

**ADSORPSI TEMBAGA (Cu) DENGAN MENGGUNAKAN AMPAS TEBU
(Bagasse) SEBAGAI ADSORBEN**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

Oleh:

ISTIEN RACHMANTI

NIM. 115080101111051

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2015

**ADSORPSI TEMBAGA (Cu) DENGAN MENGGUNAKAN AMPAS TEBU
(Bagasse) SEBAGAI ADSORBEN**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

*Sebagai salah satu syarat meraih gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya*

Oleh:

ISTIEN RACHMANTI

NIM. 115080101111051



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

ADSORPSI TEMBAGA (Cu) DENGAN MENGGUNAKAN AMPAS TEBU
(Bagasse) SEBAGAI ADSORBEN

Oleh :

ISTIEN RACHMANTI

NIM. 115080101111051

Dosen Penguji I

(Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA., PhD)

NIP. 19610523 1987 2 003

Tanggal:

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si)

NIP. 19610303 198602 2 001

Tanggal:

Dosen Penguji II

(Ir. Sri Sudaryanti, MS)

NIP. 19601009 198602 2 001

Tanggal:

Dosen Pembimbing II

(Andi Kurniawan, S.Pi., M.Eng.,D.Sc)

NIP. 19790331 200501 1 003

Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)

NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal:

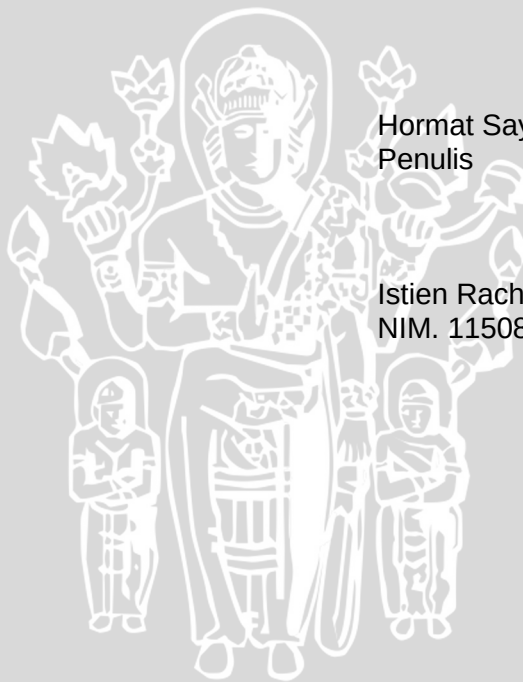
PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Hormat Saya,
Penulis

Istien Rachmanti
NIM. 115080101111051



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. ALLAH SWT karena atas karunia yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang sebagai institusi tempat saya menimba ilmu selama 4 tahun.
3. Ibu Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si dan Bapak Andi Kurniawan, S.Pi., M.Eng.,D.Sc selaku dosen pembimbing.
4. Ibu Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA., PhD dan Ibu Ir. Sri Sudaryanti, MS selaku dosen penguji.
5. Ayah Yuli Sunu, Bunda Djudju dan Mba Deedee yang selalu mendukung penulis dalam semua proses pengerjaan penelitian ini.
6. Bapak Arif Yudianto selaku Laboran Laboratorium Ilmu Kelautan yang membantu penulis dalam proses penelitian.
7. Muhammad Rizki Nandika yang selalu sabar, mengingatkan, mendukung penulis agar segera lulus dan selalu mendengar keluhan penulis.
8. Fandi, Elva, Resya, Kunti, Lita dan Trias Fidiawati yang membantu penulis dalam proses penelitian dan pengerjaan laporan.
9. Nadia Fiorentina yang sejak penyusunan PKL membantu menerjemahkan abstrak penulis ke Bahasa Inggris.
10. Uli, Debby, Eka, Lia, Ratri, Oki dan Rizka yang selalu menyempatkan waktunya untuk mendengarkan penulis bercerita.
11. Staf KORA dan Kabinet BEM Periode 2014 yang selalu mendukung penulis dalam berbagai bentuk untuk segera menyelesaikan kuliah.

12. Teman kerja penulis di Bara Bara Eat Grill dan Mesin Waktu yang selalu mendukung dan mendoakan agar penulis segera lulus.
13. Aindra Ryanandika dan Mba Dwi Utami yang merelakan penulis untuk menggunakan printernya.
14. Keluarga 'Independent' Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang selalu mendukung dan mendoakan kelancaran penelitian penulis.

Terima kasih sekali lagi penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, sehingga kegiatan penelitian skripsi ini dapat dijalani penulis dengan lancar dan tanpa rintangan yang berarti. Penulis memohon maaf karena tidak dapat mencantumkan satu per satu disini. Namun bukan berarti penulis melupakan segala bantuan yang diberikan kepada penulis.

“Keberhasilan seseorang dapat dilihat dari berapa banyak orang yang mendoakan keberhasilannya, bukan berapa banyak orang yang menghalanginya untuk mencapai suatu keberhasilan”

Malang, 20 Juni 2015

Penulis

RINGKASAN

ISTIEN RACHMANTI. Adsorpsi Tembaga (Cu) Dengan Menggunakan Ampas Tebu (*Bagasse*) Sebagai Adsorben (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si dan Andi Kurniawan, S.Pi., M.Eng., D.Sc.**)

Kondisi lingkungan perairan memiliki peran sangat penting bagi biota yang hidup didalamnya pada beberapa waktu belakangan ini, mengingat semakin tinggi tingkat pencemaran pada lingkungan perairan. Pencemaran pada lingkungan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor terutama aktivitas manusia. Pembuangan limbah terutama limbah logam berat menjadi salah satu aktivitas yang memiliki dampak sangat buruk bagi lingkungan perairan. Salah satunya adalah logam berat jenis Cu yang dapat menimbulkan kematian pada biota yang hidup di dalamnya dan mengakibatkan efek biotoksik pada manusia yang dapat menimbulkan penyakit akut maupun kronis. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan cara untuk mencegah terjadinya pencemaran salah satunya adalah dengan pengolahan limbah. Adsorpsi merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah yang menguntungkan karena menggunakan adsorben dari limbah (hasil samping) industri pertanian yang seringkali tidak digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan ampas tebu dalam menyerap logam berat Cu dengan waktu dan konsentrasi yang berbeda serta mengetahui karakteristik adsorpsi logam berat Cu.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Ampas tebu yang digunakan sebagai adsorben berasal Pabrik Gula Meritjan, Kediri. Penelitian dilakukan di Laboratorium Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang dengan 2 kali pengulangan. Tahapan pada penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu kinetik adsorpsi dengan perbedaan waktu yang terbagi atas 5, 15, 30, 60 dan 120 menit untuk mengetahui penyerapan yang dilakukan oleh ampas tebu terhadap perbedaan waktu serta adsorpsi isotherm dengan perbedaan konsentrasi yang terbagi atas 12,5; 125; 250; 500 dan 1000 ppm untuk mengetahui penyerapan yang dilakukan oleh ampas tebu terhadap perbedaan konsentrasi.

Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa ampas tebu mampu menyerap logam berat Cu. Hal tersebut diketahui karena menurunnya konsentrasi logam berat Cu pada air sekitar ampas tebu dan ditemukan adanya konsentrasi logam berat Cu pada sampel ampas tebu. Kemampuan ampas tebu dalam menyerap logam berat Cu pada menit ke 5--30 mengalami kenaikan sedangkan penyerapan pada menit ke 30--120 relatif sama. Penyerapan ini diperkirakan terjadi karena ampas tebu memerlukan waktu untuk membuat seluruh permukaan unitnya terbuka dan selanjutnya menyerap Cu. Berdasarkan perbedaan konsentrasi yaitu 12,5--1000 ppm, penyerapan logam berat Cu oleh ampas tebu meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi yang diberikan. Karakteristik penyerapan yang dilakukan oleh ampas tebu adalah dengan cara pertukaran ion dan pembentukan senyawa kompleks karena Cu bersifat asam dan sedangkan ampas tebu bersifat basa sehingga membentuk ikatan kompleks koordinasi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ampas tebu dapat menyerap logam berat tembaga dan disarankan agar meninjau lebih lanjut penggunaan ampas tebu merupakan salah satu dari sekian banyak hasil samping (limbah) yang dapat didaur ulang sebagai bahan untuk pengolahan limbah. Disamping itu, ampas tebu sebagai adsorben untuk pengolahan limbah karena ampas tebu merupakan salah satu adsorben yang mudah dan murah untuk didapatkan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **ADSORPSI TEMBAGA (Cu) DENGAN MENGGUNAKAN AMPAS TEBU (*Bagasse*) SEBAGAI ADSORBEN**. Penulis mengucapkan terima kasih pada semua pihak yang andil dalam penyelesaian skripsi ini. Tentunya tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi, namun penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini berjalan dengan baik atas bantuan, dorongan dan bimbingan dari orang tua maupun dosen-dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Semoga Skripsi ini dapat diterima dengan baik, khususnya bagi penulis sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai, Amin.

Malang, 20 Juni 2015

(Istien Rachmanti)

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
1. PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Kegunaan.....	5
1.5 Waktu danTempat	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pencemaran Air	7
2.2 Limbah	8
2.3 Logam Berat.....	8
2.3.1 Definisi Logam Berat	8
2.3.2 Tembaga (Cu)	9
2.4 Tanaman Tebu.....	10
2.4.1 Ampas Tebu (<i>Bagase</i>).....	11
2.5 Adsorpsi	11
2.6 Parameter Kualitas Air	12
2.6.1 Suhu.....	12
2.6.2 pH	13
3. METODE PENELITIAN	14
3.1 Materi Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Data	14
3.3.1 Data Primer	14

3.5 Tahapan Penelitian	15
3.5.1 Pembuatan Adsorben	15
3.5.2 Pembuatan Larutan Cu.....	16
3.5.3 Kinetik Adsorpsi.....	16
3.5.4 Adsorpsi Isoterm.....	17
3.5.5 Analisis Kandungan Cu ²⁺	17
3.5.6 Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia.....	18
3.6 Analisis Data	18
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Ampas Tebu Hasil Produksi Gula.....	20
4.2 Kinetik Adsorpsi	21
4.3 Adsorpsi Isoterm	24
4.4 Karakteristik Adsorpsi.....	26
4.5 Baku Mutu Kualitas Air	27
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN.....	33

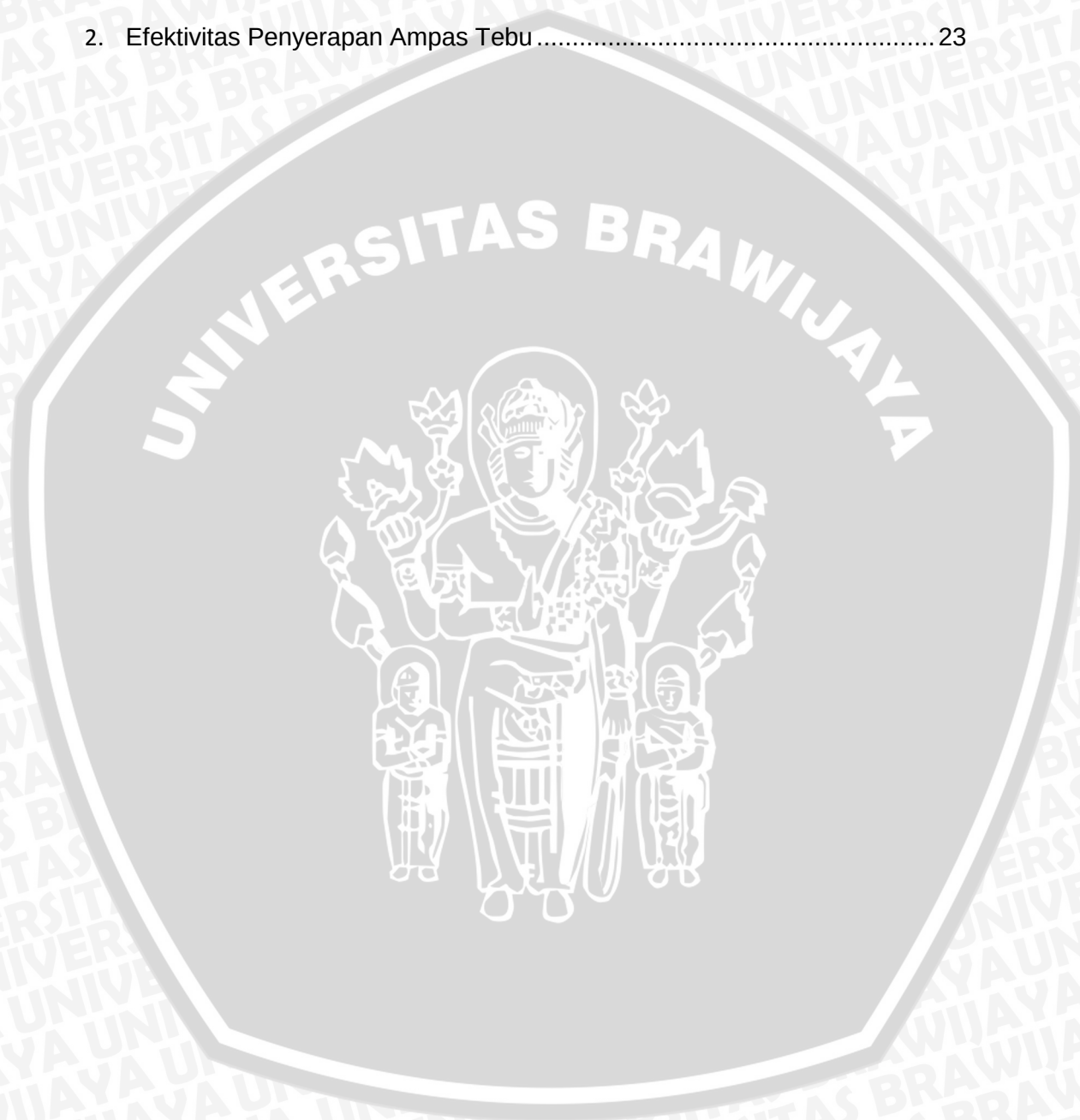


DAFTAR TABEL

Tabel

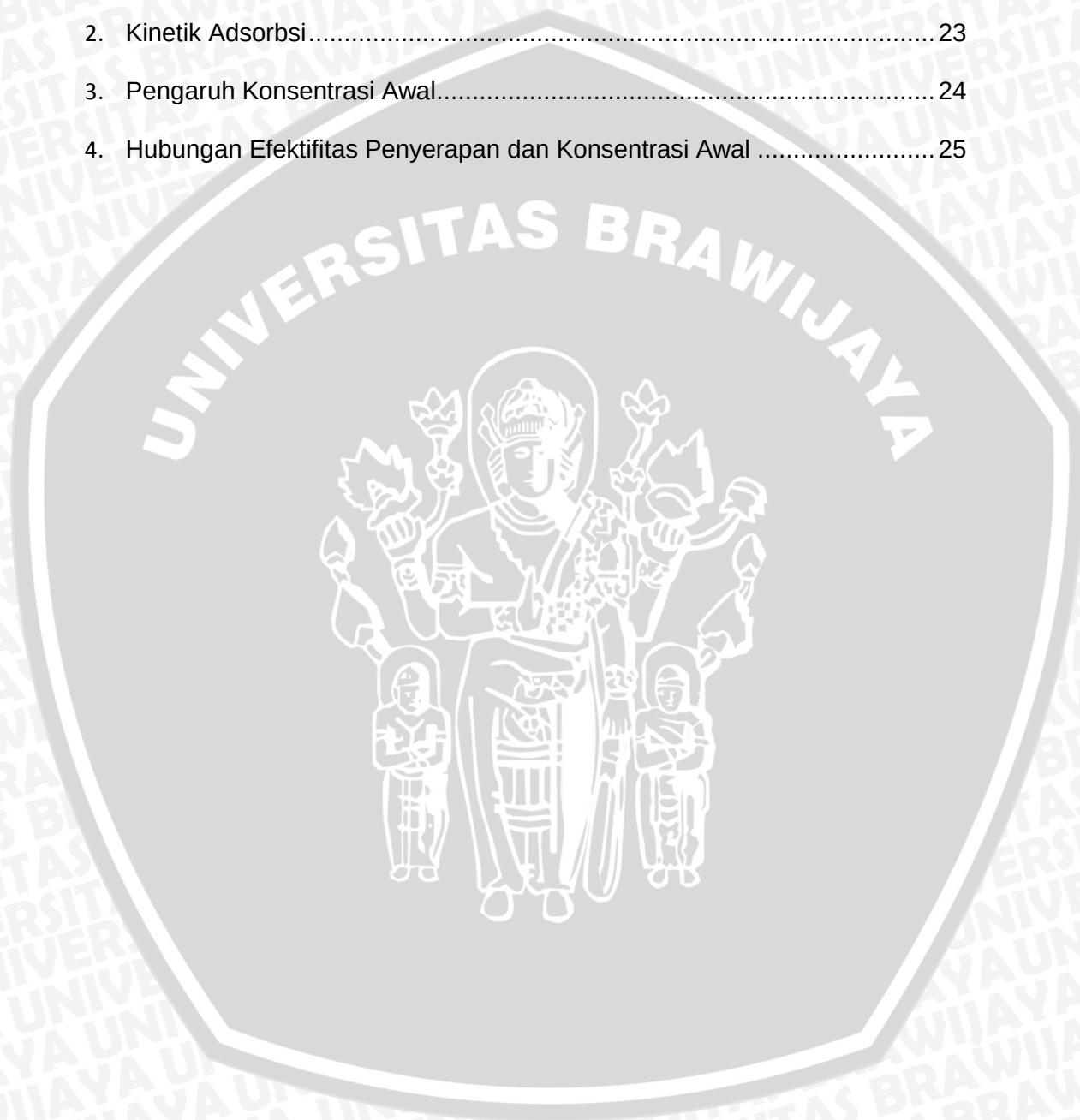
Halaman

1. Akumulasi Cu oleh Ampas Tebu..... 22
2. Efektivitas Penyerapan Ampas Tebu 23



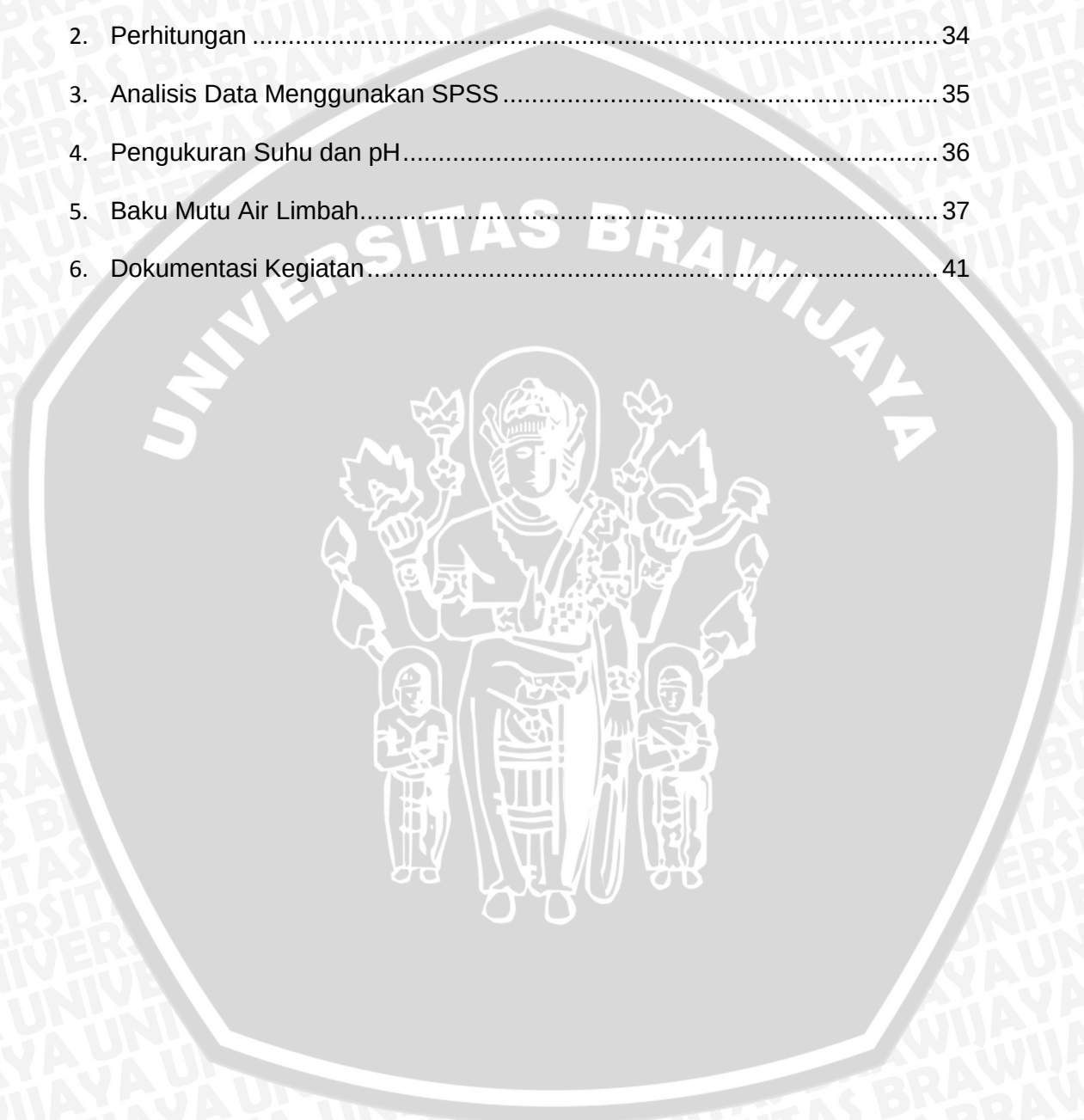
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ampas Tebu	21
2. Kinetik Adsorpsi	23
3. Pengaruh Konsentrasi Awal	24
4. Hubungan Efektifitas Penyerapan dan Konsentrasi Awal	25



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan	33
2. Perhitungan	34
3. Analisis Data Menggunakan SPSS	35
4. Pengukuran Suhu dan pH	36
5. Baku Mutu Air Limbah	37
6. Dokumentasi Kegiatan	41



1. PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang menghasilkan polusi terbanyak di dunia. Sumber polusi yang paling utama adalah dari kendaraan bermotor dan limbah industri. Polusi ini terjadi akibat kurangnya penanganan limbah-limbah industri sedangkan semakin hari semakin banyak berdiri pabrik industri. Pencemaran yang disebabkan oleh polusi ini menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap lingkungan (Adham *et al.*, 2012).

Menurut Isyuniarto *et al.*, (2007), dengan semakin pesatnya perkembangan industri di Indonesia, tidak dapat dipungkiri bahwa masalah pencemaran lingkungan akibat limbah industri sudah sangat mendesak untuk diwaspadai. Pembangunan industri di Indonesia diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat, namun apabila dalam perumusan kebijaksanaan pembangunan industri tidak memasukkan unsur-unsur pertimbangan yang berorientasi pada komponen lingkungan (air, udara dan tanah) maka lingkungan akan mengalami penurunan kualitas yang disebabkan oleh kegiatan perindustrian itu sendiri. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Mahida (1993), pada lingkungan permukiman dan industri masalah utama yang masih tetap belum terpecahkan adalah masalah limbah kota dan limbah industri. Bahan berbahaya yang dihasilkan sebagai limbah oleh kegiatan-kegiatan industri makin bertambah dan belum ada cara yang berhasil untuk menanganinya. Limbah yang dihasilkan secara langsung dibuang ke sungai, laut, ataupun ke dalam lapisan bumi yang lebih dalam tanpa melalui proses penanganan yang baik. Penanggulangan terhadap masalah ini masih menghadapi kesukaran, terutama dalam pengumpulan limbah dan mendapat tempat buangan.

Sesuai dengan Undang–Undang No. 23 Pasal 1 Tahun 1997, limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan, bahan berbahaya, dan beracun karena setiap bahan baik karena sifat atau konsentrasi dan jumlah secara langsung atau tidak langsung dapat mencemarkan dan/atau merusakkan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Menurut Haertman dan Kester (1983), bentuk pencemaran utama di lingkungan perairan berupa bahan organik dan anorganik yang berasal dari rumah tangga, pasar, dan industri yang limbahnya masuk melalui saluran-saluran primer, sekunder, dan tersier ke ekosistem sungai dan danau sampai ke laut. Dari buangan limbah industri logam dan kimia, pengolahan hasil produksi pertanian dalam arti luas serta pertambangan dapat menyebabkan perubahan tingkat keasaman air dan mengandung bahan-bahan yang beracun yang dapat mematikan spesies ikan dan binatang air lainnya pada setiap saat. Dalam proses pembusukan bahan-bahan organik limbah rumah tangga dari industri pengolahan hasil pertanian membutuhkan oksigen terlarut dalam jumlah tinggi. Jika jumlah limbah sangat banyak, maka konsentrasi oksigen terlarut menurun secara drastis.

Alam memiliki kemampuan dalam menetralkan pencemaran yang terjadi dalam jumlah kecil, tetapi bila dalam jumlah yang besar akan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap alam karena dapat mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan sehingga limbah tersebut dikatakan telah mencemari lingkungan. Hal ini dapat dicegah dengan mengolah limbah yang dihasilkan industri sebelum dibuang ke badan sungai. Limbah yang dibuang ke sungai harus memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan, karena sungai merupakan salah satu sumber air bersih bagi masyarakat, sehingga diharapkan tidak tercemar dan bisa digunakan untuk keperluan lainnya (Habibi, 2012).

Pertimbangan biaya untuk pengolahan limbah merupakan salah satu hal yang perlu dipertimbangkan untuk memilih teknologi yang akan digunakan untuk pengelolaan senyawa logam berat. Senyawa alam yang banyak terdapat dalam limbah pertanian atau buangan industri merupakan potensi adsorben yang terjangkau secara ekonomi. Biaya pengolahan adalah parameter yang penting dalam memilih adsorben dan biaya masing-masing adsorben sangat bervariasi, tergantung pada proses yang diperlukan dan ketersediaan adsorben tersebut. Secara umum adsorben dapat dikatakan murah apabila tidak memerlukan atau memerlukan sedikit proses, bahannya banyak terdapat dan merupakan hasil samping atau limbah dari industri (Arifin, 2003).

Pemanfaatan bahan alami atau biomaterial dari limbah pertanian sebagai bahan pengganti karbon aktif ataupun penukar ion untuk menyerap senyawa-senyawa beracun telah mulai diteliti. Penggunaan biomaterial dari limbah pertanian atau industri dapat digunakan sebagai alternatif adsorben dengan biaya rendah, seperti penggunaan ampas tebu (Marshall dan Mitchel, 1996). Ampas tebu adalah hasil dari industri gula atau pembuatan minuman dari tebu yang belum termanfaatkan secara optimal sehingga membawa masalah sendiri bagi industri gula maupun lingkungan karena dianggap sebagai limbah. Secara kimiawi, komponen utama penyusun ampas tebu adalah serat yang didalamnya terkandung gugus selulosa, poliosa seperti hemiselulosa, lignoselulosa dan lignin (Santosa *et al.*, 2003). Dari komponen penyusun tersebut, dapat diduga jika ampas tebu memiliki kemampuan untuk menyerap ion logam dalam air limbah karena ampas tebu memiliki serat dan pori-pori yang cukup besar dalam menampung gula yang sebelumnya terkandung dalam ampas tebu tersebut. Sehingga ion logam dapat terserap menggantikan posisi gula. Penggunaan ampas tebu sebagai alternatif biomaterial penyerap ion logam merupakan proses daur ulang yang sangat baik bagi penghematan sumberdaya alam dan

merupakan salah satu cara bagi pengolahan limbah, seperti yang dikemukakan oleh para pakar lingkungan bahwa sebaik-baiknya pengolahan limbah adalah dengan cara daur ulang (Refilda *et al.*, 2001). Selain itu, karena ampas tebu mudah didapatkan serta dapat diregenerasi kembali dan dari sisi ekonomis harga ampas tebu yang murah dibanding penyerap sintetis lain, maka hal ini menjadi keuntungan tersendiri dalam penggunaan ampas tebu sebagai penyerap ion logam seperti Cr, Cd, Cu, dan Pb.

Menurut Palar (1994), tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat yang sangat toksik. Cu yang masuk ke dalam tatanan lingkungan perairan dapat terjadi secara alamiah maupun dari kegiatan manusia. Secara alamiah Cu masuk ke dalam perairan dari peristiwa erosi, pengikisan batuan ataupun dari atmosfer yang dibawa turun oleh air hujan. Sedangkan dari aktifitas manusia seperti kegiatan industri, pertambangan Cu, maupun industri kapal seperti di Surabaya beserta kegiatan di pelabuhan merupakan salah satu jalur yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam perairan. Widowati (2008) dalam Sony (2009) menyatakan bahwa, toksisitas kronis Cu ditandai dengan gejala berupa kehilangan selera makan, kehausan, krisis hemolitik yang ditandai wajah pucat, urin berwarna coklat tua, hiperestesia, tremor, iritasi pada hidung, tenggorokan, mulut dan mata, sakit kepala, sakit lambung, muntah, diare, kerusakan hati, kerusakan ginjal, menurunnya tingkat intelegensia anak-anak pada masa pertumbuhan, batuk-batuk, pendarahan hidung, alergi pada kulit, penebalan kulit, warna kehijauan pada kulit dan rambut, peningkatan Cu pada ginjal, peningkatan kadar Cu pada hati, kerusakan otak, demielinasi, penurunan fungsi ginjal, dan pengendapan Cu dalam kornea mata.

1.2 Rumusan Masalah

Semakin pesatnya perkembangan industri di Indonesia, sangat memungkinkan untuk membuat semakin pesat pula laju pencemaran di lingkungan perairan. Hal tersebut jelas harus diwaspadai karena masalah pencemaran merupakan akar dari berbagai permasalahan di lingkungan perairan. Keberadaan ampas tebu sebagai salah satu alternatif adsorben limbah logam berat seperti Cu perlu dipertimbangkan sebagai salah satu upaya untuk mengurangi keberadaan limbah di perairan dengan biaya yang cukup terjangkau.

Berdasarkan masalah diatas, maka pertanyaan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah ampas tebu dapat menyerap logam berat Cu dalam lingkungan perairan?
2. Bagaimana karakteristik penyerapan logam berat Cu oleh ampas tebu?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kemampuan ampas tebu dalam menyerap logam berat Cu pada waktu (kinetik adsorpsi) dan konsentrasi yang berbeda (adsorpsi isoterm)
2. Untuk mengetahui tingkat keefektifitasan penyerapan yang dilakukan oleh ampas tebu terhadap logam berat Cu
3. Untuk mengetahui karakteristik penyerapan logam berat Cu oleh ampas tebu

1.4 Kegunaan

Penelitian ini pada akhirnya diharapkan mampu memberikan kegunaan baik untuk pemerintah terkait, masyarakat, akademisi maupun peneliti sebagaimana dijelaskan berikut:

- Bagi Pemerintah

Sebagai bahan pertimbangan untuk memanfaatkan limbah ampas tebu dalam proses pengelolaan limbah yang ekonomis, efektif, aman, dan ramah lingkungan.

- Bagi Masyarakat

Sebagai informasi kepada masyarakat bahwa keberadaan ampas tebu tidak sepenuhnya dapat mencemari lingkungan, tetapi bisa dijadikan biomaterial untuk pengelolaan limbah.

- Bagi Akademisi

Sebagai sumber informasi dalam perkembangan teknologi bagi institusi dan mahasiswa bahwa ampas tebu dapat didaur ulang menjadi adsorben yang lebih ekonomis, efektif, aman dan ramah lingkungan.

- Bagi Peneliti

Sebagai sarana dalam menambah wawasan keilmuan khususnya dalam bidang pengolahan limbah cair.

1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang pada April 2015. Sedangkan analisis logam berat Cu dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Air

Menurut Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 02 Tahun 1988 tentang Pedoman Penetapan Batu Mutu Lingkungan, yang dimaksud dengan pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh proses alam atau kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Secara garis besar, ada dua cara bahan pencemar masuk ke lingkungan, yaitu secara alami, misalnya karena gunung meletus atau gelombang tsunami yang membawa polutan dan melalui kegiatan manusia, misalnya limbah rumah tangga, limbah transportasi, pertanian, pabrik dan lain-lain (Mukhtasor, 2007).

Substansi pencemar dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu: (1) polutan fisik, yaitu polutan yang keberadaannya atau karakter fisiknya menyebabkan pencemaran. Contohnya adalah padatan tersuspensi pada kegiatan pengerukan pelabuhan atau pada proses sedimentasi di muara sungai, dan zat pewarna atau bahan organik yang mengubah warna atau bau; (2) polutan biologis, yaitu polutan yang berupa makhluk hidup, misalnya mikroorganisme dari limbah domestik berupa buangan sanitasi atau tinja dan dari industri pengolahan makanan; (3) polutan kimia, yaitu polutan yang memiliki struktur kimia tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan zat lain. Polutan ini dikategorikan menjadi dua jenis yaitu organik (yang penyusun utamanya adalah atom C, H dan O; misalnya pestisida, pupuk, minyak, limbah makanan dan minuman) dan jenis anorganik (misalnya asam, alkali dan logam-logam berat dari industri) (Mukhtasor, 2007).

2.2 Limbah

Limbah adalah hasil samping dari proses produksi yang tidak akan digunakan, dapat berbentuk padat, cair, gas, suara, dan getaran yang dapat menimbulkan pencemaran apabila tidak dikelola dengan benar (Winarno, 1992 dalam Nur, 2011). Limbah merupakan suatu bahan yang terbuang atau yang dibuang dari hasil aktivitas manusia maupun proses alam yang tidak atau belum mempunyai nilai ekonomis, bahkan dapat mempunyai nilai negatif karena penanganan untuk membuang atau membersihkan membutuhkan biaya yang cukup besar, disamping itu juga dapat mencemari lingkungan (Mahida, 1993).

Menurut Muhtardo dan Said (1987), limbah pada dasarnya berarti suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia, maupun proses-proses alam, dan tidak atau belum mempunyai nilai ekonomi, bahkan dapat mempunyai nilai ekonomi yang negatif. Limbah dikatakan mempunyai nilai ekonomi yang negatif karena penanganan untuk membuang atau membersihkannya memerlukan biaya yang cukup besar, disamping itu juga dapat mencemari lingkungan.

2.3 Logam Berat

2.3.1 Definisi Logam Berat

Unsur kimia yang terdapat dalam sistem periodik dapat dibagi menjadi 2 golongan yaitu logam dan non logam. Logam bersifat konduktor yaitu mempunyai daya hantar panas dan elektrik yang tinggi, sedangkan non logam bersifat isolator. Berdasarkan kerapatannya, logam dapat dibedakan atas 2 golongan, yaitu logam ringan dan logam berat. Logam berat adalah semua jenis logam yang mempunyai berat jenis lebih besar atau sama dengan 5 g/cm^3 , sedangkan logam yang mempunyai berat jenis kurang dari 5 g/cm^3 dikenal sebagai logam ringan (Cotton dan Wilkinson, 1986).

Logam berat adalah unsur-unsur yang umumnya digunakan dalam industri, bersifat toksik bagi makhluk hidup dalam proses aerobik maupun anaerobik (Widowati *et al.*, 2008). Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis yaitu logam berat esensial dan non esensial. Jenis pertama adalah logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dan lain sebagainya. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat non esensial atau beracun, dimana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, Cr, dan lain-lain (Widowati *et al.*, 2008).

2.3.2 Tembaga (Cu)

Unsur tembaga di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Tembaga (Cu) adalah logam merah muda yang lunak, dapat ditempa, dan liat yang melebur pada 1038°C (Panjaitan, 2009). Potensial elektoda standarnya positif (+0,34 V), logam ini tidak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer. Logam ini banyak digunakan pada pabrik yang memproduksi alat-alat listrik, gelas dan zat warna yang biasanya bercampur dengan logam lain seperti alloy dengan perak, kadmium, timah putih, dan seng (Merian, 1994 *dalam* Panjaitan, 2009).

Secara alamiah Cu masuk ke dalam badan perairan sebagai akibat dari peristiwa erosi atau pengikisan batuan mineral melalui persenyawaan Cu di atmosfer yang dibawa oleh air hujan, serta berasal dari buangan industri, pertambangan Cu dan lainnya. Hal tersebut dapat mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam badan perairan. Dalam kondisi normal,

keberadaan Cu dalam perairan ditemukan dalam bentuk senyawa CuCO_3 , Cu(OH)_2 , dan lain-lain. Bila dalam badan perairan terjadi peningkatan kelarutan Cu melebihi ambang batas yang seharusnya, maka akan terjadi biomagnifikasi terhadap biota-biota perairan. Tembaga bersifat toksik bagi organisme. Bentuk tembaga paling beracun adalah debu-debu Cu yang dapat mengakibatkan kematian pada hewan dengan dosis 3,5 mg/kg (Palar, 1994). Pada manusia, efek keracunan utama yang ditimbulkan akibat terpapar oleh debu atau uap logam Cu adalah terjadinya gangguan pada jalur pernapasan sebelah atas dan terjadinya kerusakan atropik pada selaput lendir yang berhubungan dengan hidung (Palar, 1994).

2.4 Tanaman Tebu

Tanaman tebu atau *Saccharum officinarum* termasuk dalam famili Gramineae atau kelompok rumput-rumputan. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah beriklim udara sedang sampai panas. Tebu cocok pada daerah yang mempunyai ketinggian tanah 1--1300 meter diatas permukaan air laut (Subrata, 1993). Umur tanaman tebu sejak ditanam sampai bisa dipanen kurang dari satu tahun. Kadar berat setiap komponen kimia penyusun batang tebu tidak sama, tergantung pada jenis tebu, kandungan hara dan cara pemeliharaan tebu. Kadar komponen penyusun batang tebu antara lain sukrosa (nira), monosakarida, zat anorganik, zat organik, air nira, dan serat (Subrata, 1993).

Tebu bila dipotong, akan terlihat serat-serat dan didapatkan cairan yang manis. Kandungan serat dan kulit yang biasanya disebut sabut, umumnya sekitar 12,5 % dari bobot tebu keseluruhan. Sedangkan kandungan terbesar dari tebu adalah cairan nira yang persentasenya sebesar 87,5 % yang terdiri atas air dan bahan kering. Bahan kering tersebut ada yang terlarut dan ada yang tidak terlarut. Tebu dari perkebunan diolah menjadi gula di pabrik gula. Dari setiap

tebu yang diproses dihasilkan ampas tebu sebesar 90 %, gula yang dimanfaatkan hanya 5 % dan sisanya berupa tetes tebu (*molases*) dan air (Witono, 2003).

2.4.1 Ampas Tebu (*Bagase*)

Ampas tebu atau lazimnya disebut *Bagase*, merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pemerahan atau ekstraksi batang tebu. Dalam satu kali proses ekstraksi dihasilkan ampas tebu sekitar 35--40 % dari berat tebu yang digiling secara keseluruhan. Dari sekian banyak ampas tebu yang dihasilkan, baru sekitar 50 % yang sudah dimanfaatkan misalnya sebagai bahan bakar dalam proses produksi dan transportasi tebu dari lahan pertanian ke tempat pemerahan (Birowo, 1992).

Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi yang diperlukan pada pembuatan gula. Ampas tebu dapat digunakan sebagai pakan ternak, bahan serat dan papan plastik (Witono, 2003). Kurt *et al.*, (2008) dalam Apriliani (2010), mengemukakan bahwa ampas tebu tanpa diarrangkan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben ion logam berat seperti seng, kadmium, tembaga, dan timbal dengan efisiensi sebesar 90 %, 70 %, 55 %, 80 %.

2.5 Adsorpsi

Teori adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh suatu padatan terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam permukaan zat padat tersebut (Atkins, 1999 dalam Apriliani, 2010). Zat yang menyerap disebut adsorben, sedangkan zat yang terserap disebut adsorbat. Adsorben dapat berupa zat padat maupun zat cair, sedangkan adsorbat dapat berupa gas maupun zat cair. Adsorben dapat berupa silika gel, alumina, platina halus, selulosa, dan arang atau arang aktif, sedangkan adsorbat biasanya

berupa limbah yang mengandung logam berat maupun zat lain yang kurang menguntungkan (Retnowati, 2005).

Proses adsorpsi terdiri dari dua jenis, yaitu adsorpsi kimia (kimisorpsi) dan adsorpsi fisika (fisorpsi). Pada adsorpsi kimia, molekul menempel ke permukaan melalui pembentukan ikatan kimia, sedangkan pada adsorpsi fisika, adsorbat menempel pada permukaan melalui interaksi antar molekul yang lemah. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi antara lain sifat fisis dan kimia adsorben misalnya luas permukaan, ukuran partikel, komposisi kimia, sifat fisis, dan kimia adsorbat, misalnya ukuran molekul dan komposisi kimia, serta konsentrasi adsorbat dalam fase cairan. Semakin kecil partikel, maka semakin besar luas permukaan padatan persatuan volume tertentu sehingga akan semakin banyak zat yang diadsorpsi (Atkins, 1999 *dalam* Alamsyah, 2007).

Menurut Sediawan dan Prasetya (1997) *dalam* Danarto (2007), proses adsorpsi terjadi pada permukaan pori-pori dalam adsorben, sehingga untuk bisa teradsorpsi, logam dalam cairan mengalami proses-proses sebagai berikut :

1. Perpindahan massa logam dari cairan ke permukaan adsorben.
2. Difusi dari permukaan adsorben ke dalam melalui pori.
3. Perpindahan massa logam dari cairan dalam pori ke dinding pori adsorben.
4. Adsorpsi logam pada dinding pori adsorben.

2.6 Parameter Kualitas Air

2.6.1 Suhu

Menurut Effendi (2003), nilai suhu suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah waktu dalam hari, penutupan awan, musim, sirkulasi udara dan ketinggian dari permukaan laut. Suhu di suatu perairan memiliki pengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi perairan tersebut. Suhu juga sangat berperan dalam mengendalikan ekosistem perairan, sehingga

organisme disuatu perairan memiliki kisaran suhu tertentu untuk hidup. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Hutabarat dan Evans (1985) dalam Rachmawatie *et al.*, (2009), bahwa suhu adalah salah satu faktor penting bagi kehidupan organisme, karena suhu mempengaruhi baik aktifitas metabolisme maupun perkembangbiakan dari organisme-organisme tersebut.

Menurut Ajma *et al.*, (2003) dalam Sunarya (2006), melaporkan peningkatan kapasitas adsorpsi seiring dengan meningkatnya suhu, sedangkan Cruz (2004) dalam Sunarya (2006) mengatakan penurunan kapasitas adsorpsi seiring dengan meningkatnya suhu. Walaupun pengaruh suhu ini kurang begitu jelas tetapi tetap harus dilakukan. Peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air yang selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Pada peningkatan suhu perairan sebesar 10 °C menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kali lipat (Effendi, 2003).

2.6.2 pH

Menurut Effendi (2003), nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan. Organisme akuatik umumnya sensitif terhadap perubahan nilai pH dan menyukainya nilai pH sekitar 7–8,5. Derajat keasaman (pH) dalam suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang penting dalam memantau kestabilan perairan. Perubahan pH suatu perairan terhadap organisme akuatik mempunyai batasan tertentu dengan nilai pH yang bervariasi (Simanjuntak, 2012).

Kondisi perairan yang bersifat sangat basa maupun sangat asam akan menyebabkan kelangsungan hidup suatu organisme terganggu. pH yang sangat rendah menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat. Perubahan pH yang disebabkan oleh aktifitas manusia antara lain adalah karena adanya masukan asam atau basa mineral dari sisa proses industri dan aliran dari penambangan (Barus, 2002).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah limbah tembaga (Cu) buatan sebagai bahan pencemar, ampas tebu sebagai adsorben yang merupakan hasil samping dari industri gula. Dari materi penelitian tersebut diperlukan analisis parameter kualitas air meliputi parameter fisika yaitu suhu dan parameter kimia yaitu pH.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini seperti yang ditunjukkan dalam Lampiran 1.

3.3 Data

3.3.1 Data Primer

Menurut Surakhmad (1985), data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dengan mengamati langsung terhadap obyek yang diselidiki, baik dalam situasi yang sebenarnya maupun dalam situasi buatan yang khusus diadakan.

Pada penelitian ini, data primer diperoleh dari pengumpulan data dan mencatat hasil setiap kejadian yang dilakukan selama penelitian berlangsung. Kegiatan yang berlangsung selama penelitian adalah pembuatan adsorben ampas tebu, pembuatan larutan Cu dengan 5 konsentrasi yang berbeda, pengukuran kinetik adsorpsi dan adsorpsi isotherm, pengukuran pH dan suhu serta analisis kandungan Cu.

3.4 Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimental. Menurut Hanafiah (2008), eksperimen atau percobaan adalah suatu tindakan coba-coba (*trial*) yang dirancang untuk menguji keabsahan (*validity*) dari hipotesis yang diajukan. Percobaan merupakan suatu alat penelitian yang digunakan untuk menyelidiki

sesuatu yang belum diketahui atau untuk menguji suatu teori (*principle*) atau hipotesis.

Metode eksperimen dilakukan dengan memberikan *treatment* (perlakuan) yang berbeda pada setiap grup sampel. Dengan adanya *treatment* yang berbeda, maka reaksi yang terjadi akan berbeda. Inti dari metode eksperimen adalah “what if” = apa yang terjadi apabila dilakukan perubahan pada setiap grup sampel. Sedangkan dalam metode ilmiah, eksperimen adalah suatu set tindakan dan pengamatan, yang dilakukan untuk mengecek atau menyalahkan hipotesis atau mengenali hubungan sebab akibat antara gejala. Eksperimen adalah tindakan pertama dalam cara empiris terhadap pengetahuan (Veronica, 2009).

3.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 4 tahap, yaitu pembuatan adsorben, pembuatan larutan Cu, pengukuran kinetik adsorpsi, pengukuran adsorpsi isotherm dan didukung dengan pengukuran parameter kualitas air, yaitu suhu dan pH.

3.5.1 Pembuatan Adsorben

Ampas tebu yang digunakan sebagai adsorben didapatkan dari hasil pengolahan Pabrik gula Meritjan, Kediri Jawa Timur. Pembuatan adsorben dari ampas tebu dilakukan dengan 5 tahapan, yaitu:

- a. Menyiapkan ampas tebu yang sudah tidak digunakan
- b. Mencuci ampas tebu dengan air mengalir sampai bersih
- c. Menjemur ampas tebu setiap pukul 09.00-12.00 selama 3 hari berturut-turut
- d. Menimbang ampas tebu sebanyak 1 gram dikali banyak sampel yang dibutuhkan dan dikali ulangan yang dilakukan (contoh: $1 \times 10 \times 2$)

3.5.2 Pembuatan Larutan Cu

Larutan limbah Cu^{2+} dibuat dengan cara:

- Menghitung gram CuSO_4 yang dibutuhkan untuk membuat 5 konsentrasi (12,5 ppm, 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm)
- Menimbang gram CuSO_4 yang dibutuhkan
- Melarutkan CuSO_4 ke dalam 1 L aquadest dengan hasil akhir konsentrasi ppm (Lampiran 2)

3.5.3 Kinetik Adsorpsi

Penelitian kinetik adsorpsi dimaksudkan untuk menentukan tetapan laju adsorpsi yang didasarkan pada data pengaruh waktu terhadap jumlah logam berat Cu yang teradsorpsi oleh adsorben. Adapun prosedur dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan larutan Cu^{2+} dengan konsentrasi 250 ppm
- Memasukkan adsorben ke dalam erlenmeyer sebanyak 1 gram
- Memasukkan larutan Cu^{2+} sebanyak 200 ml ke dalam erlenmeyer yang berisi adsorben
- Menghomogenkan adsorben dengan larutan Cu^{2+} menggunakan magnetic stirer dengan kecepatan 180 rpm
- Mengukur suhu pada larutan setiap menit ke 5, 15, 30, 60, 120
- Mengukur pH pada larutan setiap menit ke 5, 15, 30, 60, 120
- Mengambil larutan sebanyak 30 ml pada menit ke 5, 15, 30, 60, 120
- Menyaring masing-masing larutan yang diambil tiap perlakuan (menit) menggunakan kertas saring diatas pot merah
- Memberi label pada tiap pot merah agar tidak tertukar tiap perlakuan
- Menganalisis kandungan Cu^{2+} dengan metode AAS

3.5.4 Adsorpsi Isoterm

Penelitian adsorpsi isotherm dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar akumulasi logam berat Cu yang dapat terserap oleh adsorben berdasarkan konsentrasi yang berbeda (5 konsentrasi). Adapun prosedur dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan larutan Cu^{2+} dengan konsentrasi 12,5 ppm, 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm masing-masing sebanyak 100 ml
2. Memasukkan adsorben ke dalam erlenmeyer sebanyak 1 gram
3. Memasukkan larutan Cu^{2+} dengan konsentrasi 12,5 ppm
4. Menghomogenkan adsorben dan larutan Cu^{2+} menggunakan magnetic stirrer kecepatan 180 rpm selama 30 menit
5. Mengambil 30 ml larutan
6. Menyaring larutan dengan kertas saring diatas pot merah
7. Memberi label pada pot merah agar tidak tertukar
8. Melakukan langkah 1-7 dengan perlakuan konsentrasi yang berbeda (125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm)
9. Menganalisis kandungan Cu^{2+} dengan metode (AAS)

3.5.5 Analisis Kandungan Cu^{2+}

Pengukuran logam berat tembaga dilakukan di Laboratorium Lingkungan Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang oleh Laboran. Adapun prosedur pengukuran logam berat tembaga (Cu) menurut Fernanda (2012), sebagai berikut:

1. Mengambil sampel larutan sebanyak 10 ml
2. Mendestruksikan dengan penambahan 5 ml HNO_3
3. Menguapkan larutan diatas pemanas listrik sampai larutannya jernih
4. Menempatkan filtrat contoh uji pada labu ukur 25 ml dan ditambahkan HNO_3 1 N sampai tanda terra

5. Mengukur filtrat uji ke dalam spektrofotometer serapan atom atau AAS

3.5.6 Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia

a. Suhu

Prosedur pengukuran suhu menurut Kordi dan Tancung (2005), adalah:

1. Mencelupkan termometer ke dalam media kultur
2. Membiarkan 1-2 menit agar keadaannya konstan
3. Mengangkat dan membaca besarnya suhu pada skala thermometer

b. Derajat Keasaman (pH)

Prosedur pengukuran pH menurut Blom (1998), adalah:

1. Membersihkan pH meter terlebih dahulu dengan aquades
2. Mencelupkan pH meter ke dalam air media beberapa saat
3. Membaca angka yang tertera pada alat tersebut

3.6 Analisis Data

Analisis data yang digunakan yaitu analisis sidik ragam (ANOVA: *Analysis of Variance*) metode *one-way annova* dengan menggunakan SPSS V.2.0 metode *one-way annova*. Dalam dunia industri penerapan ANOVA adalah untuk menguji rata-rata data hasil pengamatan yang dilakukan pada sebuah perusahaan ataupun industri. Konsistensi (2015) mengatakan, analisis varians (*analysis of variance*) atau ANOVA adalah suatu metode analisis statistika yang termasuk ke dalam cabang statistika inferensi. Anova dapat digolongkan kedalam beberapa kriteria, yaitu :

1. Klasifikasi 1 arah (*One Way Anova*)

Anova klasifikasi 1 arah merupakan anova yang didasarkan pada pengamatan 1 kriteria atau satu faktor yang menimbulkan variasi.

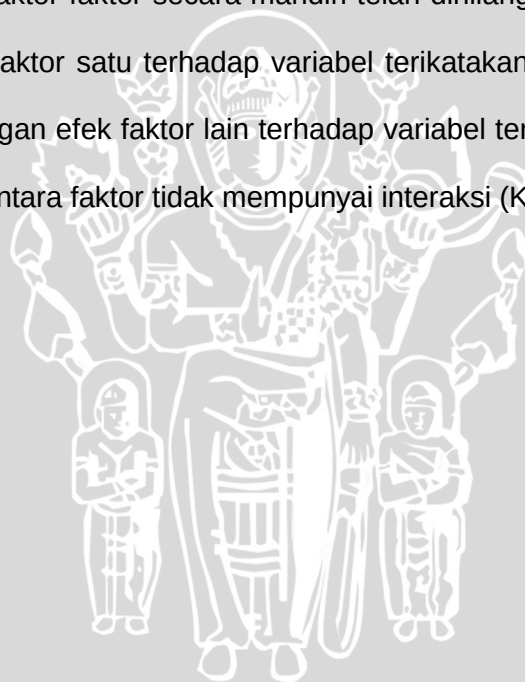
2. Klasifikasi 2 arah (*Two Way Anova*)

Anova klasifikasi 2 arah merupakan anova yang didasarkan pada pengamatan 2 kriteria atau 2 faktor yang menimbulkan variasi.

3. Klasifikasi banyak arah (*Manova*)

Anova banyak arah merupakan anova yang didasarkan pada pengamatan banyak kriteria.

Anova satu arah (*one way anova*) digunakan apabila yang akan dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas. Interaksi suatu kebersamaan antar faktor dalam mempengaruhi variabel bebas, dengan sendirinya pengaruh faktor-faktor secara mandiri telah dihilangkan. Jika terdapat interaksi berarti efek faktor satu terhadap variabel terikat memiliki garis yang tidak sejajar dengan efek faktor lain terhadap variabel terikat sejajar (saling berpotongan), maka antara faktor tidak mempunyai interaksi (Konsistensi, 2015).



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ampas Tebu Hasil Produksi Gula

Ampas tebu adalah hasil samping atau limbah dari suatu industri gula (pabrik gula) dan hasil olahan minuman sari tebu. Menurut pernyataan Laula dan Adhi (2014), sari tebu merupakan hasil utama dari tebu yang kemudian dijadikan bahan utama dalam pembuatan gula. Dalam skala besar, mayoritas penggunaan tebu adalah untuk pembuatan gula di pabrik-pabrik gula putih namun tak jarang ditemukan dalam skala kecil tebu juga digunakan dalam pembuatan gula merah.

Tebu menghasilkan 90 % ampas tebu, 5 % molase dan 5 % air. Penelitian ini menggunakan ampas tebu yang digunakan sebagai adsorben adalah ampas tebu dari industri gula yang didapatkan dari PG. Meritjan, Kediri. Ampas tebu yang digunakan berbentuk serabut halus yang sudah kering dan tidak digunakan $\pm$ 8 bulan. Limbah ampas tebu yang tidak dimanfaatkan biasanya ditumpuk di sekitaran penggilingan atau dalam skala pabrik, ampas tersebut disusun berupa blok-blok kubus. Dengan persentase jumlah ampas tebu yang mencapai 90 % per batangnya, hal ini menjadi dampak negatif bagi produsen gula jika tidak mampu mengelola limbah yang dihasilkan, seperti penutupan pabrik karena permasalahan pengelolaan limbah. Pengelolaan ampas tebu sebagai bahan bakar termasuk solusi yang tidak efisien karena pada prosesnya pembakaran ampas tebu dilakukan melebihi kebutuhan bahan bakar.

Ampas tebu pada umumnya disebut bagas mengandung 48% serat. Ampas tebu merupakan salah satu sumber serat alam terbanyak yang terdapat di Indonesia. Selain ketersediannya yang melimpah, ampas tebu berpotensi karena memiliki sifat yang tahan kelembapan, tahan terhadap jamur, awet dan memiliki rasa manis (Laula dan Adhi, 2014). Adapun gambar dari ampas tebu yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ampas Tebu

Tebu dari perkebunan diolah menjadi gula di pabrik gula dan dari setiap penggilingan batang tebu dihasilkan ampas tebu sebesar 90 %, gula yang dimanfaatkan hanya 5 % dan sisanya berupa tetes tebu (molase) dan air (Witono, 2003). Dalam satu kali proses penggilingan dihasilkan ampas tebu sekitar 35-40 % dari berat tebu yang digiling secara keseluruhan dan baru sekitar 50 % yang sudah dimanfaatkan sebagai bahan bakar dan sebagai tambahan bahan baku pembuatan kertas (Birowo, 1992). Selain itu, Kurt *et al.*, (2008) dalam Apriliani (2010), menyatakan bahwa ampas tebu tanpa diarrangkan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben ion logam berat seperti seng, kadmium, tembaga dan timbal.

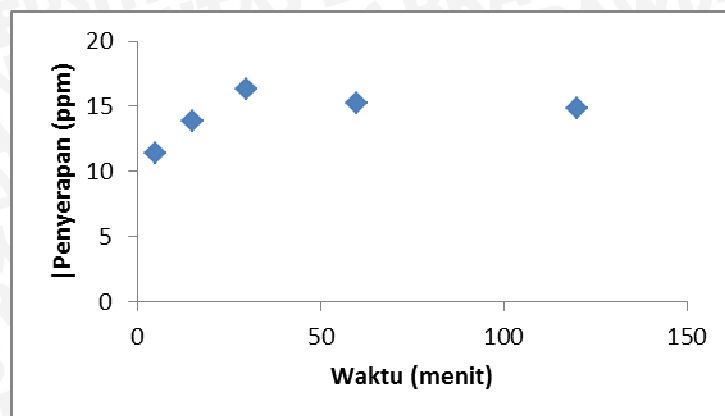
4.2 Kinetik Adsorpsi

Pengukuran kinetik adsorpsi dilakukan untuk mengetahui waktu optimum penyerapan tembaga oleh ampas tebu dari beda waktu pengambilan filtrat. Konsentrasi yang digunakan dalam pengukuran kinetik adsorpsi adalah 250 ppm, waktu pengambilan filtrat secara berturut-turut adalah 5, 15, 30, 60, 120 menit dan massa adsorben ampas tebu 1 gram.

Tabel 1. Akumulasi Cu oleh Ampas Tebu

No.	MENIT KE	ULANGAN	AWAL (ppm)	AKHIR (ppm)	RATA-RATA	AKUMULASI
1.	5	1	250	226	212	38
		2		198		
2.	15	1	250	206	198,5	51,5
		2		191		
3.	30	1	250	198	182	68
		2		166		
4.	60	1	250	197	177,5	72,5
		2		158		
5.	120	1	250	183	167,5	82,5
		2		152		

Tingkat akumulasi pada menit ke 5 merupakan tingkat akumulasi terendah dan akumulasi menit ke 30 adalah akumulasi tertinggi. Dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa ampas tebu membutuhkan waktu penyerapan maksimum 30 menit dan stabil sampai menit ke 120. Hal tersebut disebabkan karena ampas tebu yang digunakan dalam keadaan kering sehingga pada awal pengadukan membutuhkan waktu yang relatif lebih lama untuk membuka pori-pori di seluruh permukaan ampas tebu yang selanjutnya dapat menyerap tembaga. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Apriliani (2010), bahwa dibutuhkan waktu yang relatif lama untuk membuka seluruh pori-pori di permukaan ampas tebu sehingga pada menit awal pengadukan kemampuan daya serap ampas tebu belum optimum. Hal tersebut berbanding terbalik dengan penggunaan biofilm sebagai adsorben. Kurniawan dan Yamamoto (2013) menjelaskan, proses adsorpsi pada biofilm berlangsung sangat cepat, dimana jumlah adsorpsi yang tercapai hanya dalam 1 menit sama seperti yang teramati pada tahap atau waktu pengamatan selanjutnya, hal tersebut disebabkan karena 98 % bagian dari biofilm adalah air sehingga lebih mudah untuk menyerap bahan pencemar. Secara lebih sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kinetik Adsorpsi

Ditinjau dari tingkat keefektifitasan ampas tebu untuk menyerap logam berat, ampas tebu dapat digolongkan sebagai adsorben yang efektif karena dapat menyerap sekitar 84 % dari konsentrasi yang dijadikan perlakuan (250 ppm). Untuk lebih jelas, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Efektivitas Penyerapan Ampas Tebu

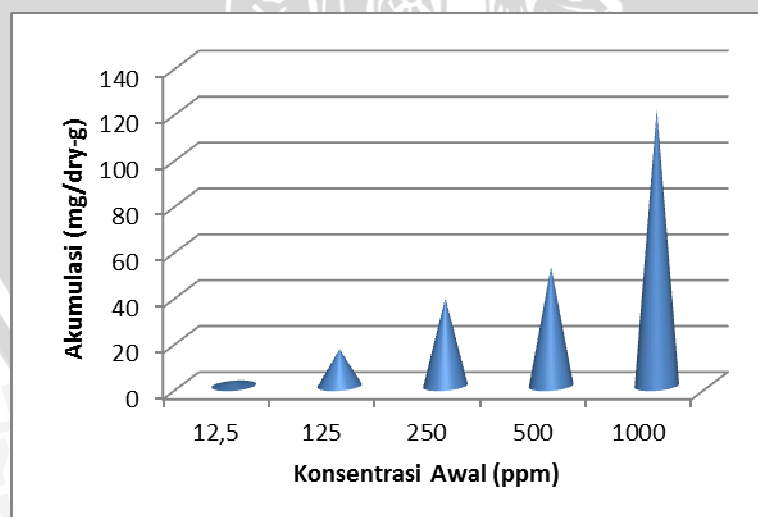
No	Waktu	Awal	Akhir	Akumulasi	Efektifitas
1	5	250	212	38	84,8
2	15	250	198,5	51,5	79,4
3	30	250	182	68	72,8
4	60	250	177,5	72,5	71
5	120	250	167,5	82,5	67

Keefektifitasan ampas tebu sebagai adsorben pada menit kelima merupakan tingkat efektifitasan yang paling tinggi. Selanjutnya mengalami penurunan keefektifitasan pada pengambilan filtrat menit-menit selanjutnya. Menurut Sulistyawati (2008), menurunnya efisiensi adsorpsi dimungkinkan karena proses desorpsi atau pelepasan adsorbat kembali selama pengadukan. Desorpsi terjadi akibat permukaan adsorben yang telah jenuh. Pada keadaan jenuh, laju adsorpsi menjadi berkurang sehingga waktu kontak tidak lagi berpengaruh.

Hasil yang didapat dari pengukuran kinetik adsorpsi selanjutnya diuji menggunakan metode statistika menggunakan SPSS V.2.0 metode *one-way annova* dengan dependent (faktor yang dipengaruhi) berupa konsentrasi setelah penyerapan dan independent (faktor yang mempengaruhi) berupa waktu pengambilan adalah tidak berbeda signifikan yang berarti konsentrasi hasil penyerapan tidak jauh berbeda. Secara lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.3 Adsorpsi Isoterm

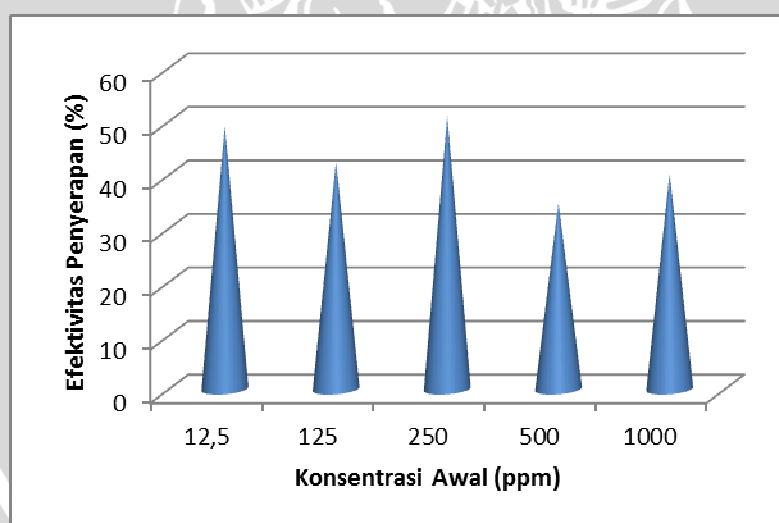
Pengukuran adsorpsi isoterm tembaga oleh ampas tebu didapatkan berdasarkan pada penyerapan tembaga oleh ampas tebu pada konsentrasi yang berbeda (12,5--1000 ppm) dengan berat adsorben 1 gram dan waktu pengadukan 30 menit. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui kemampuan ampas tebu dalam mengadsorpsi tembaga pada konsentrasi yang berbeda. Dengan perlakuan konsentrasi awal yang berbeda, penyerapan yang dilakukan oleh ampas tebu terhadap logam berat Cu pun mengalami perbedaan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Awal

Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi awal mempengaruhi penyerapan yang dilakukan oleh ampas tebu. Semakin tinggi tingkat konsentrasi awal yang digunakan, maka adsorpsi yang dilakukan oleh ampas tebu semakin tinggi pula. Sesuai dengan pernyataan Apriliyani (2010), bahwa kenaikan konsentrasi pada adsorbat menyebabkan peningkatan nilai ion yang terikat pada adsorben sehingga kapasitas penyerapannya meningkat.

Untuk tingkat keefektifitasan penyerapan yang dilakukan oleh ampas tebu, dapat dilihat pada Gambar 4, bahwa penyerapan yang efektif dilakukan oleh ampas tebu didapatkan pada tingkat konsentrasi yang rendah (12,5—250 ppm) dibandingkan konsentrasi yang tinggi (500--1000 ppm), hal terjadi karena semakin tinggi konsentrasi awal maka semakin besar pula kandungan ion yang akan masuk ke ampas tebu sehingga menyebabkan nilai penurunan efektifitas penyerapan.



Gambar 4. Hubungan Efektiiitas Penyerapan dan Konsentrasi Awal

Menurut Manocha (2003) dalam Asbahani (2013), adsorpsi merupakan suatu fenomena yang berkaitan erat dengan permukaan di mana terlibat interaksi antara molekul-molekul cairan atau gas dengan molekul padatan. Interaksi ini terjadi karena adanya gaya tarik atom atau molekul yang menutupi permukaan

tersebut. Kapasitas adsorpsi dari karbon aktif tergantung pada jenis pori dan jumlah permukaan yang mungkin dapat digunakan untuk mengadsorpsi.

Hasil yang didapat dari pengukuran adsorpsi isotherm selanjutnya diuji menggunakan metode statistika menggunakan SPSS V.2.0 metode *one-way annova* dengan dependent (faktor yang dipengaruhi) berupa hasil penyerapan oleh ampas tebu independent (faktor yang mempengaruhi) berupa konsentrasi awal adalah signifikan yang berarti hasil penyerapan oleh ampas tebu pada konsentrasi awal Cu yang berbeda menghasilkan nilai penyerapan yang sangat berbeda jauh. Secara lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.4 Karakteristik Adsorpsi

Penyerapan yang dilakukan oleh ampas tebu dalam penelitian ini diduga bersifat *passive uptake* atau terjadi secara proses fisika-kimia. Secara umum, adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika terjadi apabila gaya intermolekular lebih besar daripada gaya tarik antarmolekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Gaya ini disebut gaya *Van der Waals* sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Gaya antar molekul adalah gaya tarik antara molekul-molekul fluida dengan permukaan padat, sedangkan gaya intermolekular adalah gaya tarik antarmolekul fluida itu sendiri. Adsorpsi kimia terjadi karena adanya pertukaran atau pemakaian bersama elektron antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben sehingga terjadi reaksi kimia. Ikatan yang terbentuk antara adsorbat dengan adsorben adalah ikatan kimia dan ikatan itu lebih kuat daripada adsorpsi fisika (Mu'jizah, 2010 dalam Asbahani, 2013).

Ion Cu bersifat asam madya sehingga akan berinteraksi secara kuat dengan anion-anion yang bersifat basa keras seperti OH^- . Ampas tebu banyak

mengandung selulosa yang mempunyai banyak gugus OH^- , dengan demikian selulosa akan mengikat ion Cu secara kuat dan akan membentuk ikatan koordinasi, dimana pasangan elektron bebas dari O pada OH^- akan menempati orbital kosong yang dimiliki oleh ion Cu sehingga terbentuk ikatan kompleks terkoordinasi (Apriliani, 2010).

Menurut Apriliani (2010), proses biosorpsi dipengaruhi oleh suhu, pH dan kelarutan ion. Pada Lampiran 4 dapat dilihat bahwa suhu yang didapatkan pada penelitian ini relatif tidak berubah berkisar antara $29\text{--}30^\circ\text{C}$. Hal ini mengindikasikan walaupun eksperimen yang dilakukan pada suhu ruangan, perubahan suhu tidak berpengaruh terhadap proses penyerapan yang dilakukan oleh ampas tebu. Selanjutnya untuk nilai pH yang diperoleh pada penelitian ini mengalami penurunan dari 6 menjadi 5. Penurunan pH ini mengindikasikan bahwa pertukaran ion terjadi, karena atom hidrogen yang sebelumnya terikat oleh ampas tebu diduga terlepas dan digantikan dengan Cu. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Khan (1978) dalam Mukhtar *et al.*, (2003) yang mengatakan bahwa adsorpsi akan terjadi secara signifikan seiring dengan pelepasan ion hidrogen yang digantikan dengan ion adsorben pada sistem.

4.5 Baku Mutu Kualitas Air

Cu (tembaga) merupakan logam berat yang toksik dalam suatu perairan jika kebedaannya melebihi ambang batas atau baku mutu kualitas air limbah. Masuknya Cu ke dalam perairan paling tinggi karena kegiatan industri yang dalam jangka panjang akan mengakibatkan akumulasi pada ginjal (ikan) yang hidup pada perairan tersebut dan mengakibatkan kematian (Daud *et al.*, 2012). Dalam penelitian ini, konsentrasi yang digunakan adalah $12,5\text{--}1000$ ppm. Konsentrasi tersebut jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 22 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan Atau Kegiatan Pertambangan Bijih Emas Dan Atau

Tembaga dengan ambang batas logam berat (Cu) yang maksimal di dalam perairan yaitu 2 ppm.

Sejalan dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 22 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan Atau Kegiatan Pertambangan Bijih Emas Dan Atau Tembaga, Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Kualitas Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya, juga memutuskan bahwa batas Cu yang berada dalam lingkungan perairan untuk Industri Cat dan Tinta 0,80 ppm; Industri Pestisida 1 ppm; Industri Vinyl Chloride Monomer dan Polyvinyl Chloride 2 ppm; Industri Petrokimia Hulu 3 ppm; Industri Poly Ethylene Terephthalate (PET) 3 ppm dan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Ampas tebu dapat menyerap Cu. Hal tersebut didapatkan dari hasil penelitian yang menunjukkan bahwa kandungan konsentrasi Cu pada awal pelakuan dan pada akhir perlakuan mengalami penurunan. Penyerapan Cu oleh ampas tebu pada waktu yang berbeda yaitu 5-120 menit mengalami puncak pada menit ke 30 dan stabil hingga menit ke 120. Berdasarkan perbedaan konsentrasi yaitu 12,5--1000 ppm, terus meningkat seiring tingginya konsentrasi awal yang diberikan.
2. Ampas tebu termasuk adsorben yang efektif untuk menyerap logam berat Cu karena memiliki keefektivitasan sebesar 84 % pada pen-lakuan kinetik adsorbsi.
3. Karakteristik penyerapan yang dilakukan oleh ampas tebu adalah dengan cara pertukaran ion dan pembentukan senyawa kompleks karena Cu bersifat asam dan sedangkan ampas tebu bersifat basa sehingga membentuk ikatan kompleks koordinasi.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan agar meninjau penggunaan ampas tebu sebagai adsorben yang merupakan salah satu dari sekian banyak hasil samping (limbah) yang dapat didaur ulang sebagai bahan untuk pengelolaan limbah. Disamping itu, ampas tebu sebagai adsorben untuk pengelolaan limbah karena ampas tebu merupakan salah satu adsorben yang mudah dan murah untuk didapatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adham, A. R., F. Ridha., N. Lila., R. Dwi., R. Yunia., R. Hadi., T. Priyo., dan V. Noeravila. 2012. Laporan Studi Lapang Pabrik Gula Kebon Agung Malang: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Alamsyah, Z. 2007. Biosorpsi Biru Metilena oleh Kulit Buah Kakao. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Apriliani, A. 2010. Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Arifin, B. 2003. Suatu Tinjauan Adsorben Murah Untuk Menghilangkan Logam Berat. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia. Hal: 38-44.
- Asbahani, 2013. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kadar Besi Pada Air Sumur. Universitas Tanjungpura. Jurnal Teknik Sipil Untan 13 (1).
- Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Birowo, A.T. 1992. Seri Manajemen Usaha Perkebunan Gula. Edisi Pertama. Lembaga Pendidikan Perkebunan. Yogyakarta.
- Blom, J. H. 1988. Chemical and Physical Water Quality Amalysis. Nuffic UNIBRAW/LUW/Fish. Malang.
- Cotton, F.A dan Wilkinson G. 1986. Kimia Anorganik Dasar. Cetakan ke 3. UI-Press: Jakarta.
- Danarto, Y. C. 2007. Kinetika Adsorpsi Logam Berat Cr(VI) dengan Adsorben Pasir yang dilapisi Besi Oksida. *Ekulilibrium*. 6(2): 65-70.
- Daud, A., D. Sartika dan S. Manyullei. 2012. Studi Kadar Tembaga (Cu) Pada Air dan Ikan Gabus di Sungai Pangkajene Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep. Bagian Kesehatan Lingkungan FKM Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Cetakan ke 4. Kanisius. Yogyakarta.
- Fernanda, L. 2012. Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Nikel (Ni), Kromium (Cr) dan Kadmium (Cd) Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Dan Sifat Fraksionasinya Pada Sedimen Laut. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Depok.
- Habibi, I. 2012. Tinjauan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil PT.Sukun Tekstil Kudus. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Yogyakarta.

Haertman dan Kester. 1983. Plant propagation Principle and Practise Prentice Hall Internasional Inc. Engelwoods Clifs. New Jersty 253-341.

Hanafiah, K. A. 2008. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi. Cetakan ke 7. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Isyuniarto., W. Usada., Suryadi., dan A.Purwadi. 2007. Proses Ozonisasi pada Limbah Cair Industri Gula. Pusat Teknologi Akselerator dan Bahan – BATAN. Yogyakarta. Jurnal Kimia Indonesia 2(1):1 – 5.

Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor: 02 Tahun 1988 Tentang Pedoman Penetapan Batu Mutu Lingkungan.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 22 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan Atau Kegiatan Pertambangan Bijih Emas Dan Atau Tembaga.

Kurniawan, A dan T. Yamamoto. 2013. Biofilm Polymer For Biosorption of Pollutant Ions. *Procedia Environmental Sciences*. 17 : 179 – 187.

Konsistensi, 2015. *One way Anova With SPSS*. www.konsistensi.com/oneway-anova. Diakses pada 01 Juni 2015 pukul 18.53 WIB.

Kordi dan Tancung. 2005. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Cetakan ke 8. Rineka Cipta. Jakarta.

Laula, N dan A. Nugraha. 2014. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Melalui Desain Produk Perlengkapan Rumah. FSRD Institut Pertanian Bogor. Jurnal Tingkat Sarjana Seni Rupa dan Desain I.

Mahida. 1993. Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. Cetakan ke 8. PT. Raja Garindo Persada. Jakarta.

Marshal, W E and Mitchell M J. 1996. Agriculture by-product as Metal Adsorbent: Sorption Propeties and Resistance to Mechanical Abrasion. *Journal Chemistry Technology Biotechnol* 66: 92-198.

Mukhtasor. 2007. Pencemaran Pesisir dan laut. Cetakan ke 3. Penerbit PT. Pradnya.

Nur, N.F. 2011. Analisis Outlet Proses Pengolahan Limbah Cair di Unit *Effluent Treatment* dan *Advenced Treatment* Pabrik III PT.Petrokimia Gresik Jawa Timur. *Laporan Khusus*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Palar, H. 1994, Pencemaran dan toksikologi Logam Berat. Cetakan ke 5. Penerbit: Rineka Cipta. Jakarta.

Panjaitan, G. Y. 2009. Akumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) DanTimbal (Pb) Pada Pohon Avicennia Marina Di Hutan Mangrove. *Skripsi*. Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.

Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor: 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Kualitas Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Rachmawati, Z. Hidayah dan I.W. Abidah. 2009. Analisis Konsentrasi Merkuri (Hg) dan Cadmium (Cd) di Muara Sungai Porong Sebagai Area Buangan Limbah Sungai Lumpur Lapindo. Universitas Trunojoyo. Madura. *Jurnal Kelautan* Nomor 02(II).

Refilda, M.S., R. Zein dan E. Munaf. 2001. Pemanfaatan Ampas Tebu sebagai Bahan Alternatif Pengganti Penyerap Sintetik Logam-Logam Berat pada Air Limbah. FMIPA Universitas Andalas: Padang.

Retnowati. 2005. Efektivitas Ampas Tebu sebagai Adsorben Alternatif Limbah Cair Industri Tekstil. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Santosa, S., J. Jumina dan S. Sinta. 2003. Sintesis Membran Bio Urai Selulosa Asetat dan Adsorben Super Karboksimetil selulosa dari Selulosa Ampas Tebu Limbah Pabrik Gula. *Skripsi*. FMIPA Universitas Gadjahmada. Yogyakarta.

Sony. 2009. Penentuan Kadar Logam Seng (Zn) Dan Tembaga (Cu) Dalam Air Pam Hasil Penyaringan Yamaha Water Purifier Tipe Drinking Stand. *Skripsi*. Departemen Kimia. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Simanjuntak, M. 2012. Kualitas Air Laut di Tinjau dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 4 (II): 290-303.

Subrata, J. 1993. Daur Ulang Kapur dalam Blothong pada pabrik Gula. *Skripsi*. Kimia FMIPA UGM. Yogyakarta.

Sulistyawati, S. 2008. Modifikasi Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Berat Pb(II). Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Sunarya, A. I. 2006. Biosorpsi Cd(II) dan Pb(II) Menggunakan Kulit Jeruk Siam (*Citrus reticulatus*). *Skripsi*. Departemen Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Surakhmad, W. 1985. Pengantar Penelitian Ilmiah: Dasar Metode Teknik. Tarsito. Bandung.

Undang-Undang Nomor: 23 Pasal 1 tahun 1997. Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Veronica. 2009. Metode Eksperimen. <http://www.yahoo.com/yahoo>. Diakses pada 8 Januari 2015 pukul 09.03 WIB.

Widowati, W. 2008. Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran. Andi. Yogyakarta.

Witono, J.A. 2003. Produksi Furfural dan Turunannya : Alternatif Peningkatan Nilai Tambah Ampas Tebu Indonesia.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan

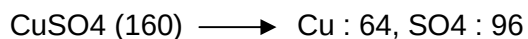
Alat

No	Alat	Fungsi
1	Thermometer	Mengukur suhu
2	pH meter	Mengukur pH
3	Timbangan Digital	Mengukur berat ADSORBEN dan berat serbuk CuSO_4
4	Pot merah	Wadah larutan saat dianalisis
5	Magnetic Stirer	Membantu menghomogenkan larutan
6	Beaker Glass	Wadah untuk menghomogenkan larutan
7	Gelas Ukur 100 ml	Mengukur jumlah larutan
8	Rak Tabung Reaksi	Sebagai tempat meletakkan tabung reaksi
9	Tabung Reaksi	Sebagai wadah sementara larutan
10	Spuir 10ml	Mengambil larutan dalam jumlah kecil
11	Erlenmeyer	Wadah saat membuat larutan

Bahan

No	Bahan	Fungsi
1	Serbuk CuSO_4	Sebagai bahan pencemar
2	Aluminium Foil	Sebagai penutup tabung reaksi
3	Tissue	Membersihkan alat
4	Kertas Label	Memberi tanda pada setiap perlakuan
5	Aquades	Mengencerkan larutan
6	Ampas Tebu	Sebagai Adsorben
7	Kertas Saring	Menyaring larutan

Lampiran 2. Perhitungan



$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg/L}$$

- $64/160 \times 1 \text{ mg} = 0,4 \text{ mg}$ → didalam 1 mg CuSO₄ ada 0,4 mg Cu

$$1 / 0,4 \text{ mg} = a / 1 \text{ mg}$$

$$a = 1 \times 1/0,4$$

$$a = 2,5 \text{ mg}$$

$$1 \text{ ppm Cu} = 2,5 \text{ mg CuSO}_4 / 1 \text{ L}$$

- Jika kita ingin membuat 250 ppm Cu, maka :

$$250 \text{ ppm} \quad 1 \text{ ppm}/2,5 \text{ mg} = 250 \text{ ppm}/b \text{ mg}$$

$$b = 2,5 \times 250 / 1$$

$$b = 625 \text{ mg} \longrightarrow 625 \text{ mg}/1 \text{ L} \quad (\text{jika Volume diperkecil})$$

$$625 \text{ mg}/1000 \text{ ml} = c/300 \text{ ml}$$

$$c = 625 \times 300 / 1000$$

$$c = 187,5 \text{ mg} = 0,1875 \text{ g}$$



Lampiran 3. Analisis Data Menggunakan SPSS

Kinetik Adsorpsi

Test of Homogeneity of Variances

Adsorpsi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.469E15	4	5	.000

ANOVA

Adsorpsi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2503.000	4	625.750	1.386	.358
Within Groups	2257.500	5	451.500		
Total	4760.500	9			

Adsorpsi Isoterm

Test of Homogeneity of Variances

Akhir

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.133E16	4	5	.000

ANOVA

Akhir

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	189857.000	4	47464.250	42.474	.000
Within Groups	5587.500	5	1117.500		
Total	195444.500	9			

Lampiran 4. Pengukuran Suhu dan pH

Kinetik Adsorpsi

No.	Menit Ke	Ulangan	t	Rata-Rata Suhu	pH	Rata-Rata pH
1.	0	1	29	29,5	4,7	5,45
		2	30		6,2	
2.	5	1	30	30	4,6	5,4
		2	30		6,2	
3.	15	1	30	30	4,5	5,3
		2	30		6,1	
4.	30	1	30	30	4,4	5,15
		2	30		5,9	
5.	60	1	30	29,5	4,4	5,05
		2	29		5,7	
6.	120	1	30	29,5	4,3	4,95
		2	29		5,6	

Adsorpsi Isoterm

No.	Konsentrasi (ppm)	Ulangan	Menit Ke-0		Menit Ke-30	
			t	pH	t	pH
1.	12,5	1	30	4,8	30	4,5
		2	30	6,5	30	6,7
2.	125	1	30	4,7	30	4,5
		2	30	6,3	30	5,9
3.	250	1	30	4,7	29	4,5
		2	30	6,2	29	5,9
4.	500	1	30	4,6	29	4,5
		2	30	5,9	29	5,7
5.	1000	1	30	4,6	29	4,4
		2	30	5,8	29	5,7

Lampiran 5. Baku Mutu Air Limbah



GUBERNUR JAWA TIMUR

PERATURAN GUBERNUR JAWA TIMUR
NOMOR 72 TAHUN 2013

TENTANG

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI INDUSTRI DAN/ATAU
KEGIATAN USAHA LAINNYA

GUBERNUR JAWA TIMUR,

Industri Soda Kostik/ Gas Klor

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI SODA KOSTIK/GAS KHLOR		
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (g/ton)
TSS	25	75,0
Cl ₂ tersisa (Klor)	0,5	1,5
Tembaga (Cu)	1,0	3,0
Timbal (Pb)	0,8	2,4
Seng (Zn)	1,0	3,0
Krom Total (Cr)	0,5	1,5
Nikel (Ni)	1,2	3,6
Raksa (Hg)	0,004	0,01
pH	6,0 - 9,0	
Volume Limbah Maksimum	3 M ³ per ton produk soda kostik atau 3,4 M ³ per ton Cl ₂	

Industri Pelapisan Logam (Electro Plating)

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI PELAPISAN LOGAM		
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (g/m ²)
TSS	20	6
Sianida Total (CN) tersisa	0,2	0,005
Krom Total (Cr)	0,5	0,5
Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)	0,1	0,8
Tembaga (Cu)	0,6	-
Seng (Zn)	1,0	-
Nikel (Ni)	1,0	0,2
Kadmium (Cd)	0,05	-
Timbal (Pb)	0,1	-
pH	6,0 - 9,0	
Volume Air limbah maksimum	20 L per m ² produk pelapisan logam	

Lampiran 5. Lanjutan

Industri Galvanis, Perabot Enamel dan Logam dengan Pembersihan Karat (Pickling)

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI GALVANIS, PERABOT ENAMEL DAN LOGAM DENGAN PEMBERSIHAN KARAT (PICKLING)			
Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk 20 liter / m ² produk Galvanis 25 liter / m ² produksi Perabot Enamel 20 liter / m ² produksi Pembersihan Karat (Pickling)			
Parameter	Kadar Maximum (mg/L)		
	Galvanis	Perabot Enamel	Pembersihan Karat (Pickling)
Fe	5	5	5
Mn	0,5	-	-
Zn	5	5	5
Cr total	0,1	0,1	0,1
Ni	0,1	0,1	0,1
Pb	0,1	0,1	0,1
Cu	1	1	1
Co	-	0,6	-
Cd	-	0,1	-
TSS	20	20	20
pH	6-9		

Penambangan dan Pengolahan Bijih Besi Serta Kegiatan Pendukungnya.

BAKU MUTU AIR LIMBAH PENAMBANGAN DAN PENGOLAHAN BIJAH BESI SERTA PENDUKUNGNYA					
No	Paramater	Satuan	penambangan Bijih besi	pengolahan Bijih besi	Kegiatan pendukung
			Kadar Maksimum (mg/L)	Kadar Maksimum (mg/L)	Kadar Maksimum (mg/L)
1	pH	-	6-9	6-9	=
2	TSS	mg/L	200	50	=
3	Fe	mg/L	5	5	=
4	Mn	mg/L	1	1	=
5	Zn	mg/L	5	5	=
6	Cu	mg/L	1	1	=
7	Pb	mg/L	0,1	0,1	=
8	Ni	mg/L	0,5	0,5	=
9	Cr (VI)	mg/L	0,1	0,1	=
10	TOC	mg/L	=	=	110
11	Minyak dan Lemak	mg/L	=	=	15

Penambangan dan/atau Pengolahan Bijih Emas dan Tembaga.

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK PENAMBANGAN BIJAH EMAS DAN TEMBAGA		
Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH		6,0- 9,0
TSS	mg/L	200
Cu ⁺	mg/L	2
Cd ⁺	mg/L	0,1
Zn ⁺	mg/L	5
Pb ⁺	mg/L	1
As ⁺	mg/L	0,5
Ni ⁺	mg/L	0,5
Cr ⁺	mg/L	1
Hg ⁺	mg/L	0,005

Keterangan : * = Sebagai konsentrasi ion logam terlarut

Lampiran 5. Lanjutan

Peleburan dan Pengolahan Emas dan Tembaga.

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI PELEBURAN DAN PENGOLAHAN EMAS DAN TEMBAGA	
Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk 3 m ³ /ton produk Katoda Tembaga	
Parameter	Kadar Maximum (mg/L)
TDS	2000 ^{*)} / 2000 ⁺⁺⁾
TSS	200
Fe	10
Cu	2
Zn	5
Cd	0,10
Hg	0,005
Pb	0,50
As	0,50
Ni	0,50
F	15
Cr Total	1
CN (Sianida Bebas)	0,5
pH	6-9

Industri Baterai Basah

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI ACCUMULATOR (BATERAI BASAH)	
Volume Limbah Cair Maksimum per satuan Bahan Baku 1 M ³ /ton Pb	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
TSS	6
COD	30
Pb	0,14
Cu	0,60
Sb	0,20
Zn	0,40
Fe	1
Minyak dan Lemak	4
pH	6 - 9

Lampiran 5. Lanjutan

Pertambangan dan Pengolahan Bijih Nikel

BAKU MUTU AIR LIMBAH PERTAMBANGAN DAN PENGOLAHAN BIJAH NIKEL			
Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	
		Penambangan	Pengolahan
pH		6,0- 9,0	
TSS	mg/L	200	100
Cu ⁺	mg/L	2	2
Cd ⁺	mg/L	0,05	0,05
Zn ⁺	mg/L	5	5
Pb ⁺	mg/L	0,1	0,1
Ni ⁺	mg/L	0,5	0,5
Cr ⁺	mg/L	0,1	0,1
Cr ⁺ Total	mg/L	0,5	0,5
Fe ⁺	mg/L	5	5
Co ⁺	mg/L	0,4	0,4

Keterangan :

- + = Sebagai konsentrasi ion logam terlarut.
- ** = Sesuai dengan SNI dan perubahannya

Industri Pengolahan Pasir Besi

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI PENGOLAHAN PASIR BESI	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
TSS	50
Fe	5
Mn	1
Zn	5
Cu	1
Pb	0,1
Ni	0,5
Cr ⁺ *6	0,1
pH	6,0 - 9,0

Lampiran 6. Dokumentasi Kegiatan



Lampiran 6. Lanjutan

