui kuat lemahnya korelasi :

Apabila nilai korelasi semakin mendekati 1 atau (-1), berarti hubungan antara 2 variabel semakin erat (Iriawan dan Astuti, 2006)

A. Analisis Korelasi Fe (besi)

- Uji Korelasi persen penyisihan Fe dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan Fe Dengan Waktu Pengambilan Sampel (minggu)

Correlations: % Penurunan Fe (Besi), Waktu

Pearson correlation of % Penurunan Fe (Besi) and Waktu = 0.979
P-Value = 0.000

Keputusan

Berdasarkan tabel 4.3. menunjukkan bahwa :

- Korelasi antara persen penyisihan Fe dengan waktu pengambilan sampel adalah 0.979. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena mendekati 1 (Iriawan dan Astuti, 2006). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika waktu pengambilan sampel meningkat, maka

persentase penurunan Fe meningkat pula. Tingkat signifikan persentase penyisihan Fe dan waktu detensi yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.000 < 0,05$ maka korelasinya signifikan.

B. Analisis Korelasi Zn

- Uji Korelasi persen penyisihan Zn dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan Zn Dengan Waktu Pengambilan Sampel (minggu)

Correlations: % Penurunan Zn (Seng), Waktu

Pearson correlation of % Penurunan Zn (Seng) and Waktu = 0.986
P-Value = 0.000

Keputusan

Berdasarkan tabel 4.4. menunjukkan bahwa :

- Korelasi antara persen penyisihan Zn dengan waktu pengambilan sampel adalah 0.986. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena mendekati 1 (Iriawan dan Astuti, 2006). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika waktu pengambilan sampel meningkat, maka persentase penurunan Zn meningkat pula. Tingkat signifikan persentase penyisihan Zn dan waktu detensi yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.000 < 0,05$ maka korelasinya signifikan.

4.2.1.3 Analisis Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Pada analisis regresi terdapat uji F untuk uji kelinieran dan uji t untuk menguji signifikansi konstanta dengan variabel bebas/prediktor.

- Dalam uji kelinieran terdapat :

Hipotesis

H_0 : x dan y tidak linear

H_1 : x dan y linear

Pengambilan keputusan

Untuk uji kelinieran, berdasarkan pada perbandingan F hitung dengan F tabel

- Jika statistik hitung (angka F *output*) > statistik tabel (F tabel), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F *output*) < statistik tabel (F tabel), H_0 diterima

- Dalam uji t untuk signifikansi konstanta dengan variabel bebas/prediktor terdapat :

Hipotesis

H_0 : koefisien regresi tidak signifikan

H_1 : koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

Untuk nilai t, berdasarkan pada perbandingan t hitung dengan t tabel

- Jika statistik hitung (angka t *output*) > statistik tabel (t tabel), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka t *output*) < statistik tabel (t tabel), H_0 diterima

Untuk nilai Probabilitas

- Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak

A. Analisis Regresi Fe

- Uji Koefisien Regresi persen penyisihan Fe dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5. Analisis Regresi Antara % Penyisihan Fe Dengan Waktu Pengambilan Sampel (minggu)

Regression Analysis: % Penurunan Fe (Besi) versus Waktu					
The regression equation is					
% Penurunan Fe (Besi) = - 0.98 + 3.32 Waktu					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-0.977	1.409	-0.69	0.514	
Waktu	3.3205	0.2790	11.90	0.000	1.000
S = 1.80830 R-Sq = 95.9% R-Sq(adj) = 95.3%					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	463.07	463.07	141.61	0.000
Residual Error	6	19.62	3.27		
Total	7	482.69			

Keterangan :	- S	=	Standar deviasi model.
	- R-Sq (R ²)	=	Koefisien determinasi.
	- R-Sq (adj)	=	Koefisien determinasi yang disesuaikan.
	- T	=	Nilai statistik.
	- P	=	Nilai probabilitas
	- DF	=	Derajat bebas
	- SS	=	Variasi residual
	- MS	=	Mean Square
	- F	=	Nilai statistic Uji
	- P	=	Nilai probabilitas

Pada tabel 4.5 dapat kita ketahui :

- A. Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = -0.98 + 3.32 X_1$$

Dimana :

Y = % Penyisihan Fe

X₁ = Waktu Pengambilan Sampel

Tabel regresi menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu pengambilan sampel bertanda positif. Jika melihat tanda pada koefisien korelasi waktu pengambilan sampel dengan % penyisihan Fe dalam output korelasi, menunjukkan bahwa koefisien korelasi waktu

pengambilan sampel dengan % penyisihan Fe bertanda positif. Adanya tanda yang sama, mengindikasikan tidak adanya multikolinear dalam model. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,00. Apabila $VIF < 5$ maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Berdasarkan tabel 4.5. dapat disimpulkan bahwa :

- Konstanta sebesar -0.98 menyatakan bahwa jika kedua variabel yaitu X_1 (waktu pengambilan sampel), maka variabel Y (persentase penyisihan Fe) sebesar -0.98 %.
 - Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan sampel) sebesar 3.32 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan sampel setiap 1 minggu akan meningkatkan persen penyisihan Fe sebesar 3.32 %.
- B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 95.9 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi Fe dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 4.1 % penurunan penyisihan Fe dipengaruhi oleh faktor lain.
- C. Uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung sebesar 141.61 Dari tabel distribusi F didapatkan 5,79. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah persentase penyisihan Fe dengan waktu pengambilan sampel adalah linier.
- D. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas.
- Keputusan
- Pada tabel 4.5 statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan sampel 11,97 sedangkan t tabel 1,943. Untuk variasi waktu pengambilan sampel t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan.
-

- Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu detensi 0,000 probabilitasnya $< 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

B. Analisis Regresi Zn

- Uji Koefisien Regresi persen penyisihan Zn dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6. Analisis Regresi Antara % Penyisihan Zn Dengan Waktu Pengambilan Sampel (minggu)

Regression Analysis: % Penurunan Zn (Seng) versus Waktu					
The regression equation is					
% Penurunan Zn (Seng) = - 2.46 + 3.38 Waktu					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-2.465	1.169	-2.11	0.080	
Waktu	3.3805	0.2314	14.61	0.000	1.000
S = 1.49996 R-Sq = 97.3% R-Sq(adj) = 96.8%					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	479.96	479.96	213.33	0.000
Residual Error	6	13.50	2.25		
Total	7	493.46			

Keterangan :	- S	= Standar deviasi model.
	- R-Sq (R^2)	= Koefisien determinasi.
	- R-Sq (adj)	= Koefisien determinasi yang disesuaikan.
	- T	= Nilai statistik.
	- P	= Nilai probabilitas
	- DF	= Derajat bebas
	- SS	= Variasi residual
	- MS	= Mean Square
	- F	= Nilai statistic Uji
	- P	= Nilai probabilitas

Pada tabel 4.6 dapat diketahui :

A. Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = -2.46 + 3.38 X_1$$

Dimana :

Y = % Penyisihan Zn

X_1 = Waktu Pengambilan Sampel

Tabel regresi menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu pengambilan sampel bertanda positif. Jika melihat tanda pada koefisien korelasi waktu pengambilan sampel dengan % penyisihan Zn dalam output korelasi, menunjukkan bahwa koefisien korelasi waktu pengambilan sampel dengan % penyisihan Zn bertanda positif. Adanya tanda yang sama, mengindikasikan tidak adanya multikolinear dalam model. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,00. Apabila $VIF < 5$ maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Berdasarkan tabel 4.6. dapat disimpulkan bahwa :

- Konstanta sebesar -2.46 menyatakan bahwa jika kedua variabel yaitu X_1 (waktu pengambilan sampel), maka variabel Y (persentase penyisihan Zn) sebesar -2.46 %.
- Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan sampel) sebesar 3.38 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan sampel 15 menit akan meningkatkan persen penyisihan BOD sebesar 0,392 %.
- Koefisien regresi untuk variabel X_2 (banyaknya lubang aerasi) sebesar 2,94 menyatakan bahwa untuk setiap 1 minggu akan meningkatkan persen penyisihan Zn sebesar 3.38 %.

B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 97.3 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi Zn dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 2.7 % penurunan penyisihan Zn dipengaruhi oleh faktor lain.

C. Uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung sebesar 213.33 Dari tabel distribusi F didapatkan 5,79. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah persentase penyisihan Zn dengan waktu pengambilan sampel adalah linier.

D. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas.

Keputusan

- Pada tabel 4.6 statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan sampel 14.61 sedangkan t tabel 1,943. Untuk variasi waktu pengambilan sampel t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan.
- Berdasarkan probabilitas
Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu detensi 0,000 probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.3 Pembahasan

Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) merupakan tumbuhan hiperakumulator (toleran terhadap logam berat) yang dapat digunakan sebagai media adsorpsi pada proses kontinyu. Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) mempunyai beberapa karakteristik, salah satunya yaitu menyerap logam berat melalui pori – pori. Pada proses ini, semakin banyak jumlah pori – pori yang terdapat pada akar maka semakin besar pula logam berat yang teradsorpsi dan sebaliknya semakin kecil pori – pori yang terdapat pada akar maka semakin kecil pula logam berat yang teradsorpsi.

4.3.1 Penurunan konsentrasi kadar parameter Fe dan Zn berdasarkan waktu tinggal

Berdasarkan tabel 4.1. dan grafik 4.1. menunjukkan bahwa kemampuan penurunan kandungan Fe (Besi) dan Zn (Seng) dengan media adsorpsi Tanaman Mendong dan menggunakan sistem aerasi semakin meningkat. Konsentrasi penurunan tertinggi kandungan Fe (Besi) pada minggu ke III bulan januari yaitu sebesar 1,25 mg/l dan Zn (Seng) pada minggu ke III bulan januari yaitu sebesar 1,62 mg/l. Sedangkan konsentrasi akhir kandungan Fe (Besi) dan Zn (Seng) terendah sebesar 0,08 mg/l dan 0,20 mg/l pada minggu akhir bulan februari .

Berdasarkan tabel 4.2 didapatkan persentase penurunan Fe (Besi) dan Zn (Seng). Untuk persentase penurunan terendah sebesar 1,04 % pada parameter Fe (Besi). Sedangkan untuk persentase tertinggi sebesar 22,70% pada parameter Fe (Besi).

4.3.2 Penurunan Konsentrasi Fe dan Zn

Pada penelitian ini konsentrasi akhir Fe pada proses kontinyu dapat diturunkan hingga pada kisaran 1,04% - 22,70% dengan menggunakan sistem fitoremediasi dengan mekanisme *Fitoekstraksi/ Fitoakumulasi* karena kontminan diserap oleh akar sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan dan selanjutnya ditranslokasikan ke dalam organ tumbuhan dan

pada mekanisme ini biasanya digunakan tumbuhan sejenis hiperakumulator (toleran terhadap logam berat).

Penurunan konsentrasi parameter Fe dan Zn pada minggu – minggu terakhir tidak terlalu besar, hal ini disebabkan karena adanya kejenuhan akar Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) dalam proses adsorpsi dan berkurangnya ukuran pori – pori pada akar sehingga logam berat yang teradsorpsi lebih kecil bahkan tidak akan terjadi penurunan konsentrasi lagi.

Hasil Korelasi antara persen penyisihan Fe dengan waktu pengambilan sampel adalah 0.979. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena mendekati 1 (Iriawan dan Astuti, 2006). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika waktu pengambilan sampel meningkat, maka persentase penurunan Fe meningkat pula. Tingkat signifikan persentase penyisihan Fe dan waktu detensi yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.000 < 0,05$ maka korelasinya signifikan.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 95.9 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi Fe dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 4.1 % penurunan penyisihan Fe dipengaruhi oleh faktor lain. Uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung sebesar 141.61 Dari tabel distribusi F didapatkan 5,79. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah persentase penyisihan Fe dengan waktu pengambilan sampel adalah linier. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas :

- Pada tabel 4.5 statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan sampel 11,97 sedangkan t tabel 1,943. Untuk variasi waktu pengambilan sampel t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan.

- Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu detensi 0,000 probabilitasnya $< 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

Pada penelitian ini konsentrasi akhir Zn pada proses kontinyu dapat diturunkan hingga pada kisaran 1,12% - 22,6% dengan menggunakan sistem fitoremediasi dengan mekanisme *Fitoekstraksi/Fitoakumulasi* karena kontaminan diserap oleh akar sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan dan selanjutnya ditranslokasikan ke dalam organ tumbuhan dan pada mekanisme ini biasanya digunakan tumbuhan sejenis hiperakumulator (toleran terhadap logam berat).

Hasil Korelasi antara persen penyisihan Zn dengan waktu pengambilan sampel adalah 0.986. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena mendekati 1 (Iriawan dan Astuti, 2006). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika waktu pengambilan sampel meningkat, maka persentase penurunan Zn meningkat pula. Tingkat signifikan persentase penyisihan Zn dan waktu detensi yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.000 < 0,05$ maka korelasinya signifikan.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 97.3 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi Zn dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 2.7 % penurunan penyisihan Zn dipengaruhi oleh faktor lain. Uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung sebesar 213.33 Dari tabel distribusi F didapatkan 5,79. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah persentase penyisihan Zn dengan waktu pengambilan sampel adalah linier. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas :

- Pada tabel 4.6 statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan sampel 14.61 sedangkan t tabel 1,943. Untuk variasi waktu pengambilan sampel t hitung output $>$ statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan.

- Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu detensi 0,000 probabilitasnya $< 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

Semakin lama waktu pengambilan sampel, persentase penurunan Fe semakin besar karena pengaruh media tanam seperti banyaknya jumlah Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*), ukuran media dan lingkungan sekitar (matahari, udara).

Debit aliran lindi juga berpengaruh dalam proses kontinyu. Pengaturan debit harus diperhatikan karena aliran air limbah yang tidak tetap menyebabkan kurang maksimalnya proses penyerapan. Debit lindi yang dialirkan secara kontinyu pada penelitian ini adalah 0,0003 l/dt. Lindi dialirkan secara downflow dari bak penampungan lindi (influent) menuju ke bak I (kolam adsorpsi).

Penurunan konsentrasi parameter Fe dan Zn pada minggu – minggu terakhir tidak terlalu besar, hal ini disebabkan karena adanya kejenuhan akar Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) dalam proses adsorpsi dan berkurangnya ukuran pori – pori pada akar sehingga logam berat yang teradsorpsi lebih kecil bahkan tidak akan terjadi penurunan konsentrasi lagi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dengan menggunakan sistem Fitoremediasi dengan mekanisme *Fitoekstraksi/Fitoakumulasi* Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) memiliki kemampuan yang efektif dalam menurunkan konsentrasi Fe dan Zn pada lindi dari TPA Kenep, Kecamatan Beji, Kabupaten Pasuruan.
2. Pada proses kontinyu ini, persentase penurunan Fe tertinggi sebesar 22,70% pada minggu ke-4 bulan februari. Begitu juga dengan Zn, persentase penurunan tertinggi sebesar 22,62% pada minggu ke-4 bulan februari. Hal ini disebabkan karena terjadi kejenuhan pada Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) dalam mengadsorbsi kadar Fe dan Zn.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah sebagai berikut :

1. Perlunya dilakukan penelitian Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) terhadap parameter lain dan limbah dari industri lainnya.
2. Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) setelah digunakan sebagai media untuk mengadsorbsi logam berat perlu diperhatikan pemanfaatannya, karena Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) kurang efektif lagi jika dimanfaatkan untuk industri kerajinan.
3. Air lindi yang sudah melewati proses ini dapat dibuang pada badan air yang ada disekitarnya.
4. Perlu dilakukan penelitian menggunakan tumbuhan air lain untuk mengetahui kemampuannya dalam menurunkan kadar logam berat atau parameter lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G, dkk. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya. Indonesia.
- BAPEDALDA Provinsi Jawa Timur, 2002. *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri dan Kegiatan Usaha Lainnya No.45 Tahun 2002*
- BAPEDALDA Kabupaten Pasuruan, 2007
- Benefield D.L, 1982. *Process Chemistry for water and wastewater treatment*. Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New jersey.
- Davis, dan Cornwell. 1991. *Introduction to Environmental Engineering*.
- Efendi, H. 2003. *Telaah kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*.
- Iriawan, N, dan Astuti, S P, 2006. *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta.
- Sudjana, 2001, *Metode Statistika*, Edisi Revisi, Cetakan Keenam, Bandung,
- Sunanto, Budi Daya Mendong, 2000
- SNI 19-2454-2002
- Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S.A, *Integrated Solid Waste Management*", McGrawHil Inc, NY
- Undang Undang RI No. 18 Tahun 2008 Pengelolaan Sampah
- Wijono, Djoko. 1999. *Manajemen Mutu Pelayanan Kesehatan* : Surabaya

LAMPIRAN



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

JL. Bendungan Sigura-gura No. 2

MALANG

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : ASMITA DWI WULANDARI
NIM : 01.26.037
Jurusan : TEKNIK LINGKUNGAN
Dosen Pembimbing : SUDIRO, ST.MT

**PEMANFAATAN TANAMAN MENDONG (*Fimbristylis globulosa*)
SEBAGAI MEDIA TREATMENT PENURUNAN LOGAM BERAT PADA
LINDI DI TPA KENEP**

Map C.D. (2003)

NO.	TANGGAL	URAIAN / KETERANGAN	TANDA TANGAN
	16 - 2 - 2007	- Rencana permasalahan - Revisi bab 1, - Layout	Jh.
	14 - 3 - 2007	- Parameter dipertimbangkan yg lebih yg ada di tempat	Jh.
	17 - 3 - 2007	- Metodologi diperbaiki dan diperjelas. - Layout	Jh.
	19 - 9 - 2007	- Perhalihan pada removal - Pertimbangan parameter?	Jh.
	20 - 06 - 2007	- Bab IV diperbaiki - Pembahasan diperjelas	Jh.
	3 Desember	- Siap di Seminarakan.	Jh.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : ASMITA DWI WULANDARI
NIM : 01.26.037
Jurusan : TEKNIK LINGKUNGAN
Dosen Pembimbing : CANDRA DWI R..ST.MT

PEMANFAATAN TANAMAN MENDONG (*Fimbristilys globulosa*) SEBAGAI MEDIA TREATMENT PENURUNAN LOGAM BERAT PADA LINDI DI TPA KENEP

NO.	TANGGAL	URAIAN / KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	10/2 07.	Bab I → Acc Bab II → tambah d teori tentang logam berat. Bab III → ganti variasi nya.	
2.	24/6 008	Bab II → teori fitoremediasi Bab III → Acc Bab IV → tambah variasi nya	
3	26/7 08	Tambah pembahasan 4 tiap variabel, Teori fitoremediasi maksudnya.	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : ASMITA DWI WULANDARI
Nim : 01.26.037
Jurusan : TEKNIK LINGKUNGAN
Dosen Pembimbing : CANDRA DWI R, ST, MT

PEMANFAATAN TANAM MENDONG (*Fimbristilys Globulosa*)
SEBAGAI MEDIA TREATMENT PENURUNAN LOGAM BERAT PADA
LINDI DI TPA KENEP

NO	TANGGAL	URAIAN / KETERANGAN	TANDA TANGAN
4.	3-10-2009	Hubah d Karak teris ke tanaman mendong	
5.	5-10-2009	Acc Seminar	



DINAS KESEHATAN KABUPATEN PASURUAN
LABORATORIUM KESEHATAN

JL. DR. WAHIDIN SUDIRO HUSODO NO. 24 PASURUAN 67126 Telp. (0343) 424260



PEMERIKSAN FISIKA DAN KIMIA

Jenis Air : Air Limbah (Lindi)
Berasal dari : TPA Kenep Beji.
Diambil oleh : Asmita Dewi W.
Diambil / diterima tanggal : 31 - 12 - 2007
Kode No. Lab. Asal sampel : 05/04/Lab/AL/K/07

HASIL PENGUJIAN : AIR LIMBAH

NO	PARAMETER	SATUAN	BATAS SYARAT	HASIL LAB
1	Besi (Fe)	mg/L	20	24,05
2	Seng (Zn)	mg/L	20	23,30

Baku Mutu Limbah Cair SK. Gubernur Jatim No. 45 / 2002

PERTIMBANGAN :





DINAS KESEHATAN KABUPATEN PASURUAN
LABORATORIUM KESEHATAN

JL. DR. WAHIDIN SUDIRO HUSODO NO. 24 PASURUAN 67126 Telp. (0343) 424260



HASIL PEMERIKSAAN

Jenis Air : Air Limbah (Lindi)
Berasal dari : TPA Kenep, Kec. Beji, Kab. Pasuruan.
Tanggal Pengiriman : 7 - 1 - 2008 (Minggu 1)
Diambil oleh : Asmita Dwi W.
Kode No.Lab.Asal sampel : 01/01/Lab/ALI/K/08

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL LAB
1	Fe (Besi)	mg/L	23,80
2	Zn (Seng)	mg/L	23,04

Pasuruan, 14 Januari 2008

Laboratorium Kesehatan
Kabupaten Pasuruan
Pemeriksa



Titin Mulyani

Nip. 510 141 489



DINAS KESEHATAN KABUPATEN PASURUAN

LABORATORIUM KESEHATAN

JL. DR. WAHIDIN SUDIRO HUSODO NO. 24 PASURUAN 67126 Telp. (0343) 424260



HASIL PEMERIKSAAN

Jenis Air : Air Limbah (Lindi)
Berasal dari : TPA Kenep, Kec. Beji, Kab. Pasuruan.
Tanggal Pengiriman : 14 - 1 - 2008 (Minggu 2)
Diambil oleh : Asmita Dwi W.
Kode No.Lab.Asal sampel : 02/02/Lab/ALI/K/08

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL LAB
1	Fe (Besi)	mg/L	22,97
2	Zn (Seng)	mg/L	22,85

Pasuruan, 18 Januari 2008

Laboratorium Kesehatan

Kabupaten Pasuruan

Pemeriksa



Titin Mulyani

Nip. 510 141 489



DINAS KESEHATAN KABUPATEN PASURUAN
LABORATORIUM KESEHATAN

JL. DR. WAHIDIN SUDIRO HUSODO NO. 24 PASURUAN 67126 Telp. (0343) 424260



HASIL PEMERIKSAAN

Jenis Air : Air Limbah (Lindi)
Berasal dari : TPA Kenep, Kec. Beji, Kab. Pasuruan.
Tanggal Pengiriman : 21 - 1 - 2008 (Minggu 3)
Diambil oleh : Asmita Dwi W.
Kode No.Lab.Asal sampel : 03/03/Lab/ALI/K/08

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL LAB
1	Fe (Besi)	mg/L	21,72
2	Zn (Seng)	mg/L	21,23

Pasuruan, 24 Januari 2008

Laboratorium Kesehatan

Kabupaten Pasuruan

Pemeriksa



Titin Mulyani

Nip. 510 141 489



DINAS KESEHATAN KABUPATEN PASURUAN
LABORATORIUM KESEHATAN

JL. DR. WAHIDIN SUDIRO HUSODO NO. 24 PASURUAN 67126 Telp. (0343) 424260



HASIL PEMERIKSAAN

Jenis Air	: Air Limbah (Lindi)
Berasal dari	: TPA Kenep, Kec. Beji, Kab. Pasuruan.
Tanggal Pengiriman	: 28 - 1 - 2008 (Minggu 4)
Diambil oleh	: Asmita Dwi W.
Kode No.Lab.Asal sampel	: 04/04/Lab/ALI/K/08

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL LAB
1	Fe (Besi)	mg/L	20,90
2	Zn (Seng)	mg/L	20,63

Pasuruan, 1 Februari 2008

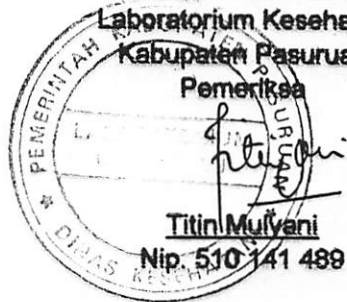
Laboratorium Kesehatan

Kabupaten Pasuruan

Pemeriksa

Titin Muliyani

Nip. 510 141 489





DINAS KESEHATAN KABUPATEN PASURUAN
LABORATORIUM KESEHATAN

JL. DR. WAHIDIN SUDIRO HUSODO NO. 24 PASURUAN 67126 Telp. (0343) 424260

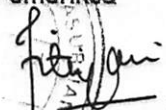


HASIL PEMERIKSAAN

Jenis Air : Air Limbah (Lindi)
Berasal dari : TPA Kenep, Kec. Beji, Kab. Pasuruan.
Tanggal Pengiriman : 4 - 2 - 2008 (Minggu 5)
Diambil oleh : Asmita Dwi W.
Kode No.Lab.Asal sampel : 05/05/Lab/ALI/K/08

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL LAB
1	Fe (Besi)	mg/L	19,85
2	Zn (Seng)	mg/L	19,78

Pasuruan, 11 Februari 2008
Laboratorium Kesehatan
Kabupaten Pasuruan
Pemeriksa


Titin Mulyani

Nip. 510 141 489



DINAS KESEHATAN KABUPATEN PASURUAN
LABORATORIUM KESEHATAN

JL. DR. WAHIDIN SUDIRO HUSODO NO. 24 PASURUAN 67126 Telp. (0343) 424260



HASIL PEMERIKSAAN

Jenis Air : Air Limbah (Lindi)
Berasal dari : TPA Kenep, Kec. Beji, Kab. Pasuruan.
Tanggal Pengiriman : 11 - 2 - 2008 (Minggu 6)
Diambil oleh : Asmita Dwi W.
Kode No.Lab.Asal sampel : 06/06/Lab/ALI/K/08

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL LAB
1	Fe (Besi)	mg/L	19,03
2	Zn (Seng)	mg/L	18,85

Pasuruan, 14 Februari 2008
Laboratorium Kesehatan
Kabupaten Pasuruan
Pemeriksa


Titin Mulyani
Nip. 510 141 489



DINAS KESEHATAN KABUPATEN PASURUAN
LABORATORIUM KESEHATAN

JL. DR. WAHIDIN SUDIRO HUSODO NO. 24 PASURUAN 67126 Telp. (0343) 424260



HASIL PEMERIKSAAN

Jenis Air : Air Limbah (Lindi)
Berasal dari : TPA Kenep, Kec. Beji, Kab. Pasuruan.
Tanggal Pengiriman : 18 - 2 - 2008 (Minggu 7)
Diambil oleh : Asmita Dwi W.
Kode No.Lab.Asal sampel : 07/07/Lab/ALI/K/08

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL LAB
1	Fe (Besi)	mg/L	18,67
2	Zn (Seng)	mg/L	18,23

Pasuruan, 22 Februari 2008
Laboratorium Kesehatan
Kabupaten Pasuruan
Pemeriksa


Titin Mulyani
Nip. 510 141 489



DINAS KESEHATAN KABUPATEN PASURUAN

LABORATORIUM KESEHATAN

JL. DR. WAHIDIN SUDIRO HUSODO NO. 24 PASURUAN 67126 Telp. (0343) 424260



HASIL PEMERIKSAAN

Jenis Air : Air Limbah (Lindi)
Berasal dari : TPA Kenep, Kec. Beji, Kab. Pasuruan.
Tanggal Pengiriman : 25 - 2 - 2008 (Minggu 8)
Diambil oleh : Asmita Dwi W.
Kode No.Lab.Asal sampel : 08/08/Lab/ALI/K/08

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL LAB
1	Fe (Besi)	mg/L	18,59
2	Zn (Seng)	mg/L	18,03

Pasuruan, 29 Februari 2008

Laboratorium Kesehatan

Kabupaten Pasuruan

Pemeriksa

Titin Mulyani

Nip. 510 141 489

DOKUMENTASI



Tanaman Mendong (*Fimbristylis globulosa*)



Habitat tanaman Mendong di daerah yang mempunyai ketinggian 300 m – 700 m diatas permukaan laut, tersedia air yang cukup, dan terkena sinar matahari secara penuh



**Tempat Pembuangan Akhir sampah (TPA) Kenep
di Desa Kenep Kecamatan Beji Kabupaten Pasuruan**



Peneliti mengambil sampel lindi untuk menganalisa kandungan Fe (Besi) dan Zn (Seng)

A. Analisis Korelasi Fe (besi)

- Uji Korelasi persen penyisihan Fe dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan Fe Dengan Waktu Pengambilan Sampel (minggu)

Correlations: % Penurunan Fe (Besi), Waktu

Pearson correlation of % Penurunan Fe (Besi) and Waktu = 0.979
P-Value = 0.000

B. Analisis Korelasi Zn

- Uji Korelasi persen penyisihan Zn dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan Zn Dengan Waktu Pengambilan Sampel (minggu)

Correlations: % Penurunan Zn (Seng), Waktu

Pearson correlation of % Penurunan Zn (Seng) and Waktu = 0.986
P-Value = 0.000

C. Analisis Regresi Fe

- Uji Koefisien Regresi persen penyisihan Fe dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5. Analisis Regresi Antara % Penyisihan Fe Dengan Waktu Pengambilan Sampel (minggu)

Regression Analysis: % Penurunan Fe (Besi) versus Waktu

The regression equation is
% Penurunan Fe (Besi) = - 0.98 + 3.32 Waktu

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-0.977	1.409	-0.69	0.514	
Waktu	3.3205	0.2790	11.90	0.000	1.000

S = 1.80830 R-Sq = 95.9% R-Sq(adj) = 95.3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	463.07	463.07	141.61	0.000
Residual Error	6	19.62	3.27		
Total	7	482.69			

D. Analisis Regresi Zn

- Uji Koefisien Regresi persen penyisihan Zn dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6. Analisis Regresi Antara % Penyisihan Zn Dengan Waktu Pengambilan Sampel (minggu)

Regression Analysis: % Penurunan Zn (Seng) versus Waktu						
The regression equation is						
% Penurunan Zn (Seng) = - 2.46 + 3.38 Waktu						
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF	
Constant	-2.465	1.169	-2.11	0.080		
Waktu	3.3805	0.2314	14.61	0.000	1.000	
S = 1.49996 R-Sq = 97.3% R-Sq(adj) = 96.8%						
Analysis of Variance						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Regression	1	479.96	479.96	213.33	0.000	
Residual Error	6	13.50	2.25			
Total	7	493.46				