

**PEMANFAATAN BIJI KELOR (*Moringa oleifera* Lamk.) SEBAGAI
BIOFLOKULAN LOGAM BERAT Hg, Pb DAN Cr PADA LIMBAH CAIR
INDUSTRI KERAMIK DINOYO MALANG**

**Oleh :
Evika Sandi Savitri dan Eny Yulianti**

ABSTRACT

The research is conducted on the effectiveness of *Moringa oleifera* as “bioflokulan” of Hg, Pb, and Cr to liquid waste of ceramics industry in Dinoyo Malang. It includes the analysis of chemical and physical nature of the liquid waste and also the effect of adding *Moringa oleifera* to the liquid sample of Hg, Pb, and Cr.

The research on physical nature shows that liquid waste of ceramics industry in Dinoyo Malang is turbid, odorless and it has white colour, 25.3 C temperature, 258 S conductivity and TDS 185 ppm. While the research on the chemical nature shows that it has pH 7.8, Hg and Pb are unidentified, and Cr 0.0402ppm. Both analyses indicate that they are below the limit line.

The analysis also shows that there is significant concentration decrease after adding *Moringa oleifera* to the sample of Hg, Pb, and Cr, and this happen because *Moringa oleifera* contains 4-alfa-4-rhamnosiloxy-benzil-isothiosianat that can coagulate ions in metal.

Kata kunci : *Moringa oleifera*, bioflokulan, limbah cair industri keramik

PENDAHULUAN

Kelurahan Dinoyo Kota Malang merupakan kawasan industri keramik. Terdapat kurang lebih 48 industri keramik di kawasan Dinoyo. Bahan baku utama yang digunakan untuk membuat produk keramik adalah lempung, feldspar, dan pasir, selain itu digunakan pula berbagai macam mineral lain seperti garam dan oksida. Salah satu bahan tambahan yang digunakan untuk menurunkan suhu lebur dan suhu reaksi adalah oksida timbal (Pb). Industri keramik juga menggunakan bahan pewarna yang mengandung chrom dan timbal, (Austin ,1996). Cr (krom) dan Pb (timbal) merupakan logam berat beracun yang

Created with



download the free trial online at nitropdf.com/professional

dapat mengakibatkan penderitaan bagi masyarakat yang memanfaatkannya seperti kasus Minamata di Jepang dan kasus Teluk Buyat di Indonesia.

Sebagai koagulan biji *Moringa oleifera* tidak beracun, dapat diuraikan secara biologis, dan ramah lingkungan. Penggunaan *Moringa oleifera* pada pengolahan lindi TPA Benowo dengan dosis 150 mg/L dapat dicapai penyisihan 90 % kekeruhan, 83% TSS, 40% TDS, 19% COD dan 61,5% BOD (Dwiryanti, 2005). Utami.U dan Sukarsono (2005) menerangkan bahwa *Moringa oleifera* cukup efektif untuk mengurangi kadar logam berat pada sistem pengolahan limbah cair industri tekstil.

Akumulasi logam berat dalam tubuh dapat mengganggu kesehatan manusia, merkuri dapat menyebabkan kerusakan saraf, kebutaan, gangguan jiwa, dan cacat pada bayi dalam kandungan. Timbal dapat menyebabkan kerusakan pada hati, otak, sistem reproduksi, kanker dan kematian, sedangkan krom dapat menyebabkan kanker paru-paru, serta mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis.

Penelitian tentang pemanfaatan *Moringa oleifera* pada pengolahan limbah cair industri keramik Kota Malang belum banyak dilakukan, hal inilah yang mendorong peneliti untuk menganalisa permasalahan tersebut.

Dari latar belakang tersebut (1) bagaimana sifat fisika dan kimia limbah cair industri keramik dinoyo kota Malang ? (2) Bagaimana efektifitas *Moringa oleifera* dalam mengurangi kadar logam berat limbah cair industri keramik dinoyo kota Malang ?

KAJIAN PUSTAKA

Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) termasuk jenis tumbuhan perdu yang dapat memiliki ketinggian batang 7-11 meter. Di Jawa, kelor sering dimanfaatkan sebagai tanaman pagar karena berkhasiat untuk obat-obatan. Pohon kelor tidak terlalu besar, batang kayunya getas (mudah patah) dan cabangnya jarang tetapi mempunyai akar yang kuat. Daunnya berbentuk bulat telur dengan ukuran kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai. Kelor dapat berkembang biak dengan baik pada daerah yang mempunyai ketinggian tanah 300-500 meter di atas permukaan laut. Bunganya berwarna putih kekuning-kuningan dan tudung pelepah bunganya berwarna hijau. Bunga kelor keluar sepanjang tahun dengan aroma bau semerbak.

Biji kelor mengandung 40% minyak berdasarkan berat kering. Dari hasil penelitian yang telah dilaporkan, bungkil ampas perasan minyak kelor masih banyak mengandung zat koagulan. Senyawa koagulan masih sangat berguna bagi proses pembersihan air dengan efektivitas sama bila digunakan biji utuhnya. Bungkil kelor dapat dikeringkan dan disimpan, merupakan produk disamping “industri minyak kelor “ yang berguna. Minyak biji kelor memiliki mutu gizi dan fungsional tinggi dan memiliki nilai jual (harga) yang tinggi pula. Minyak kelor adalah baik untuk minyak goreng dan baik pula untuk pembuatan sabun. Minyak biji kelor dapat pula digunakan sebagai bahan kerosin atau minyak untuk lampu teplok pengganti penerangan di daerah yang belum ada listrik

Kelor mempunyai zat aktif 4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiosinate. Zat aktif itu berfungsi mengabsorpsi sekaligus menetralkan tegangan permukaan dari partikel-

partikel air limbah. Biji kelor sebagai penjernih air telah diteliti dengan memanfaatkan biji kelor yang berperan sebagai pengendap (koagulan) dengan hasil yang memuaskan. Bahkan, biji tanaman itu juga berkhasiat sebagai anti bakteri berdasarkan penelitian di Universitas Gadjah Mada, serbuk bijinya mampu membersihkan 90% dari total bakteri *E. coli* dalam seliter air sungai dalam waktu 20 menit.

Pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah dan bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dan kondisi asal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dan bahan-bahan pencemar atau polutan. Bahan polutan seperti logam berat pada umumnya mempunyai sifat racun (toksik) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran. Logam berat yang bersifat tidak bermanfaat seperti: merkuri (Hg), timbal (Pb), krom (Cr), Ar, dan Cd jika terakumulasi dalam tubuh manusia akan menimbulkan dampak negatif pada kesehatan manusia yang terkontaminasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap. Sesuai dengan perumusan masalah, sampel yang dijadikan obyek dalam penelitian ini dibagi dua yaitu :

1. Air limbah yang diperoleh dari pipa keluaran industri keramik.
2. Air limbah buatan, yang diperoleh dengan melarutkan senyawaan logam berat ke dalam aquades.

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan beberapa teknik yaitu :

1. Studi Laboratorium

Studi Laboratorium meliputi :

- a. Penentuan dosis kelor optimum pada kekeruhan air limbah
- b. Penentuan waktu pengendapan optimum pada kekeruhan air limbah
- c. Analisis sifat fisika dan kimia air limbah
- d. Uji pengaruh penambahan biji kelor pada logam berat Hg, Pb dan Cr

2. Observasi

Teknik pengambilan data dilakukan dengan cara dokumentasi. Peneliti akan melakukan observasi langsung tentang proses pengolahan limbah cair selama ini di industri keramik Dinoyo Malang. Metode ini digunakan untuk mendapatkan data mengenai kondisi obyektif tentang proses pengolahan limbah cair selama ini di industri keramik Dinoyo Malang. Data yang diperoleh bersifat kualitatif deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas air limbah ditentukan berdasarkan sifat fisika, kimia, mikrobiologi dan radioaktif misalnya parameter fisika yaitu temperatur, residu terlarut atau kekeruhan, bau, konduktivitas dan TDS (Total Dissolved Solid). Parameter kimia adalah konsentrasi zat terlarut didalamnya seperti logam berat. Parameter yang lain dapat diteliti secara langsung di lapangan dan dianalisis lebih lanjut di laboratorium.

Hasil penelitian tentang sifat-sifat fisika sampel limbah cair industri keramik Dinoyo Malang, ditunjukkan dalam tabel 3 berikut :

Tabel 1. Sifat-sifat Fisika Sampel Limbah Cair Industri Keramik Dinoyo Malang

Parameter	Hasil pengamatan
-----------	------------------

Created with



download the free trial online at nitropdf.com/professional

Warna	Putih
Kekeruhan	Keruh
Bau	Tidak berbau
Suhu	25,3 °C
Konduktivitas	358 μ S
TDS	185 ppm

Parameter fisika dapat diamati dengan mudah misalnya bau, warna, kekeruhan, rasa, suhu, konduktivitas dan padatan terlarut. Sifat-sifat fisika air memberikan informasi awal tentang kualitas air. Air yang berbau, keruh dan berwarna dapat diamati dengan cepat dan menunjukkan adanya gejala awal pencemaran air. Suhu air dapat menunjukkan beban konstituen yang terdapat dalam air. Secara umum suhu air meningkat $> 3^{\circ}\text{C}$ dari suhu udara saat pengukuran apabila konsentrasi konstituen terlarut berada di atas batas ambang. Sebagai contoh, air limbah baik limbah industri atau limbah domestik mempunyai suhu cenderung lebih tinggi daripada air bersih (Sawyer, 1994). Berdasarkan hasil penelitian tentang suhu air limbah, rata-rata suhu air limbah memenuhi rentang kriteria air limbah.

Konduktivitas merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan larutan air dalam menghantarkan arus listrik. Konduktivitas sampel air tergantung, konsentrasi, aktivitas dan valensi kation dan anion terlarut. Satuan konduktivitas dihitung sebagai mikro mhos/sentimeter ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Larutan dengan komposisi garam-garam anorganik pada umumnya mempunyai konduktivitas tinggi. Konduktivitas merupakan parameter kasar anion dan kation terlarut. Keberadaan anion dan kation dalam air dapat menjadi petunjuk tentang beban pencemaran air. Semakin banyak anion dan kation terlarut dalam air maka nilai konduktivitas juga semakin tinggi (Radojevic and Bashkin, 1999). Berdasarkan hasil penelitian tentang konduktivitas dari sampel air limbah, maka air limbah telah memenuhi

kriteria air limbah yang ditetapkan.

Parameter fisika yang lain adalah padatan terlarut atau total dissolved solid (TDS). Padatan dapat dibedakan sebagai padatan tersuspensi, padatan volatile dan padatan terlarut. Partikel dengan agregat cukup besar dapat mengendap karena gaya gravitasi dan dapat diamati berupa sedimen di dasar bejana. Padatan tersuspensi mempunyai ukuran yang lebih kecil, lebih sulit mengendap dan diamati dari tingkat kekeruhan. Padatan terlarut merupakan partikel dengan ukuran yang paling kecil dan tidak dapat diendapkan. Dalam konsentrasi moderat, TDS tidak berbahaya. Syarat konsentrasi TDS untuk air limbah adalah dibawah 1000 ppm. Berdasarkan hasil penelitian tentang konsentrasi TDS adalah sebesar 185 ppm sehingga air limbah dari industri keramik Dinoyo Malang, masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

Sifat fisik limbah cair menunjukkan bahwa limbah ini tidak layak untuk digunakan sebagai air minum karena tidak memenuhi kriteria kualitas air yang dapat digunakan sebagai air minum maupun kualitas air yang baik untuk keperluan pertanian , usaha perkotaan industri listrik tenaga air, lintas air dan peternakan. Hal ini ditinjau dari perubahan warna air yang seharusnya tidak berwarna berubah menjadi warna putih, suhu yang dianjurkan adalah sesuai temperatur di alam $\pm 4^{\circ}\text{C}$, telah meningkat sekitar $25,3^{\circ}\text{C}$, derajat keasaman (pH) masih menunjukkan kisaran yang netral, sedangkan konduktivitas cukup rendah dari nilai maksimum yang dianjurkan 400 microhmlan.

Tabel 2. Sifat Kimia dan Kadar Logam Berat Industri Keramik Dinoyo Malang

Parameter	Konsentrasi (ppm)
pH	7,8

Created with

 **nitro**^{PDF} professional

download the free trial online at nitropdf.com/professional

Hg	Tidak terdeteksi
Pb	0.0402
Cr	Tidak terdeteksi

Dalam penelitian ini dianalisis pula logam berat kromium, raksa, dan timbal menggunakan AAS. Raksa merupakan logam berat yang bersifat toksik. Meskipun tidak bersifat lethal akut seperti arsen namun akumulasi raksa dalam tubuh berkelanjutan dapat menyebabkan kerusakan hati, ginjal, syaraf dan cacat genetik pada bayi.

Dari hasil sifat fisika dan kimia seperti tercantum pada tabel 1 dan 2 jika dibandingkan dengan kriteria kualitas air standar kualitas air limbah (lampiran) menunjukkan bahwa kondisi limbah cair industri keramik Dinoyo Malang relatif bagus karena menunjukkan nilai masih di bawah nilai ambang. Jika ditinjau dari bahan-bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan keramik khususnya bahan pewarna yang digunakan, secara teori kemungkinan besar limbah cair yang dihasilkan akan mengandung logam berat, kenyataan ini dimungkinkan pada saat pengambilan sampel kondisi industri sedang tidak memproduksi.

Efektivitas Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Bioflokulan Logam Berat

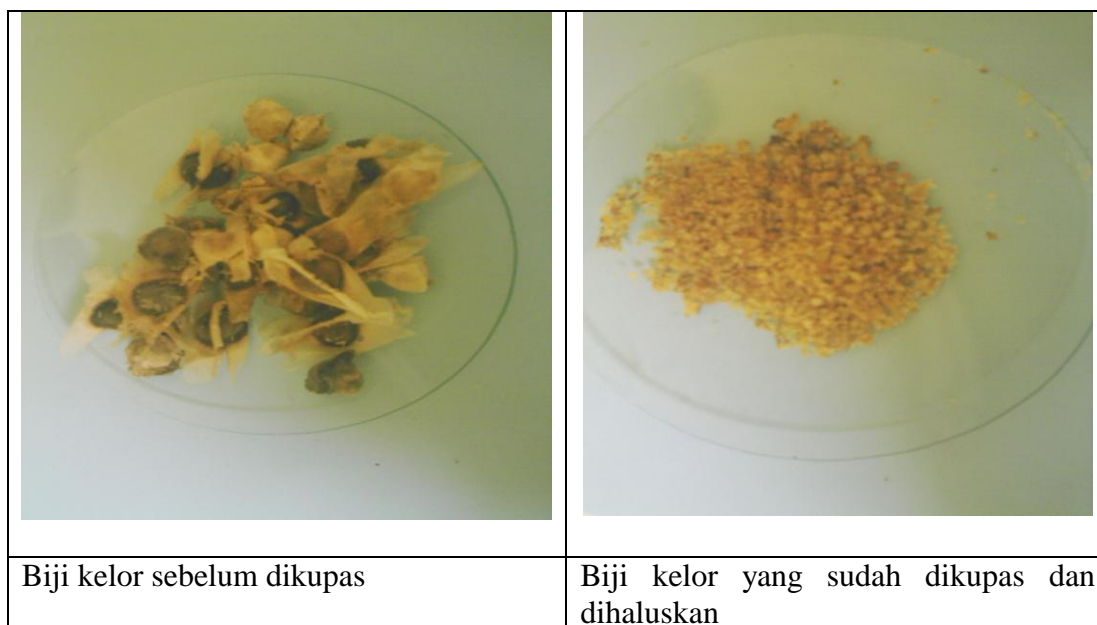
Kelor yang digunakan sebagai koagulan harus dipilih yang sudah tua karena kandungan gugus aktif sebagai koagulan yaitu 4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate sudah terbentuk dengan optimal. Penghalusan biji kelor bertujuan memperbesar luas permukaan kontak dengan ion logam berat. Biji kelor dihaluskan dan dicampur dengan sedikit air hingga terbentuk koloid berwarna putih seperti air cucian beras, dimaksudkan mempercepat kelarutan serbuk biji kelor dalam air, karena serbuk

biji kelor mengandung lemak. Jika serbuk kelor langsung diinteraksikan dengan air secara langsung dalam jumlah besar, akan terjadi penggumpalan biji kelor sebelum terjadi koagulasi dengan partikel pencemar.

Created with

 **nitro**^{PDF} professional

download the free trial online at nitropdf.com/professional



Gambar 1. Preparasi Biji Kelor

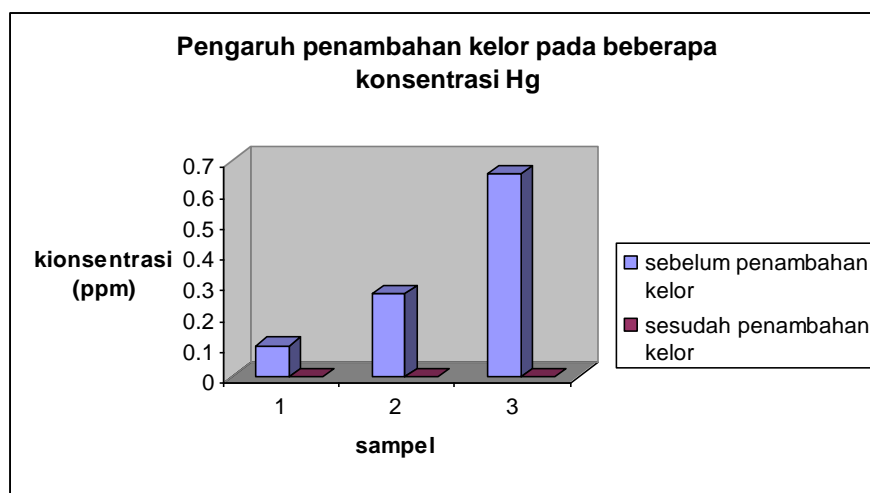
Dari penentuan dosis kelor dan waktu pengendapan optimum pada kekeruhan air limbah diperoleh bahwa pada dosis 500 mg/ 250 ml air limbah dan waktu pengendapan selama 3 jam dihasilkan kondisi air limbah paling jernih. Kekeruhan merupakan parameter kualitas air yang paling sederhana untuk dilakukan. Kekeruhan sebanding dengan jumlah total zat padat terlarut dalam air. Dosis kelor 500 mg / 250 ml air limbah dan waktu pengendapan selama 3 jam ternyata mampu mengendapkan partikel terlarut maupun tersuspensi yang ada dalam limbah cair industri keramik.

Untuk mengetahui efektivitas kelor terhadap bioflokulasi Hg, Pb & Cr dicoba sampel buatan dengan bioflokulasi Hg, Pb & Cr dicoba sampel buatan dengan berbagai konsentrasi. Sampel dibuat dengan konsentrasi 25 ppm, 50 ppm dan 100 ppm untuk masing-masing logam berat dan diasamkan dengan pH 2 untuk mencegah terjadinya pembentukan hidroksida dari logam.

Dari hasil analisis, jenis logam berat yang ditemukan adalah Cr, sedangkan Hg & Pb tidak terdeteksi. Kondisi tersebut dapat disebabkan pada saat sampling pabrik tidak sedang memproduksi. Namun, berdasarkan pengamatan terhadap banyaknya

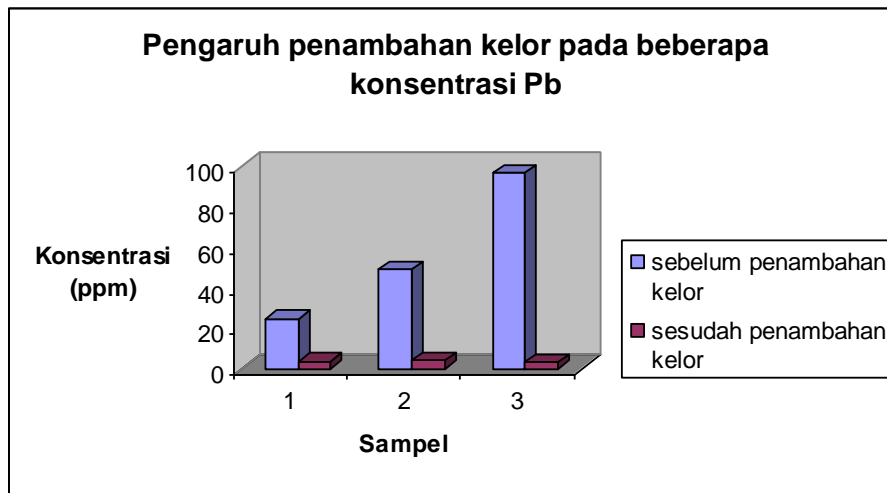
industri keramik di Dinoyo kemungkinan akumulasi logam berat sangat besar. Pewarna kuat untuk keramik terbuat dari senyawa-senyawa Hg, Pb & Cr.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji kelor cukup efektif digunakan sebagai bioflokulan logam berat pada sampel buatan Hg, Pb & Cr. Biji kelor dengan dosis 500 mg/250 ml telah cukup mampu menurunkan kadar logam berat Hg tertinggi pada sampel percobaan sebesar 0,66 ppm menjadi tidak terdeteksi, dari berbagai konsentrasi Hg, kelor secara efektif mampu memflokulasi Hg sampai dibawah titik limit deteksi atau 0 ppm.



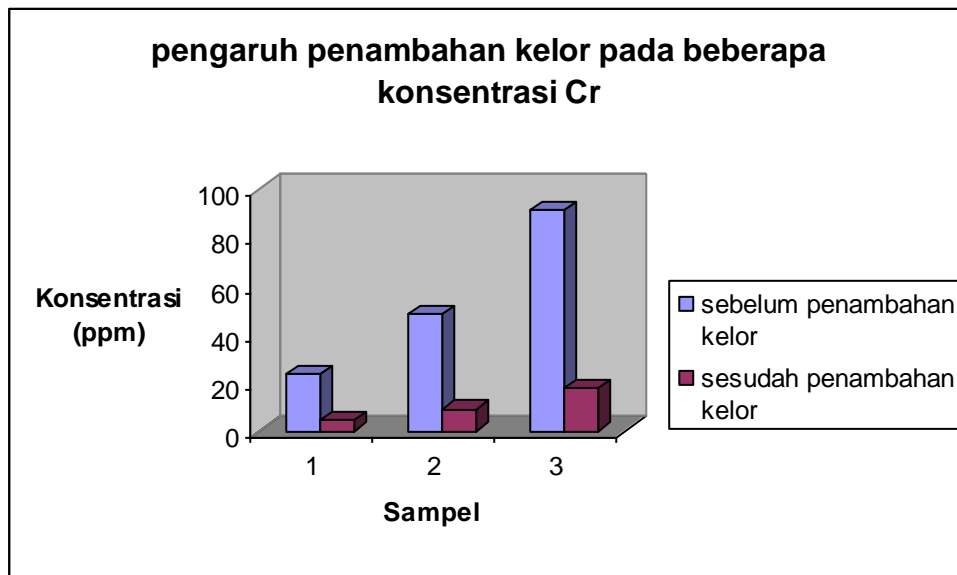
Gambar 2. Pengaruh Penambahan Kelor pada Beberapa Konsentrasi Hg

Penurunan kadar Pb sesudah perlakuan kelor 500 mg/250 ml yaitu pada konsentrasi Pb 24,8046 ppm menjadi 3,726, pada Pb dengan konsentrasi 48,9564 ppm menjadi 3,9573 dan pada konsentrasi Pb lebih tinggi yaitu 96,9336 ppm turun menjadi 3,1004. Dengan perlakuan konsentrasi Pb bervariasi dan penambahan kelor sama (500 mg/250 ml) ternyata kadar Pb dalam sampel setelah penambahan kelor hampir sama, dengan rata-rata sebesar 3,594 ppm.



Gambar 3. Pengaruh Penambahan Kelor pada Beberapa Konsentrasi Pb

Penurunan kadar kromium dengan penambahan kelor 500 mg/250 ml yaitu pada Cr dengan konsentrasi 23,5945 turun menjadi 4,6655, Cr dengan konsentrasi 48,208 turun menjadi 9,2278, Cr dengan konsentrasi 91,279 turun menjadi 17,5678. Rata-rata penurunan Cr sekitar 80 % . Penurunan kadar kromium pada berbagai variasi konsentrasi Cr dengan penambahan kelor yang sama menghasilkan penurunan yang linier dengan besarnya konsentrasi kelor. Hal ini dapat dijelaskan bahwa gugus aktif pada kelor yang berperan sebagai koagulan belum jenuh, sehingga masih memungkinkan terjadi koagulasi jika dilakukan penambahan konsentrasi Cr.



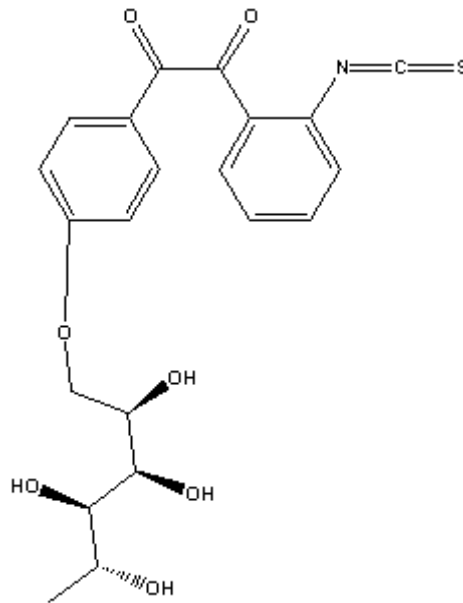
Gambar 4. Pengaruh Penambahan Kelor Pada Beberapa Konsentrasi Cr

Biji kelor berperan sebagai pengendap (koagulan) dengan hasil yang memuaskan. Bahkan, biji tanaman tersebut juga berkhasiat sebagai anti bakteri. Berdasarkan penelitian di Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, serbuk bijinya mampu membersihkan 90 % dari total bakteri *E. coli* dalam 1 liter air sungai dalam waktu 20 menit. Sementara itu, menurut Chandra (2005) biji kelor bisa dimanfaatkan sebagai bahan koagulan (bioflukolan) untuk mengolah limbah cair pabrik tekstil. Hasilnya terjadi degradasi warna hingga 98 % penurunan BOD 62%, dan kandungan lumpur 70 ml/liter.

Pendekatan sifat-sifat ion logam dan ligan dikembangkan oleh Pearson (1968) yang menggolongkan akseptor dan donor elektron ke dalam asam dan basa keras dan lunak. Asam keras digambarkan sebagai suatu spesies yang mempunyai ukuran relatif kecil, bermuatan kecil dan polarisabilitasnya rendah. Sebaliknya asam lunak digambarkan sebagai suatu spesies yang mempunyai ukuran relatif besar, bermuatan kecil dan polarisabilitasnya tinggi (Bowser, 1993). Jika adsorbat berupa kation logam dapat dinyatakan sebagai asam Lewis dan gugus-gugus fungsional pada adsorber sebagai

basa Lewis, maka pengklasifikasian HSAB (*hard soft acid and base*) dapat diterapkan pada proses adsorpsi maupun koagulasi.

Secara umum, asam keras cenderung lebih stabil berikatan dengan basa keras, sedangkan asam lunak berikatan stabil dengan basa lunak. Jika kemampuan kelor dalam mengkoagulasi Cr, Pb, Hg dibandingkan, tampak bahwa kemampuan koagulasi meningkat sesuai urutan berikut : Pb-Hg-Cr. Kenyataan ini dapat dijelaskan menggunakan pendekatan teori HSAB, gugus aktif yang berfungsi sebagai koagulan pada kelor adalah 4-alfa-4-rhamnosiloxy-isothiosianate kaya akan gugus karbonil dan isothiosianat. Gugus karbonil dan isothiosianate dikenal sebagai ligan kuat, yaitu gugus yang sangat aktif terhadap ion-ion logam, karena ion-ion logam bersifat elektrofil. Gugus karbonil (C=O) dengan ikatan rangkap dan sepasang elektron bebas pada atom O sangat aktif mendonorkan elektron yang dimilikinya pada ion-ion logam. Demikian pula halnya gugus isothiosianat (-S=C=N) dengan 2 ikatan rangkap dan sepasang elektron bebas pada atom N sangat aktif pula mendonorkan elektron yang dimilikinya pada ion-ion logam. Struktur hipotetik untuk 4-alfa-4-rhamnosiloxy-benzil-isoyhiosianate sebagai berikut :



Gambar 5. Struktur hipotetik 4- α -4-rhamnosiloxo-benzil-isothiosianate

Menurut Bowser (1993) gugus C=O karbonil dan isothiosianate (SCN-) digolongkan sebagai basa lunak dengan kelunakan C=O karbonil lebih besar dari isothiosianate (SCN-). Disisi lain Hg digolongkan sebagai asam lunak, Pb asam menengah dan Cr³⁺ sebagai asam keras dengan kecenderungan bahwa asam keras cenderung stabil berikatan dengan basa keras dan asam lunak berikatan stabil dengan basa lunak maka :

1. Hg⁺ yang asam lunak lebih kuat terikat oleh gugus C=O karbonil dan isothiosianate (SCN-) pada kelor yang basa lunak
2. Jika dibandingkan dengan Hg⁺, Pb²⁺ yang asam menengah kurang kuat terikat oleh gugus C=O karbonil dan isothiosianate (SCN-) pada kelor yang basa lunak

3. Jika dibandingkan dengan Hg^+ dan Pb^{2+} , Cr^{3+} yang asam kurang kuat terikat oleh gugus $C=O$ dan isothiosianate (SCN^-) pada kelor yang basa lunak

Sehingga kekuatan ikatan logam Hg , Pb , Cr dengan kelor akan meningkat sesuai urutan Cr^+ , Pb^{2+} dan Hg^+ , meski secara umum ketiga jenis ion logam ini dapat dikatakan mampu diikat oleh biji kelor melalui koagulasi dengan kadar cukup tinggi.

Kesimpulan

1. Sifat Fisik limbah cair industri keramik Dinoyo yaitu kekeruhan, warna, bau, konduktivitas dan TDS menunjukkan warna putih, keruh, tidak berbau, suhu $25,3\text{ }^{\circ}C$ dengan konduktivitas sebesar $358\text{ }\mu S$ dan TDA 185 ppm.
2. Biji Kelor (*Moringa oleifera*) dengan dosis 500 mg/ 250 ml cukup efektif untuk digunakan sebagai bioflokulan logam berat Hg , Pb & Cr .

DAFTAR PUSTAKA

- Austin, George T, 1996, *Industri Proses Kimia*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Day and Underwood, 2002, *Analisis Kimia Kuantitatif.*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dwiryanti. D, (2005), Pengolahan Lindi dengan biji *Moringa oleifera* Lamk dan membrane mikrofiltrasi, Makalah Seminar Kimia Lingkungan VII di Surabaya.
- Heryando, Palar. 2004, Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat, Penerbit RINEKA CIPTA, Jakarta.
http://indonetwork.co.id/KSL_Indonesia
<http://www.wwf.or.id/Default.php>
<http://www.google.co.id/Default.php>
- Khopkar, 2003, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Suharsimi. A., 1997, *Prosedur Penelitian*, Penerbit RINEKA CIPTA, Jakarta.
- Sunarwan, S., 1998, *Analisa Mengenai Dampak Lingkungan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.