



**PEMANFAATAN LIMBAH TAHU SEBAGAI MEDIA ADSORBEN
LOGAM BERAT TEMBAGA (Cu) PADA LIMBAH ELEKTROPLATING**

SKRIPSI

Oleh

Vera Dwi Jayantiningrum

NIM 132110101043

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER**

2017



**PEMANFAATAN LIMBAH TAHU SEBAGAI MEDIA ADSORBEN LOGAM
BERAT TEMBAGA (Cu) PADA LIMBAH ELEKTROPLATING**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat
dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah segala puji dan syukur atas karunia dan nikmat yang telah diberikan Allah SWT. Terimakasih atas jalan yang telah Engkau tunjukkan untukku hingga skripsi ini terselesaikan. Bismillahirrohmanirrohim, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Orang tua saya, Ibu Kamsiyah dan bapak saya Bapak Warino. Terimakasih telah mencurahkan kasih sayang, dukungan baik secara moril maupun materi, serta tak pernah lelah untuk selalu berada di sisi saya untuk menasehati, menyemangati dan memberikan doa. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan, limpahan rezeki, dan perlindungan;
2. Kakak saya, Retno Puji Astutik, yang selalu menjadi motivasi saya untuk tidak pernah menyerah dalam menghadapi rintangan yang saya hadapi;
3. Guru-guruku yang terhormat sejak TK hingga Perguruan Tinggi, yang telah bersedia berbagi ilmu, waktu dan membimbing dengan penuh kesabaran serta semangat yang tinggi; dan
4. Almamater Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

MOTTO

“Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi,” mereka menjawab:
“Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan”. Ingatlah,
sesungguhnya mereka itulah orang-orang yang membuat kerusakan, tetapi mereka
tidak sadar”

(Terjemahan QS al-Baqarah:11-12).



*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahan*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Vera Dwi Jayantiningrum

NIM : 132110101043

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang Berjudul *Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Media Adsorben Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Industri Elektroplating* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember,

Yang menyatakan,

Vera Dwi Jayantiningrum

NIM. 132110101043

SKRIPSI

**PEMANFAATAN LIMBAH TAHU SEBAGAI MEDIA ADSORBEN LOGAM
BERAT TEMBAGA (Cu) PADA LIMBAH ELEKTROPLATING**

Oleh

Vera Dwi Jayantiningrum

NIM. 132110101043

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes

Dosen Pembimbing Anggota : Ellyke, S.KM, M.KL

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Media Adsorben Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Industri Elektroplating* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 21 November 2017

Tempat : Ruang Ujian Skripsi 1 Lantai 2

Pembimbing

Tanda Tangan

1. DPU : Prehatin Trirahayu N, S.KM.,M.Kes

NIP. 19850512010122003

(.....)

2. DPA : Ellyke, S.KM.,M.KL

NIP. 1981042292006042002

(.....)

Penguji

1. Ketua : Dr. Isa Ma'rufi, S.KM.,M.Kes

NIP. 197509142008121002

(.....)

2. Sekretaris : Iken Nafikadini, S.KM.,M.Kes

NIP. 198311132010122006

(.....)

3. Anggota : Eka Agustina, S.T

NIP. 197908062006042024

(.....)

Mengesahkan

Dekan,

Irma Prasetyowati, S.KM.,M.Kes

NIP. 198005162003122002

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya skripsi dengan judul *Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Media Adsorben Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Industri Elektroplating* sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Dalam skripsi ini dijabarkan mengenai pemanfaatan serbuk limbah tahu dalam menurunkan logam berat tembaga (Cu) pada limbah industri elektroplating. Pemberian serbuk pada air limbah yang mengandung tembaga (Cu) dibagi menjadi empat kelompok perlakuan diantaranya, kelompok kontrol (K) atau kelompok yang tidak diberi penambahan serbuk limbah tahu, kelompok perlakuan pertama (X1) atau kelompok air limbah tembaga (Cu) yang diberi serbuk limbah tahu dengan konsentrasi sebesar 1gr/L selama 90 menit, kelompok perlakuan kedua (X2) atau kelompok air limbah tembaga (Cu) yang diberi serbuk limbah tahu dengan konsentrasi sebesar 3gr/L selama 90 menit, dan kelompok perlakuan ketiga (X3) atau kelompok air limbah tembaga (Cu) yang diberi serbuk limbah tahu dengan konsentrasi sebesar 5gr/L selama 90 menit,

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Ibu Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM.,M.Kes dan Ibu Ellyke, S.KM., M.KL selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, koreksi serta saran hingga terwujudnya skripsi ini.

Terima kasih dan penghargaan kami sampaikan pula kepada yang terhormat :

1. Ibu Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes, selaku ketua penguji dan Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;

3. Ibu Iken Nafikadini, selaku sekretaris penguji. Terimakasih atas semua saran dan perhatian yang diberikan kepada penulis;
4. Ibu Eka Agustina, S.T, selaku anggota penguji. Terimakasih atas semua saran dan perhatian yang diberikan kepada penulis;
5. Pihak Industri Elektroplating X Jember yang telah membantu memberikan sampel limbah cair elektroplating;
6. Pihak Industri Tahu X Jember yang telah membantu memberikan ampas tahu
7. Kedua orang tua saya Ibu Kamsiyah dan Bapak Warino yang selalu memberikan semangat serta dukungan;
8. Sahabat-sahabat saya Ikrima, Fitria, Yesika, Putri, Anis, Suci, Wulan dan Ninis terimakasih untuk waktu dan canda tawa yang selalu kalian sempatkan disela kesibukan masing-masing dan terimakasih atas motivasi yang tak kunjung henti kita bangun bersama;
9. Teman-teman seperjuangan di peminatan Kesehatan Lingkungan 2013, teman-teman kelompok magang Probolinggo, kelompok PBL 6 Pocangan, serta teman-teman FKM angkatan 2013;
10. Teman-teman UKM LENTERA dan PSM GITA PUSAKA terimakasih sudah memberikan pengalaman yang sangat luar biasa kepada saya
11. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu peneliti mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini. Atas perhatian dan dukungannya peneliti menyampaikan terimakasih.

Jember, Agustus 2017

Penulis

RINGKASAN

Pemanfaatan Limbah Tahu sebagai Adsorben Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Limbah Elektroplating; Vera Dwi Jayantiningrum; Vera Dwi Jayantiningrum; 132110101043; 112 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja

Elektroplating adalah pelapisan logam dengan menggunakan teknik elektrokimia atau elektrolisa. Secara teknis, elektroplating disebut juga teknik lapis listrik, yaitu proses pengendapan logam dalam bentuk ion logam yang dialirkan oleh arus listrik searah melalui elektroda dalam larutan elektrolit dari kutub anoda ke kutub katoda. Pada proses elektroplating menghasilkan limbah cair yang mengandung logam berat seperti nikel, kromium serta tembaga. Logam berat nikel (Ni), kromium (Cr) dan tembaga (Cu) digunakan sebagai pelapisan untuk meningkatkan penampilan obyek dan perlindungan korosi. Kadar tembaga total pada air limbah industri elektroplating sebesar 0,8783 mg/L. Hal ini telah melebihi Baku Mutu Lingkungan yang telah ditetapkan oleh Gubernur Jawa Timur Nomor 52 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya yaitu sebesar 0,6 mg/L untuk industri elektroplating. Logam tembaga (Cu) adalah salah satu logam yang bersifat lunak, tahan korosi, daya hantar panas yang baik, dan konduktivitas listrik tinggi.

Salah satu alternatif pengolahan limbah cair industri elektroplating dengan metode adsorpsi menggunakan serbuk limbah tahu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kadar tembaga total (Cu) pada limbah industri elektroplating yang tidak diberi serbuk limbah tahu sebagai kelompok kontrol (K) dengan limbah cair industri elektroplating yang diberi serbuk limbah tahu dengan konsentrasi sebesar 1gr/L, 3gr/L dan 5gr/L selama 90 menit sebagai kelompok perlakuan (X).

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan desain penelitian *True Experimental* dengan bentuk *Posttest Only Group Design*. Pada penelitian ini terdapat 24 sampel yang terbagi dalam empat kelompok yaitu kelompok kontrol (K) yaitu limbah cair industri elektroplating tanpa diberi serbuk limbah tahu, kelompok perlakuan pertama (X1) yaitu limbah cair industri elektroplating yang diberi serbuk limbah tahu sebanyak 1gr/L, kelompok perlakuan kedua (X2) yaitu limbah cair industri elektroplating yang diberi serbuk limbah tahu sebanyak 3gr/L, dan kelompok perlakuan ketiga (X3) yaitu limbah cair industri elektroplating yang diberi serbuk limbah tahu sebanyak 5gr/L. Tiap kelompok perlakuan terdapat 6 kali pengulangan.

Analisa kadar tembaga (Cu) menggunakan alat yang disebut AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar tembaga (Cu) pada kelompok kontrol (K) sebesar 0,8783 mg/L, kelompok perlakuan pertama (X1) sebesar 0,7967 mg/L, kelompok perlakuan kedua (X2) sebesar 0,5833 mg/L, dan kelompok perlakuan ketiga (X3) sebesar 0,39 mg/L. Kadar tembaga (Cu) pada kelompok perlakuan kedua (X2) dan ketiga (X3) sudah tidak melebihi Baku Mutu Lingkungan yang telah ditetapkan oleh Gubernur Jawa Timur Nomor 52 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya yaitu sebesar 0,6 mg/L untuk industri elektroplating.

Setelah mengetahui kadar rerata tembaga (Cu) dilakukan uji normalitas kemudian dilakukan uji *one way anova* untuk mengetahui adanya perbedaan setiap kelompok. Hasil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan sebesar 0,000, artinya seluruh kelompok perlakuan memiliki nilai rata-rata populasi yang berbeda, baik pada kelompok kontrol, X1, X2 maupun X3. Saran Bagi Dinas Lingkungan Hidup diperlukan sosialisasi kepada pemilik industri elektroplating tentang bagaimana cara mengelola limbah cair yang benar dan efek yang ditimbulkan akibat pembuangan limbah cair tanpa ada pengelolaan yang benar.

SUMMARY

Using of Tofu Waste as a Copper (Cu) Adsorbent in Electroplating's Waste ; Vera Dwi Jayantiningrum;132110101043; 112 pages; Departement of Environmental Health and Occupational Health Safety; Faculty of Public Health; University of Jember

Electroplating is a metal coating using electrochemical or electrolysis techniques. Technically, electroplating is also called electrical coating, which is the process of precipitation of metals in the form of metal ions which are flowed by direct electric current through the electrode in electrolyte solution from the anode pole to the cathode pole. In the electroplating process produces liquid waste containing heavy metals such as nicke (Ni), chromium (Cr) and copper (Cu). Heavy metals of nickel, chromium and copper are used as a coating to enhance the appearance of the object and corrosion protection. Total copper content in industrial electroplating wastewater of 0.8783 mg / L. This has exceeded the Environmental Quality Standard set by East Java Governor Number 52 of 2014 on the Quality Standard of Wastewater for Industry and / or Other Business Activities of 0.6 mg / L for the electroplating industry. Copper metal (Cu) is one of the metals that are soft, corrosion resistant, good heat conductivity, and high electrical conductivity.

One of the alternative treatments of electroplating industry liquid waste is adsorption method using powder of tofu waste. The purpose of study is to analyze the difference of total copper in the liquid waste of electroplating between the liquid waste which is not given powder of tofu waste as control group (K) and liquid waste of electroplating industry by powder of tofu waste with a concentration of 1gr/L, 3gr/L and 5gr/L for 90 minutes as the treatment group (X).

This research was an experimental research, using Postest Only Control Design of True Experimetal design. In the study, there were 24 sampels were divided into 4 group, those are control group (K) which is liquid wastes of

electroplating industry without given powder of tofu waste, the first treatment group (X1) is the liquid waste of electroplating industry given powder of tofu waste 1gr/L, the second treatment group (X2) is the liquid waste of electroplating industry given powder of tofu waste 3gr/L, and the third group (X3) is the liquid waste of electroplating industry given powder of tofu waste 1gr/L. Each treatment group had 6 repetitions.

Analysis of copper (Cu) levels using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer). The results showed that the average content copper (Cu) in control group (K) is 0,8783 mg/L, the first treatment group (X1) is 0,7967 mg/L, the second treatment group (X2) treatment is 0,5833 mg/L, and the third treatment group (X3) is 0,5833 mg/L. Total copper (Cu) levels in the second treatment group (X2) and third (X3) has not exceeded the Environmental Quality Standard as determined by East Java Governor Regulation No. 52 in 2014 on the Standard of Quality of Wastewater for Industry and / or Other Business Activities of 0.6 mg / L for the electroplating industry.

The next test are doing the normality test and one way anova to determine the differences in each group. The results showed that are were 0,000, it means that the entire treatment group had an average of different populations, both in group control (K), X1, X2 and group X3. Suggestions for the Office of the Environment need to be socialized to the owners of the electroplating industry on how to manage the correct liquid waste and the effects of liquid waste disposal without proper management.

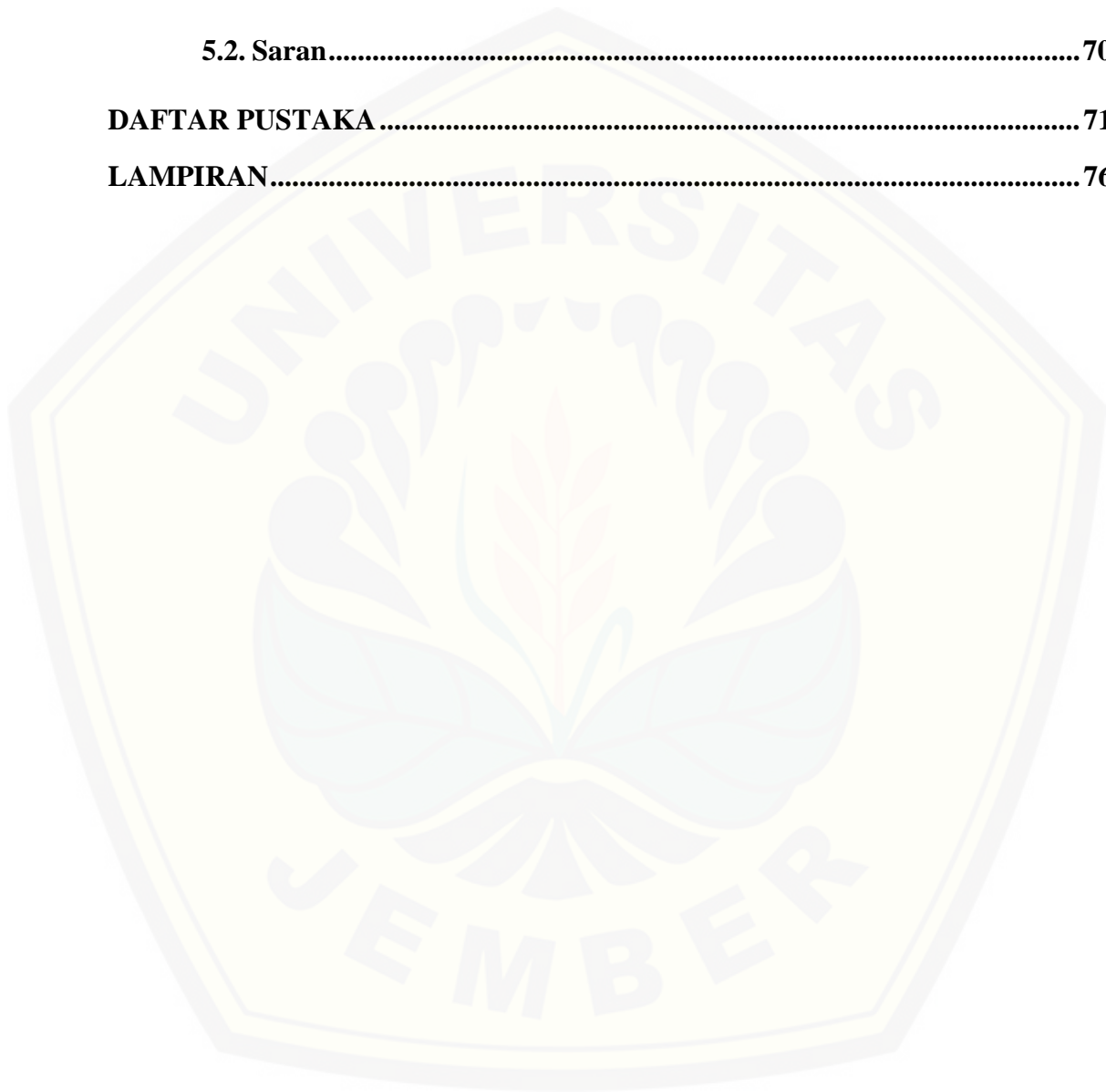
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERYANTAAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
HALAMAN PENGESAHAN	vii
PRAKATA	vii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR SINGKATAN	xxi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.3.1 Tujuan Umum.....	6
1.3.2 Tujuan Khusus.....	6
1.4 Manfaat	7

1.4.1 Manfaat Teoritis	7
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Elektroplating.....	8
2.1.1 Pengertian Elektroplating	8
2.2 Air	10
2.2.1. Sumber Air	11
2.3 Pengertian Pencemaran dan Lingkungan.....	11
2.4 Pencemaran Air.....	12
2.5 Logam Berat	14
2.6 Logam Berat Tembaga (Cu).....	16
2.6.1 Sifat Cu.....	17
2.6.2 Sumber dan Produksi Cu	18
2.6.3 Cu dalam Lingkungan	18
2.6.4 Keracunan Cu	20
2.7 Limbah Padat Tahu	22
2.8 Serbuk Limbah Tahu.....	23
2.8.1 Kelebihan Bentuk Serbuk.....	24
2.9 Kerangka Teori	26
2.10 Kerangka Konsep.....	27
2.11 Hipotesis	27
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Jenis Penelitian	28
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.2.1 Tempat Penelitian	31
3.2.2 Waktu Penelitian.....	31

3.3 Objek Penelitian dan Teknik Pengambilan Objek Penelitian	31
3.3.1 Objek Penelitian	31
3.3.2 Teknik Pengambilas Sampel	31
3.4 Replikasi Penelitian.....	32
3.5 Variabel Penelitian.....	33
3.5.1 Variabel Penelitian	33
3.5.2 Definisi Operasional.....	34
3.6 Alat dan Bahan.....	35
3.7 Prosedur Penelitian.....	36
3.7.1 Proses Pembuatan Serbuk Limbah Tahu.....	36
3.7.2 Prosedur Perlakuan.....	37
3.8 Kerangka Alur Prosedur Kerja Penelitian.....	38
3.9 Data dan Sumber Data	39
3.9.1 Data Primer.....	39
3.9.2 Data sekunder	39
3.10 Teknik dan Intrumen Pengumpulan Data.....	39
3.10.1 Teknik Penyajian dan Analisis Data.....	39
3.11 Prosedur Penelitian.....	42
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Hasil.....	43
4.1.1 Kadar Tembaga (Cu) pada Kelompok Kontrol	45
4.1.2 Kadar Logam Berat Cu Setelah Mengalami Perlakuan.....	46
4.2 Pembahasan	54
4.2.1 Kadar Cu pada Air Limbah Pada Kelompok Kontrol	54
4.2.2 Kadar Cu pada Air Limbah Pada Kelompok X1.....	55
4.2.3 Kadar Cu pada Air Limbah Pada Kelompok X2.....	57

4.2.4 Kadar Cu pada Air Limbah Pada Kelompok.....	59
4.2.5 Perbedaan Penambahan Konsentrasi Serbuk Limbah Tahu	60
BAB 5. PENUTUP.....	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	76



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Hubungan antara sumber limbah dan karakteristiknya.....	13
Tabel 3.1 Tata Letak RAL Penelitian	33
Tabel 3.2 Definisi Operasional	35
Tabel 4.1 Nilai Maksimum dan Minimum.....	48
Tabel 4.2 Rata-rata Nilai Penurunan Cu pada Setiap Perlakuan.....	50
Tabel 4.3 Hasil Uji Normalitas	52
Tabel 4.4 Hasil Uji Post Hoc	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ampas Tahu	23
Gambar 2.2 Kerangka Teori.....	26
Gambar 2. 3 Kerangka Konsep	27
Gambar 3.1 Rancangan Penelitian	29
Gambar 3. 2 Denah Pengambilan Sampel.....	32
Gambar 3.3 Ayakan 60 mesh	36
Gambar 3. 4 Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).....	36
Gambar 3.5 Kerangka Operasional	38
Gambar 3.6 Prosedur Penelitian.....	42
Gambar 4.1 Sumber Limbah Tembaga (Cu).....	44
Gambar 4.2 Kadar Cu pada kelompok kontrol tanpa diberi serbuk limbah tahu.....	45
Gambar 4.3 Kadar Cu Setelah diberi Serbuk Limbah Tahu	47
Gambar 4.4 <i>Boxplot</i> kadar Cu Setiap Kelompok Perlakuan	49

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. <i>Informed Consent</i>	76
Lampiran B. Lembar Cheklist Alat Penelitian.....	77
Lampiran C. Lembar Pemantauan Eksperimen	78
Lampiran D. Lembar Pemantauan Eksperimen	79
Lampiran E. Gambar Model Perlakuan	82
Lampiran F. Surat Ijin Penelitian	83
Lampiran G. Surat Ijin Penelitian	84
Lampiran H. Surat Ijin Peminjaman Alat Laboratorium	85
Lampiran I. Hasil Uji Laboratorium	86
Lampiran J. Hasil Uji Statistik ANOVA.....	87
Lampiran K. Dokumentasi	89

DAFTAR SINGKATAN

As	= Arsen
AAS	= <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>
ANOVA	= <i>Analisis Of Variance</i>
C	= Celsius
Cd	= Kadmium
Cr	= Kromium
Cu	= Tembaga
Fe	= Besi
gr/L	= gram per liter
K	= Kelompok tanpa Pemberian Serbuk Limbah Tahu
Kg	= Kilogram
mg/L	= Miligram per Liter
Ni	= Nikel
P	= Populasi
PP	= Peraturan Presiden
R	= Random
RAL	= Rancangan Acak Lengkap
RI	= Republik Indonesia
TPA	= Tempat Pembuangan Akhir
X	= Kelompok Perlakuan
X1	= Kelompok Perlakuan Pertama
X2	= Kelompok Perlakuan Kedua
X3	= Kelompok Perlakuan Ketiga
Zn	= Seng

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya perekonomian Indonesia ditandai dengan berkembangnya berbagai industri salah satunya adalah industri elektroplating. Elektroplating adalah pelapisan logam dengan menggunakan teknik elektrokimia atau elektrolisa. Produk industri yang membutuhkan pelapisan logam antara lain adalah, peralatan rumah tangga yang terbuat dari besi, kuningan, dan aluminium. Biasanya produk seperti, meja, kursi, sendok makan, dan alat dapur lainnya dilapis dengan menggunakan logam nikel dan krom. Umumnya, produk logam bisa dilapisi dengan menggunakan emas, nikel, tembaga, seng, kuningan, perak, krom, atau logam pelapis lainnya (MenLH, 2007:2).

Industri elektroplating dalam kegiatannya menghasilkan berbagai macam limbah diantaranya limbah cair, padat dan gas. Limbah elektroplating yang sering menjadi perhatian adalah limbah cair. Hal tersebut dikarenakan dalam limbah cair elektroplating mengandung ion-ion logam berat yang bersifat toksik. Logam berat dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia tergantung pada bagian mana dari logam berat tersebut yang terikat dalam tubuh serta besarnya dosis paparan. Efek toksik dari logam berat mampu menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh, menyebabkan alergi, bersifat mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia maupun hewan. Polutan logam berat mencemari lingkungan, baik di lingkungan udara, air dan tanah yang berasal dari proses alami dan kegiatan industri. Pencemaran logam, baik dari industri, kegiatan domestik, maupun sumber alami dari batuan akhirnya sampai ke sungai/ laut dan selanjutnya mencemari manusia melalui ikan, air minum, atau air sumber irigasi lahan pertanian sehingga tanaman sebagai sumber pangan manusia tercemar logam berat (Widowati *et all.*, 2008:2-3).

Industri Elektroplating X yang berada di Kelurahan Tegal Besar dalam proses produksinya menghasilkan limbah cair. Limbah dari industri elektroplating X ini berpotensi mengandung logam berat Nikel, Kromium, Timbal, dan Tembaga. Limbah cair yang dihasilkan tidak dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mauna pada tahun 2015 air limbah hasil produksi industri elektroplating dibuang ke sungai yang letaknya tepat ada di belakang industri elektroplating. Sungai disekitar industri elektroplating X di Kelurahan Tegal Besar ini merupakan Sungai Bedadung yang oleh masyarakat sekitar dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Masyarakat sekitar telah memanfaatkan air sungai tersebut lebih dari 5 tahun. Sungai Bedadung ini biasanya digunakan oleh masyarakat untuk mencuci, mandi dan buang air besar.

Industri elektroplating X merupakan industri logam yang berfokus dalam pelapisan logam. Industri elektroplating X yang terletak di Perumahan Tegal Besar ini mampu menyediakan jasa pelapisan logam yang terbuat dari besi, aluminium ataupun baja. Sebagian besar konsumen menggunakan jasa industri ini untuk melapisi atau menyepuh beberapa suku cadang kendaraan bermotornya, seperti suku cadang sepeda motor. Alasan peneliti mengambil lokasi penelitian di industri tersebut karena industri tersebut telah mendapat surat izin usaha perdagangan resmi dari Dinas Perindustrian dan Energi Sumber Daya Mineral Kabupaten Jember dengan nomor surat izin usaha 503/012/41/2012.

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan oleh peneliti pada bulan januari 2017 kandungan tembaga (Cu) pada limbah elektroplating X adalah 3,18 mg/L. Kandungan Cu pada industri elektroplating X di Kelurahan Tegal Besar sudah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Gubernur Jawa Timur Nomor 52 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya yaitu sebesar 0,6 mg/L untuk industri elektroplating. Salah satu logam berat yang termasuk bahan beracun dan berbahaya adalah tembaga (Cu), merupakan salah satu logam berat yang banyak dimanfaatkan dalam industri, terutama dalam industri elektroplating, tekstil dan industri logam

(alloy). Ion Cu (II) dapat terakumulasi di otak, jaringan kulit, hati, pankreas dan miokardium. Efek dari logam berat Cu apabila masuk ke dalam tubuh manusia mengakibatkan gangguan pada jalur pernafasan sebelah atas dan kerusakan otak atropik pada selaput lendir yang berhubungan dengan hidung. Oleh karena itu, proses penanganan limbah terutama limbah industri elektroplating menjadi bagian yang sangat penting dalam industri (Fitriyah *et all.*, 2013:2).

Industri pelapisan logam atau elektroplating merupakan industri yang terkait langsung dengan industri pengerjaan logam. Elektroplating adalah pelapisan logam dengan menggunakan teknik elektrokimia atau elektrolisa. Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan peneliti kandungan tembaga pada industri elektroplating tersebut sudah melebihi baku mutu lingkungan. Logam berat tembaga dalam industri elektroplating bersifat mulia sehingga mudah diendapkan dan memiliki gerak listrik yang tinggi. Berdasarkan sifat yang dimiliki oleh tembaga tersebut maka dalam proses kegiatan elektroplating, logam berat tembaga banyak digunakan dibandingkan dengan logam berat lainnya untuk melapisi logam agar terhindar dari korosi.

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 38 Tahun 2011 tentang Sungai, menyebutkan bahwa sungai adalah tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sepadan. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, mendefinisikan pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain kedalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak sesuai dengan peruntukannya. Salah satu limbah industri yang dapat berpotensi menjadi pencemar adalah limbah industri elektroplating yang mengandung banyak logam berat Cu.

Tingginya tingkat pencemaran logam Cu di wilayah air perlu ditanggulangi demi mengurangi toksisitas terhadap manusia. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mauna tahun 2015 kepada 29 masyarakat yang menggunakan sungai tersebut untuk kegiatan sehari-hari, keluhan yang

dialami diantaranya gatal-gatal sebanyak 15 orang, iritasi mata sebanyak 3 orang, gatal disertai borok sebanyak 1 orang, gatal disertai gelembung air sebanyak 3 orang, gatal disertai iritasi mata sebanyak 3 orang, gatal disertai borok dan gelembung air sebanyak 3 orang, dan gatal disertai borok dan iritasi mata sebanyak 1 orang. Maka dari itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan potensi mengolah limbah yang berasal dari limbah agar tidak membahayakan lingkungan. Sebagai contoh, limbah tahu dapat digunakan untuk mengikat ion atau logam yang ada dalam air karena limbah tahu yang berasal dari buangan industri tahu yang masih memiliki sifat yang sama dengan tahu yang telah jadi meskipun telah hancur. Pemanfaatan limbah tahu ini sebagai penyerap (pengadsorpsi) karena tahu mengandung protein yang memiliki daya serapan dari asam-asam amino yang membentuk zwitter ion (bermuatan dua). Protein yang memiliki sisi-sisi (gugus) aktif ini dapat mengikat ion-ion logam ataupun senyawa lainnya. Logam-logam berbahaya seperti kadmium, timbal, merkuri, krom, dan arsen yang bersifat toksik dapat diikat dengan protein sebagai metalotionein (Darmono, 1995 dalam Nohong, 2010:1).

Limbah tahu dapat digunakan untuk mengikat ion atau logam yang ada dalam air karena limbah tahu masih memiliki sifat yang sama dengan tahu yang telah jadi meskipun telah hancur. Pemanfaatan limbah tahu ini sebagai penyerap (pengadsorpsi) karena tahu mengandung protein yang memiliki daya serapan dari asam-asam amino yang membentuk zwitter ion 4 (bermuatan dua). Protein yang memiliki sisi-sisi (gugus) aktif ini dapat mengikat ion-ion logam ataupun senyawa lainnya (Nohong, 2010:2).

Berdasarkan Data dari Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Jember pada Tahun 2013 industri tahu di Kabupaten Jember pada April 2013 tercatat sebanyak 102 Industri, usaha ini tersebar di Wilayah Kecamatan Kencong, Rambipuji, Ambulu, Sumpersari, Kaliwates, Patrang dan Jenggawah. Berdasarkan data dari 102 industri pabrik tahu yang ada di Kabupaten Jember tidak ada yang memiliki Instalasi Pengelolaan Air Limbah. Penelitian yang dilakukan oleh Nohong yang mengkontakkan serbuk limbah tahu dengan Cr, Cd, dan Fe dengan berat serbuk tahu sebesar 100mg/ml, 300mg/ml, 500mg/ml, 700mg/ml, dan

1000mg/ml dengan waktu kontak 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut pada berat pengadsorpsi 100, 300, 500, 700 dan 1000 mg/ml memperlihatkan bahwa pada 30 menit hingga 90 menit masih mengalami peningkatan serapan krom. Akan tetapi setelah 90 menit sampai 150 menit tidak mengalami peningkatan penyerapan yang signifikan. Hal tersebut dimungkinkan karena gugus-gugus aktif yang ada pada pengadsorpsi mulai jenuh.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nohong yang mengkontakkan serbuk limbah tahu pada air lindi TPA yang mengandung kadar Cr, Cd, dan Fe menunjukkan hasil bahwa serbuk limbah tahu dapat menurunkan kadar Cr pada air lindi TPA sebesar 100%, menurunkan kadar Fe pada air lindi TPA sebesar 95% dan tidak dapat menurunkan kadar Cd pada air Lindi TPA. Hal tersebut dikarenakan kandungan Cd pada air lindi TPA yang diteliti berjumlah sangat kecil. Penelitian yang dilakukan oleh Herlina pada tahun 2003 dalam Nohong 2010 yang menggunakan ampas tahu menjadi adsorben dalam menurunkan logam berat Pb menunjukkan hasil bahwa setiap 1 gram serbuk ampas tahu dapat menurunkan ion Pb sejumlah 29,85mg. Penelitian yang dilakukan oleh Taufieq pada tahun 2010 menunjukkan hasil bahwa ampas tahu dapat menurunkan kandungan nikel pada tanah padsolik merah kuning di Soroako dari 2,6% menjadi 1,4%.

Salah satu industri tahu yang ada di Kabupaten Jember salah satunya adalah Industri Tahu yang terletak di Kecamatan Gebang. Industri Tahu tersebut memiliki jumlah karyawan sebanyak 12 orang. Pada proses pembuatan tahu setiap harinya Industri Tahu tersebut membutuhkan kedelai sebanyak 150 kg. Ampas tahu merupakan limbah padat yang diperoleh dari proses pembuatan tahu dari kedelai. Jumlah ampas tahu sekitar 10% dari berat kedelai. Sehingga apabila dihitung jumlah ampas tahu yang dihasilkan oleh Industri Tahu tersebut sekitar 15 kg ampas tahu setiap harinya.

Berdasarkan manfaat dan keberadaan limbah tahu yang begitu banyak, maka peneliti ingin menggunakan limbah tahu menjadi media adsorben logam berat tembaga (Cu). Dari penelitian yang dilakukan oleh Nohong tersebut maka peneliti menggunakan tiga perlakuan yaitu dengan menambahkan serbuk limbah

tahu sebesar 1gr/L, 3gr/L, dan 5gr/L untuk setiap liter limbah Cu selama 90 menit untuk menurunkan kandungan tembaga (Cu) pada limbah cair industri elektroplating.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut : “Apakah terdapat perbedaan kadar Cu pada limbah cair yang tidak diberi serbuk limbah tahu dengan limbah cair yang diberi perlakuan penambahan konsentrasi serbuk limbah tahu 1gr/L, 3gr/L, dan 5gr/L selama 90 menit ?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Menganalisis perbedaan kadar Cu limbah cair yang tidak diberi serbuk limbah tahu dengan limbah cair yang diberi perlakuan serbuk limbah tahu sebanyak 1gr/L, 3gr/L, dan 5gr/L dengan lama kontak selama 90 menit

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengetahui kadar tembaga (Cu) pada limbah cair industri elektroplating yang tidak diberi serbuk limbah tahu sebagai kelompok kontrol
- b. Mengetahui kadar tembaga (Cu) pada limbah cair industri elektroplating yang diberi serbuk limbah tahu sebanyak 1gr/L selama 90 menit
- c. Mengetahui kadar tembaga (Cu) pada limbah cair industri elektroplating yang diberi serbuk limbah tahu sebanyak 3gr/L selama 90 menit
- d. Mengetahui kadar tembaga (Cu) pada limbah cair industri elektroplating yang diberi serbuk limbah tahu sebanyak 5gr/L selama 90 menit
- e. Menganalisis perbedaan kadar tembaga (Cu) limbah cair industri elektroplating yang tidak diberi serbuk limbah tahu sebagai kelompok kontrol (K) dengan limbah yang diberi serbuk limbah tahu sebanyak 1gr/L, 3gr/L, dan 5gr/L sebagai kelompok perlakuan (X) selama 90 menit

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pengembangan ilmu di bidang kesehatan masyarakat pada bidang pengolahan limbah cair, khususnya limbah cair industri elektroplating.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini memiliki manfaat praktis sebagai berikut :

a. Bagi Mahasiswa

Memberikan pengetahuan dan wawasan baru tentang pencemaran limbah Cu dan penggunaan serbuk limbah tahu sebagai media adsorben dalam menurunkan kadar Cu pada limbah cair industri elektroplating

b. Bagi Fakultas

Dapat digunakan sebagai bahan bacaan terkait dengan pencemaran logam berat Cu dan gambaran pengolahan limbah cair industri dengan serbuk limbah tahu.

c. Bagi Industri

Industri yang menghasilkan limbah Cu dapat memanfaatkan serbuk limbah tahu sebagai media pengolahan pada limbah cair yang dihasilkan.

d. Bagi Pemerintah

Sebagai masukan dalam penentuan/pembuatan kebijakan-kebijakan yang terkait dengan pencemaran limbah industri dan membantu pemerintah untuk menangani kasus pencemaran limbah industri.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Elektroplating

2.1.1 Pengertian Elektroplating

Industri pelapisan logam atau elektroplating merupakan industri yang terkait langsung dengan industri pengerjaan logam. Beberapa tempat industri ini bisa merupakan bagian dari industri logam atau bisa juga industri yang berdiri sendiri yang secara khusus menjual jasa untuk pelapisan logam. Elektroplating adalah pelapisan logam dengan menggunakan teknik elektrokimia atau elektrolisa. Secara teknis, elektroplating disebut juga teknik lapis listrik, yaitu proses pengendapan logam dalam bentuk ion logam yang dialirkan oleh arus listrik searah melalui elektroda dalam larutan elektrolit dari kutub anoda ke kutub katoda (MenLH, 2007:1).

Teknik elektroplating biasanya dikerjakan dengan menggunakan bak larutan elektrolit yang mengandung larutan logam dalam bentuk ion. Dalam bak elektrolit dimasukkan sumber arus listrik searah melalui elektroda. Arus listrik searah mengalir dari kutub positif ke kutub negatif, atau dari anoda ke katoda dengan membawa ion logam yang akan terkumpul pada katoda (MenLH, 2007:2).

Produk industri yang membutuhkan pelapisan logam antara lain adalah peralatan rumah tangga yang terbuat dari besi, kuningan, dan aluminium. Biasanya produk seperti, meja, kursi, sendok makan, dan alat dapur lainnya dilapis dengan menggunakan logam nikel dan krom. Di sini, pelapisan bertujuan agar produk yang dihasilkan tahan korosi, lebih indah, dan meningkatkan mutu penampilannya. Kegiatan elektroplating biasanya merupakan proses perlakuan akhir dari produksi barang logam. Sebab elektroplating dilakukan untuk berbagai tujuan, misalnya agar produk akhir yang dihasilkan memiliki penampilan lebih menarik, lebih tahan terhadap korosi, tidak mudah aus, memperhalus permukaan, atau untuk tujuan khusus seperti meningkatkan daya hantar listrik atau panas (MenLH, 2007:2-3).

Beberapa logam memiliki tujuan berbeda-beda dalam proses elektroplating. Logam seperti emas, perak, nikel dan kromium digunakan sebagai pelapisan untuk meningkatkan penampilan obyek. Seng, tembaga, dan timah biasanya digunakan untuk pelapisan pencegah korosi. Kategori logam plating tersebut memiliki perbedaan sesuai dengan fungsi dan tujuan produksinya. Kategori logam plating diantaranya (Mittal, 2013 dalam Mauna, 2015:9)

a. *Sacrificial Coating*

Digunakan sebagai proteksi, logam yang digunakan bahan dasar lapisan. Contohnya : Zn, Cd, Cu

b. *Decorative Coating*

Digunakan secara primer untuk tujuan perbandingan dan ketertarikan. Contohnya : baja, Ni, Cr, Zn

c. *Functional Coating*

Digunakan sebagai pelapis untuk kebutuhan fungsional. Contoh : mas, perak, platinum, rhodium

d. *Minor Metal*

Biasanya yang digunakan adalah besi, kobalt, dan indium, karena mereka mudah untuk piring, namun jarang sekali digunakan untuk plating

e. *Unusual Metal Coating*

Merupakan logam yang jarang sekali digunakan untuk plating daripada minor metals. Contohnya : As, Sb, Bi, Mn, Al, Re, Zr, Hf, Ta, Nb, W dan Mo.

f. *Alloy Coating*

Merupakan perpaduan zat yang memiliki sifat logam dan terdiri dua atau lebih elemen. Lapisan ini disebut oleh plating dua logam dalam sel sama. Kombinasi umum meliputi, emas-tembaga-kadmium, seng-kobalt, seng-besi, seng-nikel, dan timah-kobalt.

Pada beberapa industri elektroplating di Indonesia sering kali bahan pelapis logam yang digunakan berupa tembaga (*Copper*), Nikel dan Kromium.

- a. Tembaga (*Copper*) adalah salah satu logam yang bersifat lunak, menarik, liat, tahan korosi, daya hantar panas yang baik, konduktivitas listrik tinggi, dan tahan oksidasi pada larutan non asam. Penggunaan lapisan tembaga sangat luas dan sering digunakan, hal ini dikarenakan selain meningkatkan tampak rupa, serta perlindungan korosi juga dapat meningkatkan sifat-sifat benda yang dilapisi menurut aspek-aspek teknologi yang diinginkan. Dalam dunia industri, pelapisan tembaga salah satunya dimanfaatkan sebagai lapisan dasar (*strike*) pada proses pelapisan nikel-kromium dekoratif (Saleh, 2014:72).
- b. Nikel adalah logam yang banyak digunakan pada industri kimia, akumulator dan pelapisan logam, karena sifatnya yang tahan korosi dan lunak. Nikel berwarna putih keperak-perakan, berkristal halus, sehingga bila dipoles dan sebagai lapisan lindung akan kelihatan tampak rupa yang indah dan mengkilat. Nikel memiliki kekerasan dan kekuatan sedang, keuletannya dan daya hantar listrik yang baik. Pelapisan nikel dengan listrik sangat luas penggunaannya, hal ini dikarenakan pelapisan nikel dengan listrik dapat divariasikan baik warna, kehalusan, struktur lapisan (Saleh, 2014:91)
- c. Kromium (Cr) adalah logam non ferro, mempunyai sifat sangat menonjol dan dapat dimanfaatkan yaitu mudah teroksidasi membentuk lapisan kromium oksida yang kaku, tahan korosi, tidak berubah warna terhadap cuaca tetapi larut dalam asam klorida, sedikit larut dalam asam sulfat, dan tidak larut dalam asam nitrat. Dari sifat-sifat tersebut, maka kromium banyak digunakan sebagai bahan paduan logam besi dalam usaha untuk meningkatkan ketahanan korosi, kekuatan serta sebagai bahan pelapis dekoratif (Saleh, 2014:104).

2.2 Air

Menurut Permenkes RI No 416/Menkes/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air yang dimaksud dengan Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat

kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Keperluan manusia akan air bervariasi sesuai dengan tempat orang tersebut tinggal. WHO memperhitungkan bahwa kebutuhan air masyarakat di negara berkembang (pedesaan) termasuk Indonesia antara 30-60 liter/orang/hari, sedangkan di negara-negara maju atau di perkotaan memerlukan 60-120 liter/orang/hari (Suyono, 2010:25).

2.2.1. Sumber Air

a. Air angkasa

Air angkasa atau air hujan adalah sumber air yang tertentu akibat proses penguapan air di permukaan bumi oleh panas matahari. Uap air ini naik ke atas sampai pada ketinggian tertentu sampai tercapainya persamaan temperatur dengan udara sekitarnya (Suyono, 2010:27).

b. Air permukaan

Adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya (Sutrisno, 2002:14).

c. Air laut

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini, maka air laut memenuhi syarat untuk air minum (Sutrisno, 2002:14).

d. Air Tanah

Air tanah (*ground water*) berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami prolakasi

2.3 Pengertian Pencemaran dan Lingkungan

Pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dari bahan-bahan pencemar atau polutan. Bahan polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun (toksik) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas

atau daya racun dari polutan itulah kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran (Palar, 2012:10).

Lingkungan dapat diartikan sebagai media atau suatu areal, tempat atau wilayah yang di dalamnya terdapat bermacam-macam bentuk aktivitas yang berasal dari ornamen-ornamen penyusunnya. Ornamen-ornamen yang ada dalam dan membentuk lingkungan, merupakan suatu bentuk sistem yang saling mengikat, saling menyokong kehidupan mereka. Karena itu suatu tatanan lingkungan yang mencakup segala bentuk aktivitas dan interaksi di dalamnya disebut dengan ekosistem (Palar, 2012:10).

Suatu lingkungan hidup dikatakan tercemar apabila telah terjadi perubahan-perubahan dalam tatanan lingkungan itu sehingga tidak sama lagi dengan bentuk asalnya, sebagai akibat dari masuk dan atau dimasukkannya suatu zat atau benda asing ke dalam tatanan lingkungan itu. Perubahan yang terjadi sebagai akibat dari kemasukan benda asing itu, memberikan pengaruh (dampak) buruk terhadap organisme yang sudah ada dan hidup dengan baik dalam tatanan lingkungan tersebut. Sehingga pada tingkat lanjut dalam arti bila lingkungan tersebut telah tercemar dalam tingkatan yang tinggi, dapat membunuh dan bahkan menghapuskan satu atau lebih jenis organisme yang tadinya hidup normal dalam tatanan lingkungan itu. Jadi pencemaran lingkungan adalah terjadinya perubahan dalam suatu tatanan lingkungan asli menjadi suatu tatanan baru yang lebih buruk dari tatanan aslinya (Palar, 2012:10-11).

2.4 Pencemaran Air

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/1988, yang dimaksud dengan pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air/udara, dan/atau berubahnya tatanan (komposisi) air/ udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara/air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001 Pasal 1 Ayat 11 pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau

komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tersebar di alam semesta ini tidak pernah terdapat dalam bentuk murni, namun bukan berarti bahwa semua air sudah tercemar. Misalnya, walupun di daerah pegunungan atau hutan yang terpencil dengan udara yang bersih dan bebas dari pencemaran, air hujan yang turun di atasnya selalu mengandung bahan-bahan terlarut, seperti CO₂, O₂, dan N₂. Serta bahan-bahan tersuspensi misalnya debu dan partikel-partikel lainnya yang terbawa air hujan dari atmosfer (Kristanto, 2004:72).

Adanya benda-benda asing yang mengakibatkan air tersebut tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya secara normal disebut dengan pencemaran air. Karena kebutuhan makhluk hidup akan air sangat bervariasi, maka atas pencemaran untuk berbagai jenis air juga berbeda. Sebagai contoh, air kali di pegunungan yang belum tercemar tidak dapat digunakan langsung sebagai air minum karena belum memenuhi persyaratan untuk dikategorikan sebagai air mium (Kristanto, 2004:73).

Tabel 2.1 Hubungan antara sumber limbah dan karakteristiknya

KARAKTERISTIK	SUMBER LIMBAH
Fisika :	
Warna	Bahan organik, limbah industri dan domestik
Bau	Penguraian Limbah Industri
Padatan	Sumber air, limbah industri dan domestik
Suhu	Limbah industri dan domestik
Kimia :	
Organik :	
Karbohidrat	Limbah industri, perdagangan dan domestik
Minyak dan Lemak	Limbah industri, perdagangan dan domestik
Pestisida	Limbah ahsil pertanian
Penol	Limbah industri
Anorganik :	
Alkali	Sumber air, limbah domestik, infiltrasi air tanah, buangan air ketel
Klorida	Sumber air, limbah industri pelemahan air
Logam berat	Limbah industri
Nitrogen	Limbah pertanian dan domestik
pH	Limbah industri
Posfor	Limbah industri, domestik, dan alamiah

KARAKTERISTIK	SUMBER LIMBAH
Sulfur	Limbah industri, domestik
Bahan beracun	Perdagangan, limbah industri
Biologi :	
Virus	Limbah domestik

Sumber: (Kristanto, 2004:75)

Menurut PP No. 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010 tentang tata laksana pengendalian pencemaran air, Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu air limbah yang telah ditetapkan. Menurut definisi tersebut tersirat bahwa pencemaran air dapat terjadi secara sengaja maupun tidak sengaja dari kegiatan manusia pada suatu perairan yang peruntukannya sudah jelas.

Pencemaran air adalah satu rangkaian besar dari efek yang merugikan terhadap badan air seperti danau, sungai, laut, dan air tanah yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Pencemaran air terjadi ketika air mengalami kelebihan beban dengan sesuatu terlalu banyak, dan organisme akuatik tidak mampu untuk membersihkannya. Beberapa jenis organisme dapat mati dan yang lainnya dapat tumbuh lebih cepat (Suyono, 2014:63).

2.5 Logam Berat

Dalam kehidupan sehari-hari, kita tidak terpisahkan dari benda-benda yang bersifat logam. Benda ini kita gunakan sebagai alat perlengkapan rumah tangga seperti sendok, garpu, pisau dan lain-lain (logam biasa), sampai pada tingkat perhiasan mewah yang tidak dapat dimiliki oleh semua orang seperti emas, perak dan lain-lain (logam mulia) (Palar, 2012:21).

Istilah logam biasanya diberikan kepada unsur-unsur kimia dengan ketentuan atau kaidah-kaidah tertentu. Unsur ini dalam kondisi suhu kamar, tidak selalu berbentuk padat melainkan ada yang berbentuk cair. Logam-logam cair, contohnya adalah air raksa atau hidrargyrum (Hg), serium (Ce) dan gallium (Ga) (Palar, 2012:21).

Terdapat 80 jenis logam berat dari 109 unsur kimia di muka bumi ini. Logam berat dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- a. Logam berat esensial; yakni logam dalam jumlah tertentu yang sangat dibutuhkan oleh organisme. Dalam jumlah yang berlebihan logam tersebut bisa menimbulkan efek toksik. Contohnya adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dan lain sebagainya.
- b. Logam berat tidak esensial; yakni logam yang dalam tubuh manusia belum diketahui manfaatnya, bahkan bersifat toksik seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain (Widowati *et all.*, 2008:2).

Logam berat masih tergolong logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila pengaruh logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Sebagai contoh, bila unsur logam besi (Fe) masuk ke dalam tubuh, meski dalam jumlah agak berlebihan, biasanya tidaklah menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap tubuh. Karena unsur (Fe) dibutuhkan dalam darah untuk mengikat oksigen. Sedangkan unsur logam berat baik logam berat beracun yang dipentingkan seperti (Cu), bila masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebihan akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fisiologis tubuh. Jika yang masuk ke dalam tubuh organisme hidup adalah unsur logam berat beracun seperti hidrargyrum (Hg) atau disebut juga air raksa, maka dapat dipastikan bahwa organisme tersebut akan langsung keracunan (Palar, 2012:23-24).

Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Sebagai contoh adalah logam air raksa (Hg), Kadmium (Cd), Timah hitam (Pb), dan khrom (Cr). Namun demikian, meski semua logam berat dapat mengakibatkan

keracunan atas makhluk hidup, sebagian dari logam-logam berat tersebut tetap dibutuhkan oleh makhluk hidup. Kebutuhan tersebut berada dalam jumlah yang sangat sedikit. Tetapi bila kebutuhan dalam jumlah yang sangat kecil itu tidak terpenuhi, maka dapat berakibat fatal terhadap kelangsungan hidup dari setiap makhluk hidup (Palar, 2012:25).

Logam-logam berat umumnya memiliki daya racun yang mematikan terhadap organisme pada kondisi yang berbeda-beda. Secara sederhana, logam-logam berat ini mengakibatkan kematian terhadap beberapa jenis biota perairan. Keadaan ini akan terjadi bila konsentrasi kelarutan dari logam berat pada badan perairan tersebut cukup tinggi. Tingkat kelarutan tersebut dapat dikatakan tinggi bila, jumlah yang terlarut dalam badan perairan melebihi dari jumlah kelarutan normalnya atau telah melebihi nilai ambang batas. Di samping itu, dengan cara yang rumit dan sangat panjang, dalam jumlah yang sedikit logam berat juga dapat membunuh organisme hidup. Proses itu diawali dengan peristiwa penumpukan (*akumulasi*) dari logam berat dalam tubuh biota. Lama kelamaan, penumpukan yang terjadi pada organ target dari logam berat akan melebihi daya toleransi dari biotanya. Keadaan itulah yang kemudian menjadi penyebab kematian biota terkait (Palar, 2012:56-57).

2.6 Logam Berat Tembaga (Cu)

Tembaga dengan nama kimia *cupprum* dilambangkan dengan Cu. Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia, tembaga menempati posisi dengan nomor atom (NA) 29 dan mempunyai bobot atau berat atom (BA) 63,546. 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. Dalam badan perairan laut tembaga dapat ditemukan dalam bentuk persenyawaan ion seperti CuCO_3^+ , CuOH^+ dan lain sebagainya. Selain dari bentuk-bentuk mineral tersebut, tembaga juga banyak ditemukan dalam bentuk teroksidasi seperti bijih (Palar, 2012:61).

Kuprun atau tembaga (Cu) memiliki sistem kristal kubik, yang secara fisik berwarna kuning dan apabila dilihat menggunakan mikroskop akan berwarna pink kecoklatan sampai keabuan. Cu termasuk golongan logam berwarna merah, dan mudah berubah bentuk. Di alam, Cu banyak ditemukan dalam bentuk *pyrite*, Fe-sulfat, dan sering bercampur dengan Antimoni (Sb), merkuri (Hg), timbal (Pb), dan arsen-sulfat. Pada umumnya, bijih tembaga di Indonesia terbentuk secara magnetik. Pembentukan endapan magnetik bisa berupa proses hidrotermal atau metasomatisme (Widiowati *et al.*, 2008:183).

2.6.1 Sifat Cu

Secara kimia, senyawa-senyawa dibentuk oleh logam Cu (tembaga) mempunyai bilangan valensi +1 dan +2. Berdasarkan pada bilangan valensi yang dibawanya, logam Cu dinamakan juga cuppro untuk yang bervalensi +1, dan cuppy untuk bervalensi +2. Kedua jenis ion Cu tersebut dapat membentuk kompleks-kompleks yang sangat stabil. Sebagai contoh adalah senyawa $\text{Cu}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_2$. Logam Cu dan beberapa bentuk persenyawaan, seperti CuO, CuCO_3 , $\text{Cu}(\text{CN})_2$, tidak dapat larut dalam air dingin atau panas, tetapi mereka dapat dilarutkan dalam senyawa asam sulfat (H_2SO_4) panas dan dalam larutan basa NH_4OH . Senyawa CuO dapat larut dalam NH_4Cl dan KCN (Palar, 2012:63).

Secara fisika, logam Cu (Tembaga) digolongkan ke dalam kelompok logam-logam penghantar listrik yang baik. Cu merupakan penghantar listrik terbaik setelah perak (argentum-Ag). Karena itu, logam Cu banyak digunakan dalam bidang elektronika atau pelistrikan. Sesuai dengan kelogamannya, Cu dapat membentuk alloy dengan bermacam-macam logam. Alloy-alloy yang dibentuk dengan logam-logam lain itu digunakan secara luas sesuai dengan sifat alloy yang membentuknya. Alloy tembaga dengan logam berilium (Be-Cu) mempunyai komposisi berupa Be sekitar 1-2%, banyak digunakan dalam logam instrumen-instrumen yang tahan benturan. Alloy lain adalah bentuk logam yang dikenal dengan kuningan. Alloy ini dibentuk dari persenyawaan tembaga, seng, stronsium dan sedikit timah hitam atau Timbal kuningan banyak digunakan dalam peralatan rumah tangga (Palar, 2012: 63).

CuO banyak digunakan sebagai katalis, baterai, elektroda, penarik sulfur atau belerang dan sebagai pigmen serta pencegah pertumbuhan lumut. Turunan senyawa-senyawa Cu karbonat, banyak digunakan sebagai pigmen, insektisida, fungisida dan pewarna kuning. Senyawa kloridanya banyak digunakan dalam bidang metalurgi, fotografi, pemurnian air dan aditif bahan makanan. Selain itu, senyawa tembaga sulfat juga banyak digunakan dalam bidang pertanian, peternakan, industri petroleum dan lain-lain (Palar, 2012:64).

2.6.2 Sumber dan Produksi Cu

Untuk dapat masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan, Cu (tembaga) dapat masuk melalui bermacam-macam jalur dan dari beberapa jalur dan dari bermacam-macam sumber. Secara global sumber masuknya unsur logam Cu dalam tatanan lingkungan adalah secara ilmiah dan non-ilmiah. Secara ilmiah, Cu dapat masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan sebagai akibat dari berbagai peristiwa alam. Unsur ini dapat bersumber dari peristiwa pengikisan (erosi) dari batuan mineral. Sumber lain adalah debu-debu dan atau partikulat-partikulat Cu yang ada dalam lapisan udara, yang dibawa turun oleh air hujan. Dalam badan perairan laut diperkirakan proses alamiah ini memasok Cu sebesar 325.000 ton per-tahun. Melalui jalur non-alamiah, Cu masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan ada bermacam-macam pula. Sebagai contoh adalah buangan industri yang memakai Cu dalam proses produksinya industri galangan kapal karena digunakannya Cu sebagai campuran bahan pengawet, industri pengelolaan kayu buangan rumah tangga dan sebagainya (Palar, 2012:62).

2.6.3 Cu dalam Lingkungan

Tembaga yang masuk ke dalam tatanan lingkungan perairan dapat berasal dari peristiwa-peristiwa alamiah dan sebagai efek samping dan aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Secara alamiah, Cu masuk ke dalam badan perairan sebagai akibat dari peristiwa erosi atau pengikisan batuan mineral dan melalui persenyawaan Cu di atmosfer yang dibawa turun oleh air hujan. Melalui jalur

alamiah ini Cu yang masuk ke badan perairan diperkirakan mencapai 325.000 (Palar, 2012:66).

Aktivitas manusia, seperti buangan industri, pertambangan Cu, industri galangan kapal dan bermacam-macam aktivitas pelabuhan lainnya merupakan salah satu jalur yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam badan badan perairan. Masukan sebagai efek samping dari aktivitas manusia ini, lebih ditentukan oleh bentuk dan tingkat aktivitas yang dilakukan. Proses daur ulang yang terjadi dalam sistem tatanan lingkungan perairan yang merupakan efek dari aktivitas biota perairan juga sangat berpengaruh terhadap peningkatan Cu dalam badan perairan (Palar, 2012:66).

Penelitian-penelitian yang dilakukan berkenaan dengan daya racun yang dimiliki oleh Cu^{2+} telah dilakukan oleh banyak orang lembaga ataupun perorangan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa daya racun yang dimiliki oleh Cu dapat membunuh biota perairan. Untuk jenis algae seperti *chlorella vulgaris*, daya racun yang dimiliki oleh logam Cu menduduki peringkat kedua setelah Hg. Pada jenis jamur (fungi), Cu menduduki peringkat ketiga dalam daya racun setelah Ag dan Hg. Untuk jenis protozoa seperti *Paramecium*, Cu menempati peringkat keempat dalam daya racun yang dimiliki setelah logam-logam Hg, Pb, dan Ag (Palar, 2012: 66-67).

Unsur Cu bisa ditemukan pada berbagai jenis makanan, air, dan udara sehingga manusia bisa terpapar Cu melalui jalur makanan, minuman, dan saat bernafas. Cu merupakan unsur yang dibutuhkan manusia dalam jumlah kecil. Apabila jumlah Cu telah melampaui batas aman, akan muncul toksisitas. Manusia biasanya terpapar Cu melalui tanah, debu, makanan, serta minuman yang tercemar Cu yang berasal dari pipa bocor pada penambangan Cu yang menghasilkan limbah Cu. Kira-kira 75-99% total *intake* Cu berasal dari makanan dan minuman. Setiap hari, manusia bisa terpapar Cu yang antara lain berasal dari peralatan dapur ataupun koin (Widowati *et all.*, 2008:198).

2.6.4 Keracunan Cu

Bentuk tembaga yang paling beracun adalah debu-debu Cu yang dapat mengakibatkan kematian pada dosis 3,5 mg/kg. Pada manusia efek keracunan utama yang ditimbulkan akibat paparan oleh debu atau uap logam Cu adalah terjadinya gangguan pada jalur pernafasan sebelah atas. Efek keracunan yang ditimbulkan akibat paparan debu atau uap Cu tersebut adalah terjadinya kerusakan otak atropik pada selaput lender yang berhubungan dengan hidung. Kerusakan itu, merupakan akibat dari gabungan sifat iritatif yang dimiliki oleh debu atau uap Cu tersebut (Palar, 2012:67)

Dalam jumlah kecil tembaga tidak mengganggu kesehatan karena dibutuhkan untuk metabolisme dan juga diperlukan untuk pembentukan sel-sel darah merah, Namun dalam jumlah besar dapat menyebabkan rasa yang tidak enak di lidah, kerusakan pada hati, muntaber, pusing kepala, anemia bahkan sampai meninggal. Oleh karena itu konsentrasi tembaga dalam air minum harus memenuhi ambang batas air minum maksimal 0,02 mg/l (Sekarwati,2005:5).

Logam berat Cu digolongkan ke dalam logam berat esensial yang artinya meskipun Cu merupakan logam berat beracun, tetapi unsur ini sangat dibutuhkan tubuh meski dalam jumlah yang sedikit. Toksisitas yang dimiliki oleh Cu baru akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai organisme terkait (Sekarwati, 2005:9).

Penyerapan Cu ke dalam darah dapat terjadi pada kondisi asam yang terdapat dalam lambung. Pada saat proses penyerapan bahan makanan yang telah diolah pada lambung oleh darah. Sehingga Cu yang ada turut diserap oleh darah. Dalam darah, Cu terdapat dalam 2 bentuk ionisasi, yaitu Cu^+ dan Cu^{++} . Apabila jumlah Cu dalam kedua bentuk itu yang terserap berada dalam jumlah normal, maka sekitar 93% dari serum Cu berada dalam seruloplasma dan 7% lainnya berada dalam fraksi-fraksi albumin dan asam amino. Serum Cu albumin ditransportasikan ke dalam jaringan-jaringan tubuh. Cu juga berikatan dengan sel darah merah sebagai eritrocuprein, yaitu sekitar 60% eritrosit-Cu, sedangkan sisanya merupakan fraksi-fraksi yang labil. Darah selanjutnya akan membawa Cu

ke dalam hati. Dari hati, Cu dikirimkan ke dalam kandung empedu. Dari empedu, Cu dikeluarkan kembali ke usus untuk selanjutnya dibuang melalui feces (Sekarwati, 2005:9).

Tembaga (Cu) juga dapat mempengaruhi sistem enzim, yaitu dengan menghambat enzim *dihydropoyl dehydrogenase* yang akan menghambat sistem *pyruvate dehydrogenase* sehingga mengganggu metabolisme energi dalam sel. Hemolisis eritrosit disebabkan oleh tidak aktifnya enzim *glucose-6-phosphate dehydrogenase* dalam eritrosit. Tembaga (Cu) dapat menyebabkan lesi membran sel ataupun oksidasi lipid. Mekanisme itulah bisa mengakibatkan hemolisis dan nekrosis sel hati. Cu juga dapat menyebabkan kerusakan, koagulasi protein yang terlibat dalam munculnya gejala gastroenteritis akibat paparan akut Cu. Gejala toksisitas Cu antara lain berupa kerusakan sel darah merah, kerusakan organ paru-paru, hati, dan pankreas (Widowati *et all.*, 2008: 199-200).

Keracunan logam berat bersifat kronis dan dampaknya baru terlihat setelah beberapa tahun. Logam berat bersifat akumulatif di dalam tubuh organisme dan konsentrasinya mengalami peningkatan (biomagnifikasi) dalam tingkatan trofik yang lebih tinggi dalam rantai makanan. Biomagnifikasi berhubungan langsung dengan manusia yang menempati posisi top level dalam rantai makanan karena konsentrasi logam berat yang dikandung dalam makanan manusia telah mengalami peningkatan mulai dari komponen di tingkat dasar (produsen). Keracunan kronis Cu bisa mengurangi umur, menimbulkan berbagai masalah reproduksi dan menurunkan fertilitas (Widowati *et all.*, 2008:201).

Paparan Cu dalam waktu lama bisa menimbulkan gejala seperti:

- a. Iritasi pada hidung, tenggorakan, mulut, dan mata
- b. Menyebabkan sakit kepala, sakit lambung, kehilangan keseimbangan, muntah, dan diare. Paparan Cu dosis besar dapat menyebabkan kematian. Cu juga dapat menimbulkan alergi pada kulit. Paparan Cu berulang bisa menyebabkan penebalan pada kulit serta menimbulkan warna kehijauan pada kulit dan rambut sehingga menyebabkan iritasi hidung (Widowari *et all.*, 2008:202).

Gejala klisis pada keracunan akut Cu, antara lain kolik abdomen, muntah, gastroenteritis diikuti diare, feses, dan muntahan yang berwarna hijau-kebiruan. Gejala lain adalah shock berat, suhu tubuh turun secara drastis, dan denyut jantung yang meningkat. Penderita akan mengalami kolaps dan kematian setelah 24 jam semenjak munculnya gejala-gejala tersebut. Keracunan akut Cu mengakibatkan kadar Cu darah meningkat beberapa jam setelah mencerna makanan yang mengandung Cu. Gejala keracunan akut antara lain muntahan berwarna hijau-kebiruan, hematemesis, hipotensi, melena, koma, dan penyakit kuning. Hasil otopsi menunjukkan bahwa keracunan akut Cu menyebabkan terjadinya nekrosis sentrilobular hepar (Widowari *et al.*, 2008:203).

2.7 Limbah Padat Tahu

Tahu merupakan suatu hasil olahan kedelai yang telah lama dikenal dan suatu jenis makanan yang disukai oleh sebagian besar masyarakat Indonesia serta sudah digunakan secara luas. Komponen tahu yaitu air, protein dan sedikit karbohidrat. Tahu memiliki kadar protein yang cukup tinggi sehingga sangat dibutuhkan oleh manusia. Industri tahu di Indonesia berkembang pesat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk. Namun disisi lain industri ini menghasilkan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan. Limbah yang dihasilkan dari industri pengolahan tahu berupa limbah padat dan limbah cair (Nugroho, 2013:22).

Limbah industri tahu pada umumnya dibagi menjadi 2 (dua) bentuk limbah, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lain yang menempel pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu. Limbah padat yang berupa kotoran berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai dan umumnya limbah padat yang terjadi tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai). Sedangkan limbah padat yang berupa ampas tahu terjadi pada proses penyaringan bubur kedelai. Ampas tahu yang terbentuk besarnya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan (Kaswinarni, 2007:7).



Gambar 2.1 Ampas Tahu

Limbah padat industri tahu berupa kulit kedelai dan ampas tahu. Ampas tahu masih mengandung kadar protein cukup tinggi sehingga masih dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak dan ikan. Akan tetapi kandungan air ampas tahu yang masih tinggi merupakan penghambat digunakannya ampas tahu sebagai makanan ternak. Salah satu sifat dari ampas tahu ini adalah mempunyai sifat yang cepat tengik (basi dan tidak tahan lama) dan menimbulkan bau busuk kalau tidak cepat dikelola. Pengeringan merupakan salah satu jalan untuk mengatasinya. Pengeringan juga mengakibatkan berkurangnya asam lemak bebas dan ketengikan ampas tahu serta dapat memperpanjang umur simpan (Kaswinarni, 2007:11).

2.8 Serbuk Limbah Tahu

Industri Tahu merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah organik. Limbah industri tahu yang dihasilkan dapat berupa limbah padat dan cair. Bahan utama pembuatan tahu adalah kedelai, dimana tahu adalah suatu olahan dari ekstrak kedelai yang dilakukan dengan penambahan asam cuka. Limbah tahu banyak mengandung protein dan karbohidrat tinggi sehingga pembusukan oleh mikroorganisme pembusuk sangat mudah terjadi (Agung dan Winata, 2009:20).

Ampas tahu merupakan limbah padat yang diperoleh dari proses pembuatan tahu dari kedelai, sedangkan yang dibuat tahu adalah cairan atau susu kedelai yang lolos dari kain saring. Ampas tahu adalah sisa barang yang telah

diambil sarinya atau patinya melalui proses pengolahan secara basah ampas kecap, ampas bir, dan ampas ubi kayu (Nahak, 2016:10). Limbah kedelai seperti ampas tahu dan bungkil, sebenarnya masih mengandung protein cukup dan kandungan gizi dari ampas tahu juga masih tinggi, walaupun tidak setinggi kandungan gizi bungkil atau tepung kedelai. Manfaat dari ampas tahu diantaranya adalah untuk pakan ternak seperti ikan, sapi, dinuat menjadi teoung ampas tahu dan bahan baku pembuatan tempe gembus. (Coniwanti *et all.*, 2009:39).

Limbah tahu yang berasal dari buangan industri tahu masih memiliki sifat yang sama dengan tahu yang telah jadi meskipun telah hancur. Tahu maupun limbah tahu dapat menyerap logam berat karena memiliki kandungan protein tinggi. Protein merupakan senyawa poliamida yang tersusun dari gabungan antara suatu gugus α -amino dari satu asam amino dan gugus karboksil dari asam amino lainnya yang disebut ikatan peptide (Nohong, 2010:2).

Asam amino ini memiliki suatu sifat yang khas yaitu mengandung suatu gugus amino yang bersifat basa dan gugus karboksil yang bersifat asam dalam suatu molekul yang sama. Suatu asam amino mengalami reaksi asam-basa internal yang membentuk ion dipolar, yang juga disebut *zwitter ion* (Fessenden 1982 dalam Danang 2013:23). Pemanfaatan limbah tahu sebagai penyerap karena tahu mengandung protein yang memiliki daya serap yang membentuk *zwitter ion* (bermuatan dua). Logam-logam berbahaya seperti kadmium, timbal, merkuri dan arsen bersifat toksik dapat diikat dengan protein sebagai metalotionein (Darmono, 1995 dalam Danang 2013:23).

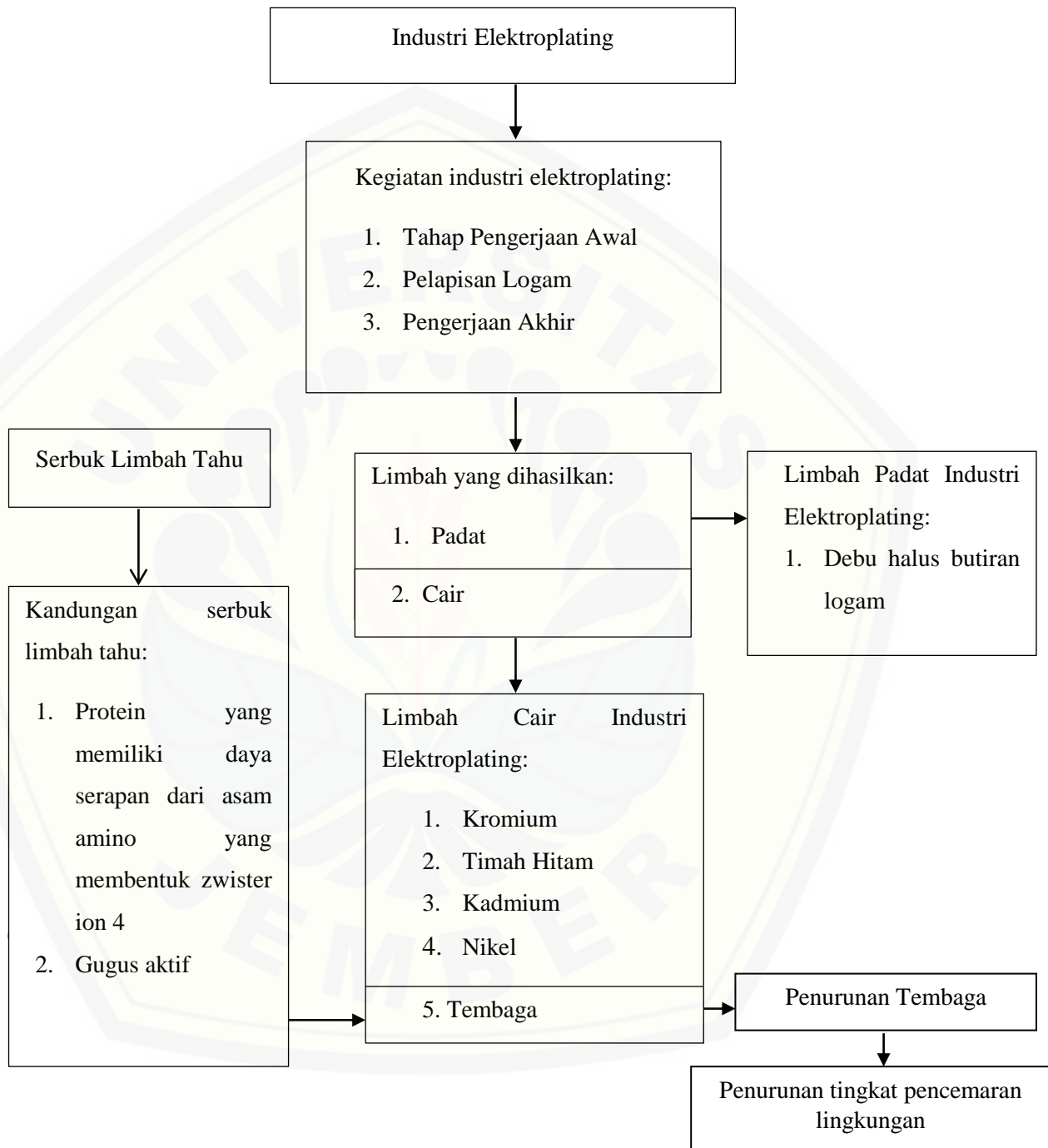
2.8.1 Kelebihan Bentuk Serbuk

Laju reaksi adsorpsi dapat dipengaruhi oleh luas permukaan bidang sentuh antara zat-zat yang beraksi. Suatu zat padat akan lebih cepat bereaksi jika permukaannya diperluas dengan cara mengubah bentuk kepingan menjadi serbuk atau ukuran diperkecil. Dalam bentuk serbuk, ukurannya menjadi lebih kecil tetapi jumlahnya banyak sehingga luas permukaan bidang tumbukan antara zat pereaksi akan semakin besar. Saat suatu zat ditambahkan ke dalam suatu larutan lain, permukaan zat tersebut akan bersentuhan dengan larutan. Menurut teori

tumbukan, semakin besar permukaan zat yang bersentuhan dengan partikel lain, peluang terjadinya reaksi adsorpsi semakin banyak sehingga reaksi antar zat dengan larutan semakin cepat (Muchtaridi *et al.*, 2007: 87).



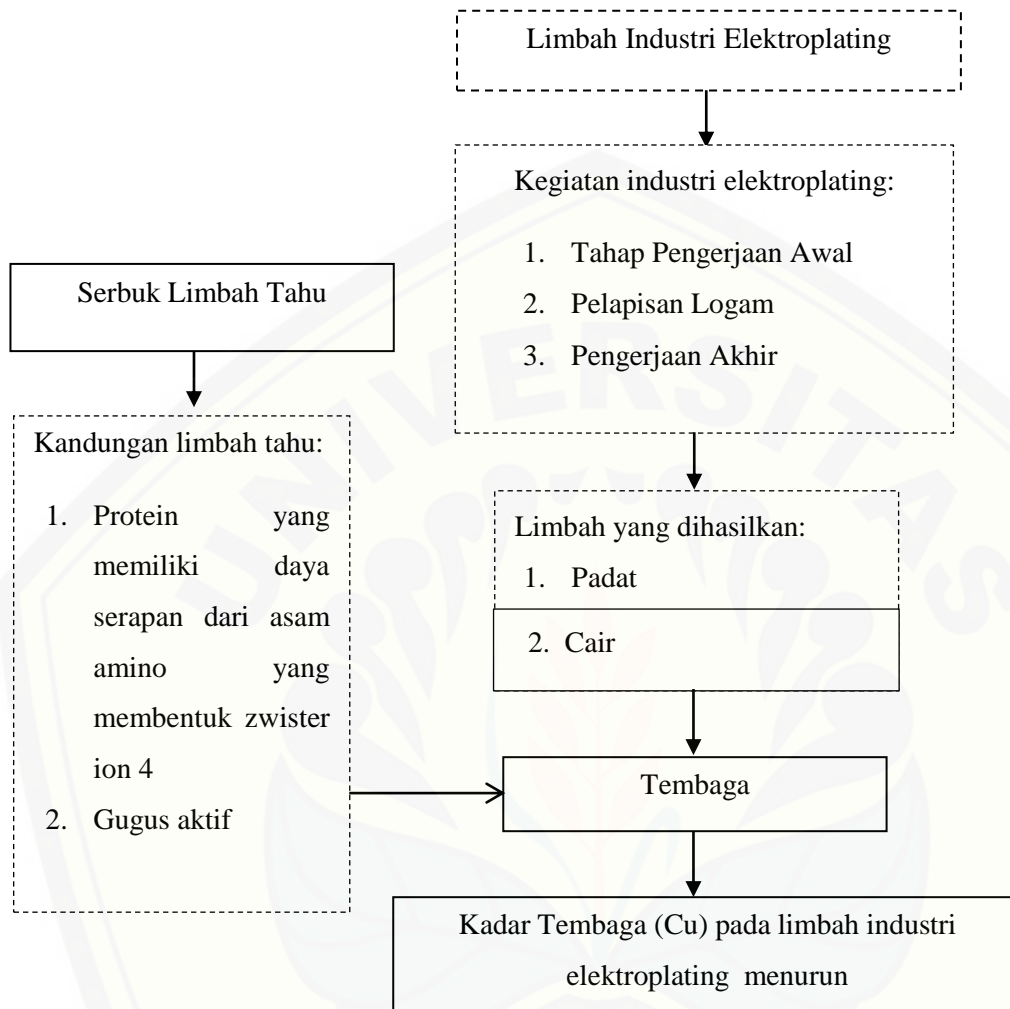
2.9 Kerangka Teori



Sumber: Kementerian Negara Lingkungan Hidup (2007), Nohong (2010)

Gambar 2.2. Kerangka Teori

2.10 Kerangka Konsep



————— : Variabel yang diteliti
 - - - - - : Variabel yang tidak diteliti

Gambar 2. 3. Kerangka Konsep

2.11 Hipotesis

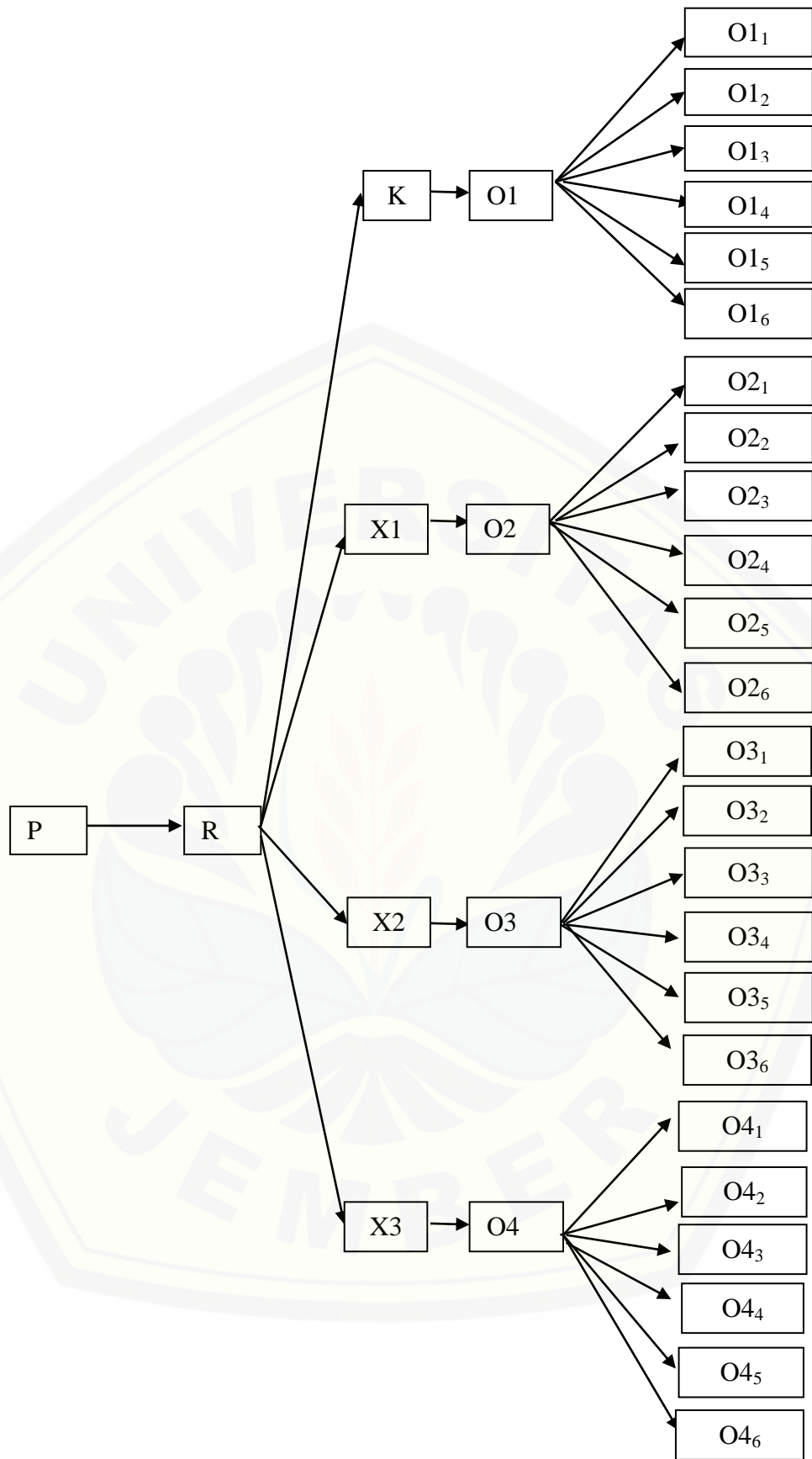
Adapun hipotesis penelitian ini adalah “Ada beda kadar Cu antara kelompok kontrol dengan limbah cair yang diberi perlakuan penambahan konsentrasi serbuk limbah tahu 1gr/L, 3gr/L, dan 5gr/L selama 90 menit”.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu bentuk penelitian eksperimen atau percobaan (*eksperimental research*) adalah suatu penelitian dengan melakukan kegiatan percobaan (*eksperiment*), yang bertujuan untuk mengetahui gejala atau pengaruh yang timbul, sebagai akibat dari adanya perlakuan tertentu atau eksperimen tersebut. Ciri khusus dari penelitian eksperimen adalah adanya percobaan atau *trial* atau *intervensi*. Percobaan ini berupa perlakuan atau intervensi terhadap suatu variabel. Dari perlakuan tersebut diharapkan terjadi perubahan atau pengaruh terhadap variabel yang lain (Notoatmodjo, 2010:50).

Desain penelitian ini adalah *True Experimental Design* dengan bentuk *Posttest-Only Control Design*. *Posttest-Only Control Design*. Dalam desain ini, peneliti dapat mengontrol semua variabel luar yang mempengaruhi jalannya eksperimen. Dengan demikian validitas internal (kualitas pelaksanaan rancangan penelitian) dapat menjadi tinggi. Dalam penelitian ini terdapat dua kelompok yang masing-masing dipilih secara random (R). kelompok pertama diberi perlakuan disebut kelompok eksperimen dan kelompok yang tidak diberi perlakuan disebut kelompok kontrol. Pengaruh adanya perlakuan *treatment* adalah ($O_1:O_2$). Dalam penelitian yang sesungguhnya, pengaruh *treatment* dianalisis dengan uji beda (Sugiyono, 2015: 75-76).



Gambar 3.1 Rancangan Penelitian

Keterangan:

- P : Populasi
- R : Random
- K : Limbah cair elektroplating yang tidak diberi serbuk limbah tahu
- X1 : Perlakuan penggunaan serbuk limbah tahu dengan berat 1gr/L
- X2 : Perlakuan penggunaan serbuk limbah tahu dengan berat 3gr/L
- X3 : Perlakuan penggunaan serbuk limbah tahu dengan berat 5gr/L
- O1 : Konsentrasi Cu pada limbah cair Industri Elektroplating yang tidak diberi perlakuan penambahan serbuk limbah tahu
- O2-O4 : Konsentrasi Cu pada limbah cair Industri Elektroplating yang diberi perlakuan penambahan serbuk limbah tahu
- O₁-O₁₆ : Pengulangan/replikasi pada limbah cair Industri Elektroplating yang tidak diberi perlakuan penambahan serbuk limbah tahu
- O₂-O₂₆ : Pengulangan/replikasi pada limbah cair Industri Elektroplating yang diberi perlakuan penambahan serbuk limbah tahu dengan berat 1gr/L
- O₃-O₃₆ : Pengulangan/replikasi pada limbah cair Industri Elektroplating yang diberi perlakuan penambahan serbuk limbah tahu dengan berat 3gr/L
- O₄-O₄₆ : Pengulangan/replikasi pada limbah cair Industri Elektroplating yang diberi perlakuan penambahan serbuk limbah tahu dengan berat 5gr/L

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Tempat dan pengambilan sampel limbah dilakukan pada salah satu industri electroplating di Daerah Tegal Besar Kabupaten Jember dan uji Laboratorium dilaksanakan di Labkesda Jember.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juni-Agustus 2017

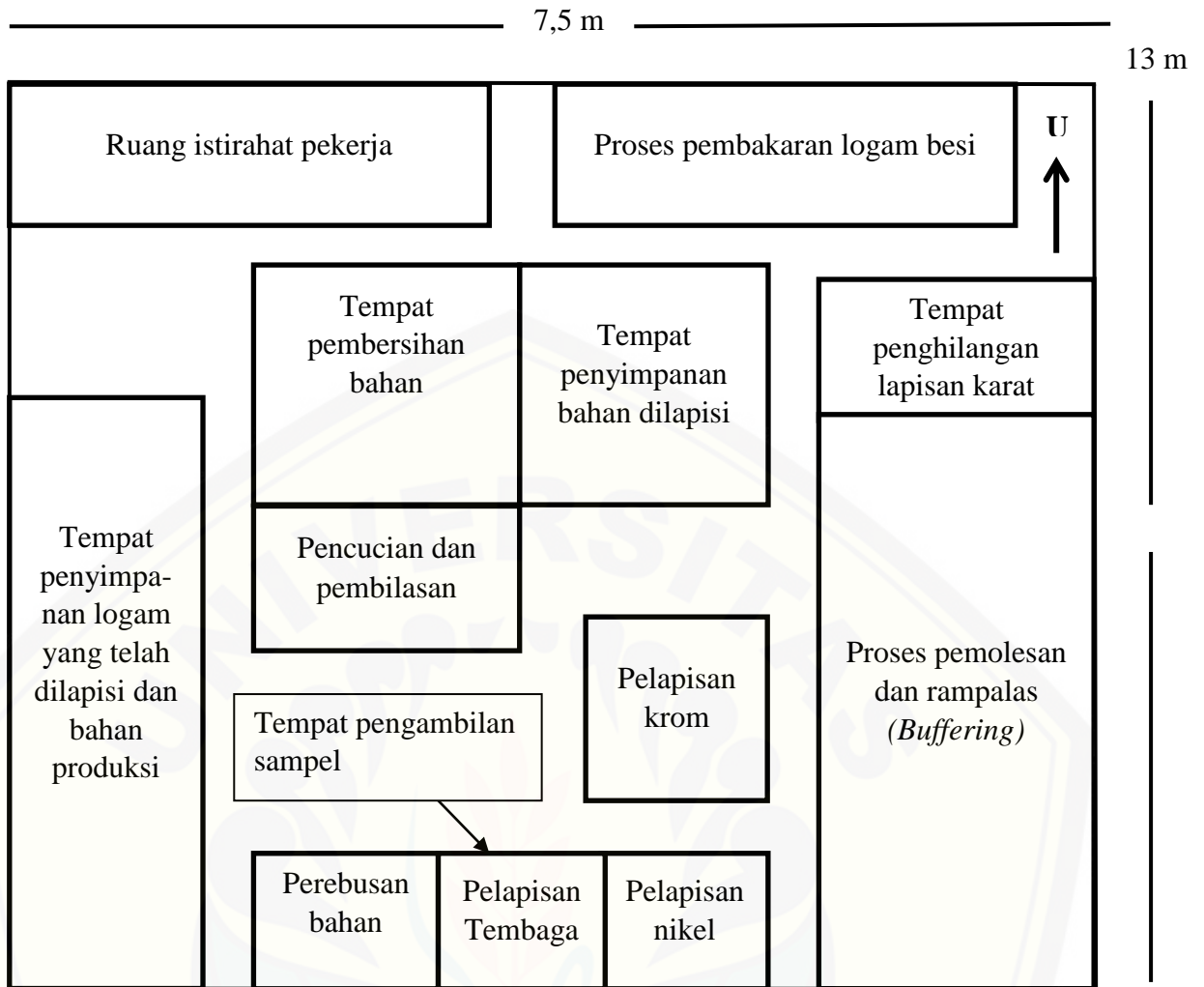
3.3 Objek Penelitian dan Teknik Pengambilan Objek Penelitian

3.3.1 Objek Penelitian

Objek yang diambil dalam penelitian ini adalah limbah cair electroplating yang mengandung Cu. Limbah cair dicampur dengan sebuk limbah tahu sebagai media adsorben logam berat Cu. Jumlah objek sebanyak 24 liter air limbah yang mengandung Cu.

3.3.2 Teknik Pengambilas Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Grab Samples* yaitu air limbah yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu. Sesuai dengan SNI 6989.59:2008 tentang Air dan Air Limbah Bagian 59; metode pengambilan contoh air limbah, yaitu untuk industri yang belum memiliki IPAL dan tidak terdapat bak ekualisasi, maka pengambilan sampel dapat dilakukan pada saluran sebelum masuk ke badan lingkungan dengan cara sesaat (*grab samples*).



Gambar 3. 2 Denah Pengambilan Sampel

3.4 Replikasi Penelitian

Penentuan banyaknya pengulangan untuk setiap perlakuan diperoleh berdasarkan rumus pengulangan untuk desain RAL (Rancangan Acak Lengkap), yaitu dengan rumus $(t-1)(r-1) \geq 15$, t adalah *treatment* (perlakuan) sebanyak 4 dan r adalah banyaknya replikasi (Pengulangan) (Hanfiah, 2014:9). Berdasarkan rumus tersebut maka dapat diperoleh jumlah replikasi sebanyak:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(4-1)(r-1) \geq 15$$

$$3r - 3 \geq 15$$

$$3r \geq 18$$

$$r \geq 6$$

Keterangan:

t : perlakuan, yaitu = 4

r : pengulangan, yaitu = 6

15 : faktor nilai derajat kebebasan

Maka dapat diketahui bahwa hasil replikasi minimal sebanyak 6 kali. Dalam penelitian ini replikasi yang digunakan sebanyak 6 kali, jadi dari 4 perlakuan tersebut maka akan dilakukan sebanyak 6 kali pengulangan terhadap masing-masing perlakuan, maka jumlah sampel sebanyak 24 sampel.

Tabel 3.1 Tata Letak RAL Penelitian

Kontrol (tanpa perlakuan)	Pelakuan 2 (1gr/L)	Perlakuan 3 (3gr/L)	Perlakuan 4 (5/L)
K1	X1 (1)	X2 (1)	X3 (1)
K2	X1 (2)	X2 (2)	X3 (2)
K3	X1 (3)	X2 (3)	X3 (3)
K4	X1 (4)	X2 (4)	X3 (4)
K5	X1 (5)	X2 (5)	X3 (5)
K6	X1 (6)	X2 (6)	X3 (6)

3.5 Variabel Penelitian, Definisi Operasional, Cara Pengukuran, Hasil Pengukuran dan Skala Data

3.5.1 Variabel Penelitian

Variabel adalah sesuatu yang digunakan sebagai ciri, sifat, atau ukuran sifat atau ukuran yang dimiliki atau didapatkan oleh satuan penelitian tentang sesuatu konsep (Notoadmojo, 2010:103), Variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu.

a. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2015:39). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar Cu pada limbah cair Industri Elektroplating X Kelurahan Tegal Besar Kabupaten Jember.

b. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (terikat) (Sugiyono, 2015:39). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah serbuk limbah tahu yang dikontakkan dengan air limbah elektroplating yang mengandung Cu dengan konsentrasi serbuk ampas tahu yaitu 1gr/L, 3gr/L, dan 5gr/L dengan waktu kontak selama 90 menit.

c. Variabel Kendali

Variabel pengganggu atau *confounding variable* adalah variabel yang mengganggu terhadap hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Variabel kendali ini ada apabila terdapat faktor atau variabel ketiga pengganggu yang berkaitan dengan faktor risiko dan akibat *outcome*. Variabel pengganggu dapat terjadi dengan cara: membuat suatu perbedaan yang nyata antara kelompok-kelompok, meskipun sebenarnya perbedaan tidak ada, atau menyembunyikan suatu perbedaan yang sebenarnya ada (Notoadmodjo, 2010:104). Variabel kendali dalam penelitian ini adalah kondisi mudah busuknya limbah padat tahu, suhu, dan kandungan logam berat lain yang terkandung dalam limbah cair Industri Elektroplating. Maka untuk meminimalisir variabel pengganggu kondisi mudah busuknya limbah tahu tersebut peneliti melakukan penjemuran limbah tahu dengan suhu ruangan selama 1 hari.

3.5.2 Definisi Operasional

Definisi operasional adalah uraian tentang batasan variabel yang dimaksud, atau tentang apa yang diukur oleh variabel yang bersangkutan. Definisi operasional diperlukan agar pengukuran variabel atau pengumpulan data

(variabel) itu konsisten antara sumber data (responden) yang satu dengan responden yang lain (Notoadmodjo, 2010:111-112). Definisi operasional yang diberikan kepada variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Skala Data	Cara Pengukuran	Satuan
Kadar Cu	Jumlah logam berat Cu dalam air yang dinyatakan dengan satuan mg/l	Rasio	Spektrofoto-metri	mg/l
Serbuk limbah padat tahu	Serbuk yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah padat tahu menjadi serbuk setelah dikeringkan di suhu 60° C selama 14 jam. Adapun variasi konsentrasi serbuk limbah padat tahu digunakan dalam penelitian ini adalah 1gr/L, 3gr/L, dan 5gr/L.	Rasio	Timbangan analitik	mg/l

3.6 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah :

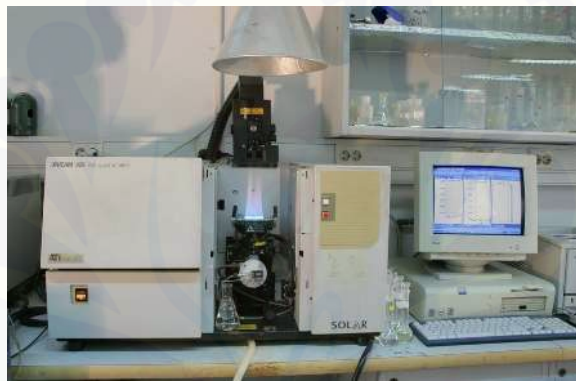
a. Alat

- 1) Botol air mineral sebanyak 24 botol
- 2) Ember
- 3) Timbangan analitik
- 4) Corong *Buchner*
- 5) Ayakan 60 mesh
- 6) Alat Tulis
- 7) Kertas saring whatman 40, dengan ukuran pori θ 0.42 μ m
- 8) Stopwatch
- 9) Oven
- 10) Gelas Ukur
- 11) Erlenmeyer
- 12) AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)

13) Blender



Gambar 3.3 Ayakan 60 mesh



Gambar 3. 4 Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

- 1) Serbuk limbah tahu padat
- 2) Air limbah yang mengandung Cu

3.7 Prosedur Penelitian**3.7.1 Proses Pembuatan Serbuk Limbah Tahu**

Dalam pembuatan serbuk limbah tahu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Limbah tahu padat dikeringkan dalam suhu ruangan

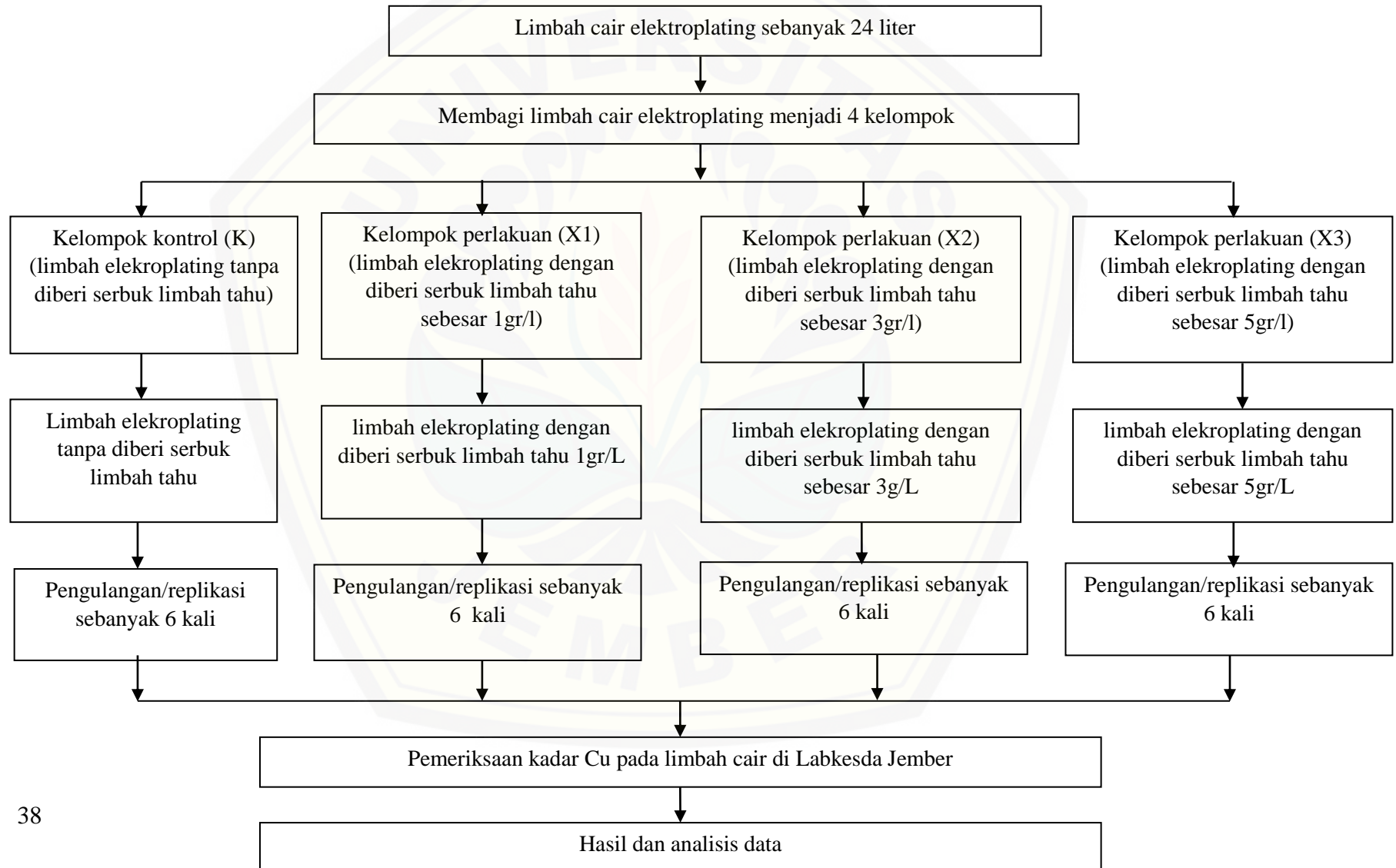
- b. Limbah tahu kering kemudian dipanaskan di oven dengan suhu 60°C selama 14 jam
- c. Limbah tahu yang sudah kering kemudian di haluskan dengan blender
- d. Serbuk limbah tahu kemudian diayak menggunakan ayakan 60 mesh
- e. Setelah diayak serbuk limbah tahu sudah siap digunakan menjadi adsorben
- f. Setelah itu hasil serbuk limbah tahu yang sudah menjadi adsorben disimpan dalam aluminium foil

3.7.2 Prosedur Perlakuan serbuk limbah tahu terhadap Limbah Cair Cu

Prosedur penelitian untuk melakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Pengambilan sampel limbah cair yang mengandung Cu sebanyak 24 liter
- b. Menghomogenkan limbah cair tersebut ke dalam ember dengan cara mengaduk
- c. Menuangkan limbah cair yang sudah dihomogenkan ke dalam botol masing masing sebanyak 1 liter
- d. Mengukur kadar Cu pada limbah cair dengan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)
- e. Serbuk limbah tahu dengan variasi kadar 1gr/L, 3gr/L, dan 5gr/L yang sebelumnya ditimbang dengan timbangan analitik kemudian dicampurkan ke dalam limbah cair yang mengandung Cu pada masing-masing kelompok sampel perlakuan
- f. Melakukan pengocokan selama 5 kali pada sampel
- g. Mendinginkan serbuk limbah tahu yang sudah tercampur dengan Cu selama 90 menit
- h. Mencatat waktu menggunakan stopwatch selama 90 menit
- i. Melakukan pemisahan antara adsorben serbuk limbah tahu dengan air limbah Cu dengan cara disaring menggunakan kertas saring whatmann 40, dengan ukuran pori θ 0,42 μm
- j. Mengukur penurunan kadar Cu pada limbah cair setelah dikontakkan dengan serbuk limbah tahu dengan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)

3.8 Kerangka Alur Prosedur Kerja Penelitian



3.9 Data dan Sumber Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah yang langsung diperoleh dari sumber data pertama di lokasi penelitian atau objek penelitian. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber kedua atau sumber sekunder dari data yang dibutuhkan. Data sekunder diperoleh dari sumber data sekunder, yaitu sumber data kedua setelah sumber data primer (Bungin, 2005:122).

3.9.1 Data Primer

Data primer dalam penelitian ini berupa hasil pemeriksaan kadar Cu pada limbah cair yang belum mendapat perlakuan dan yang sudah mendapat perlakuan penambahan serbuk limbah tahu dengan variasi konsentrasi yang berbeda dalam masing-masing sampel.

3.9.2 Data sekunder

Data sekunder di peroleh melalui studi kepustakaan dan data yang diperoleh dari instansi seperti dinas perindustrian dan perdagangan dan studi kepustakaan sebagai penunjang penelitian.

3.10 Teknik dan Intrumen Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dengan cara observasi yaitu suatu prosedur yang berencana, yang antara lain meliputi melihat, mendengar, dan mencatat sejumlah dan taraf aktivitas tertentu atau situasi tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti (Notoadmodjo, 2010:131). Pengamatan dalam penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran kadar Cu pada limbah cair sebelum dan sesudah mendapat perlakuan penambahan serbuk limbah tahu di laboratorium.

3.10.1 Teknik Penyajian dan Analisis Data

Teknik analisis data diperlukan agar penelitian dapat mengembangkan kategori dan sebagai perbandingan yang kontras untuk menemukan sesuatu yang

mendasar dan memberi gambaran apa adanya (Sedarmayanti dan Hidayat, 2002:166).

Teknik analisis data penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dan analitik. Analisis deskriptif menggambarkan hasil uji laboratorium. Data disajikan secara deskriptif dan dalam bentuk grafik. Uji statistik dilakukan untuk melihat perbedaan pemberian serbuk limbah tahu terhadap penurunan kadar Cu pada limbah cair yang tidak diberi serbuk limbah tahu dengan limbah cair yang diberi serbuk limbah tahu. Uji statistik dilakukan dengan menggunakan uji anova satu arah (*one way anova*). Uji one way anova merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antara variabel bebas dengan satu variabel terikat (Kuswadi dan Mutiara, 2004). Uji One way anova dilakukan dengan menggunakan SPSS dengan menggunakan interval kepercayaan 95% atau *level of significancy* 5% untuk melihat perbedaan masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat.

Adapun langkah-langkah dalam prosedur uji *one way anova* adalah:

a. Tes Homogenitas Varians

Asumsi dasar dari analisis ANOVA adalah seluruh kelompok penelitian harus memiliki varian yang sama. Hipotesis yang digunakan dalam tes homogenitas varian adalah;

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05, maka seluruh varian populasi adalah sama

Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ 0,05, maka seluruh varian populasi adalah berbeda

b. Uji F

Uji analitik yang digunakan untuk menguji hipotesis nol bahwa semua kelompok mempunyai mean populasi yang sama adalah uji F. Harga F diperoleh dari rata-rata jumlah kuadrat mean square antara kelompok yang dibagi dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok.

Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ANOVA adalah:

H_0 : diduga bahwa seluruh kelompok memiliki rata-rata populasi yang sama

H_1 : diduga bahwa seluruh kelompok memiliki rata-rata populasi yang berbeda

Dasar dari pengambilan keputusan adalah:

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05, maka H_0 diterima

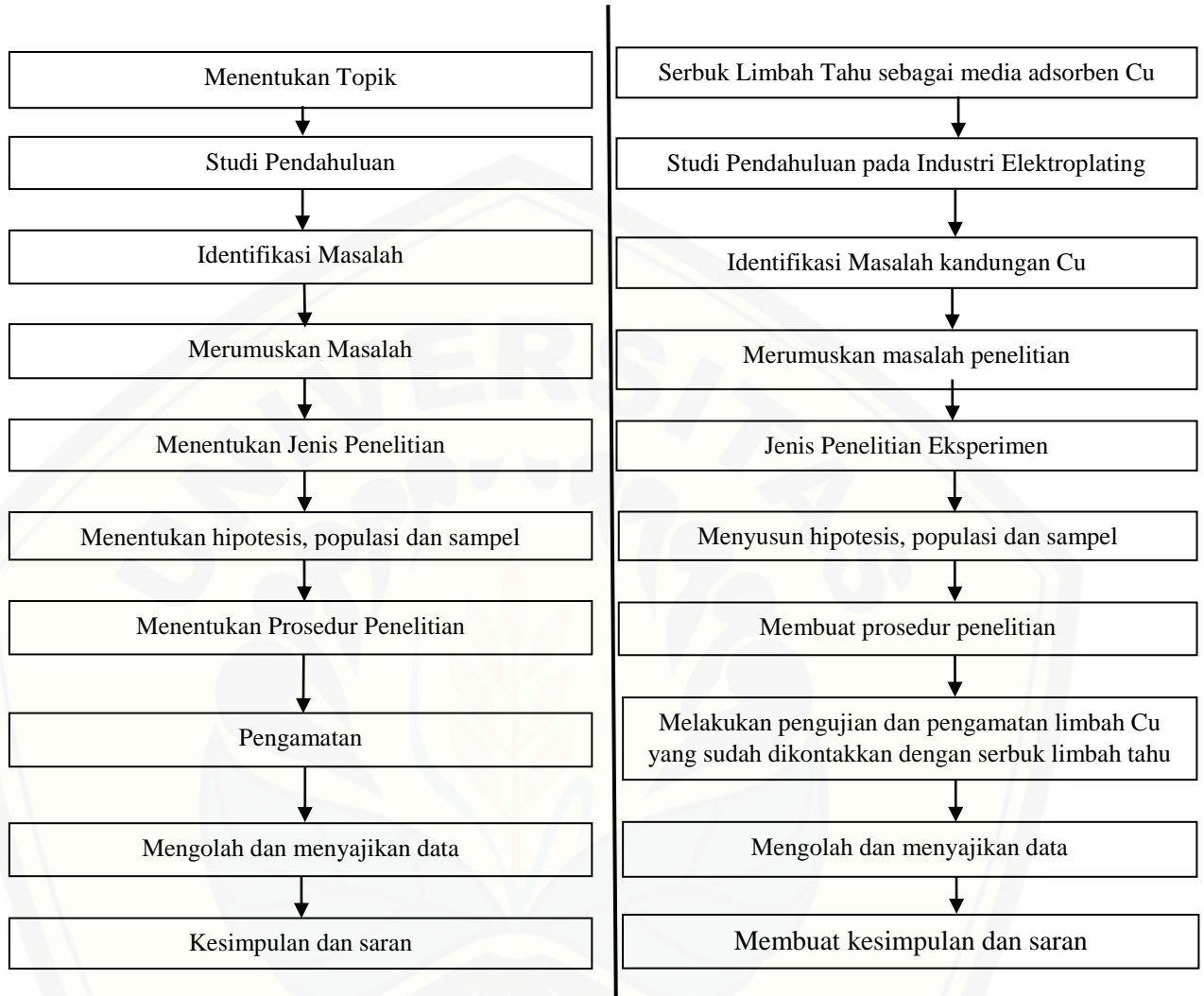
Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

c. Tes Post Hoc (Post Hoc Test)

Pengujian ANOVA (F test) telah diketahui bahwa secara umum seluruh kelompok memiliki perbedaan (tidak sama). Untuk mengetahui lebih lanjut perbedaan yang terjadi antar kelompok, maka digunakan Post Hoc Test dengan menggunakan salah satu fungsi Tukey (Ghozali, 2005:63).



3.11 Prosedur Penelitian



Gambar 3.6 Prosedur Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai “*Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Media Adsorben Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Limbah Elektrolatin*” diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Nilai kadar tembaga (Cu) pada air limbah industri elektroplating kelompok kontrol (K) atau kelompok air limbah yang mengandung tembaga (Cu) tanpa pemberian serbuk limbah tahu rata-rata sebesar 0,8783 mg/L
- b. Rerata kadar tembaga (Cu) pada air limbah industri elektroplating kelompok perlakuan pertama (X1) atau kelompok air limbah yang mengandung tembaga (Cu) yang diberi serbuk limbah tahu dengan konsentrasi sebesar 1 g/L adalah 0,7967 mg/L
- c. Rerata kadar tembaga (Cu) pada air limbah industri elektroplating kelompok perlakuan kedua (X2) atau kelompok air limbah yang mengandung tembaga (Cu) yang diberi serbuk limbah tahu dengan konsentrasi sebesar 3gr/L adalah 0,5833 mg/L
- d. Rerata kadar tembaga (Cu) pada air limbah industri elektroplating kelompok perlakuan ketiga (X3) atau kelompok air limbah yang mengandung tembaga (Cu) yang diberi serbuk limbah tahu dengan konsentrasi sebesar 5gr/L adalah 0,39 mg/L
- e. Terdapat perbedaan kadar tembaga (Cu) secara signifikan antara kelompok kontrol (K) dengan air limbah industri elektroplating dengan pemberian serbuk limbah tahu sebesar 1gr/L, 3gr/L dan 5gr/L dengan nilai signifikansi berturut-turut adalah 0,048, 0,000 dan 0,000. Prosentase penurunan kadar tembaga (Cu) pada perlakuan X1, X2 dan X3 berturut-turut adalah 9,29%; 33,58%; dan 55,59%.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan diatas disarankan sebagai berikut:

- a. Bagi Dinas Lingkungan Hidup diperlukan sosialisasi kepada pemilik industri elektroplating tentang bagaimana cara mengelola limbah cair yang benar dan efek yang ditimbulkan akibat pembuangan limbah cair tanpa ada pengelolaan yang benar dengan metode diskusi dan pemberian poster untuk ditempel di industri elektroplating tersebut
- b. Bagi Pemilik Industri Tahu dapat bekerjasama dengan masyarakat sekitar terkait pemanfaatan ampas tahu yang dimiliki untuk dijadikan media adsorben logam berat tembaga (Cu) sehingga adsorben yang dihasilkan bisa dijual ke industri pelapisan logam maupun industri lainnya yang dalam proses produksinya menghasilkan limbah logam berat
- c. Bagi Industri elektroplating diharapkan memiliki IPAL dan dapat memanfaatkan serbuk limbah tahu untuk dijadikan alternatif media pengolahan limbah cair yang dihasilkan, terutama dalam menurunkan logam berat tembaga (Cu)
- d. Bagi peneliti selanjutnya dapat memanfaatkan serbuk limbah tahu sebagai media adsorben logam berat lainnya, dapat menggunakan alat *magnetic strrier* (mesin pengaduk) dalam proses pengadukan sehingga dapat diperoleh kondisi adsorbs yang maksimal serta dapat menggunakan konsentrasi serbuk limbah tahu yang berbeda untuk mengetahui konsentrasi maksimal yang dapat menurunkan logam berat tembaga (Cu) pada air limbah elektroplating.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianita, R., Y. Dewilda, dan M. Rahayu. 2014 Potensi Fly Ash Sebagai Adsorben dalam Menyisihkan Logam Berat Cromium (Cr) pada Limbah Cair Industri. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 11(1): 70
- Agung, T., dan H. S. Winata. Pengolahan Air Limbah Industri Tahu dengan Menggunakan Teknologi Plasma. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 2(2): 20
- Allo., M. Zakir, dan N. L. Nafie. 2014. Pemanfaatan Serbuk Kayu Meranti Merah (Shorea Parvifolia Dyer) Sebagai Biosorben Ion Logam Cu(Ii). *Indonesia Chimica Acta*
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta
- Asip, F., R. Mardhiah, dan Husna. 2008. Uji Efektifitas Cangkang Telur Dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(15): 22
- Babel S, Kurniawan TA. 2003. Various treatment technologies to remove arsenic and mercury from contaminated groundwater: an overview. In: Proceedings of the First International Symposium on Southeast Asian Water Environment, Bangkok, Thailand, 24-25 October: 433-440.
- Bungin, B. 2005. *Metodelogi Penelitian Kuantitatif Komunikasi, Ekonomi, dan Kebijakan Publik serta Ilmu Ilmu- Ilmu Sosial Lainnya*. Jakarta: Prenada Media
- Chandra, B. 1995. *Pengantar Statistik Kesehatan*. Palembang: Penerbit Buku Kedokteran
- Darsyah, M.Y. 2014. Penggunaan *Stem And Leaf* Dan *Boxplot* Untuk Analisis Data. *Jurnal Program Studi Statistika*.1(1): 56
- Coniwanti., A. Herlanto, dan I. Anggraini. 2009. Pembuatan Biogas dan Ampas Tahu. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(16): 39
- Fitriyah, A. W., Y. Utomo, dan I. K. Kusumaningrum. 2013. Analisis Kandungan Tembaga (Cu) dalam Air dan Sedimen di Sungai Surabaya. 2(1): 2
- Ghozali, I. 2005. *Analisis Multivairate dengan Program SPSS*. Edisi Ketiga. Semarang: BP Universitas Diponegoro

- Hadiwidodo, M. 2008. Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben dalam Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Logam Cu. *Jurnal Teknik*. 29(1):55
- Hanfiah, K. 2014. *Rancangan Percobaan: Teori & Aplikasi. Edisi Ketiga*. Jakarta: Rajawali Press
- Hasrianti. 2012. Adsorpsi ION Cd^{2+} dan Cr^{6+} pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong . *Skripsi*. Universitas Hassanudin
- Hidayat, A. A. A. 2010. *Metode Penelitian Kesehatan*. Surabaya: Health Book Pubhling
- Irianto, K. 2014. *Ekologi Kesehatan*. Bandung: Alfabeta
- Kaswinarni, F. 2007. Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu. *Tesis*. Universitas Diponegoro
- Komari. N., A. B. Junaidi, dan Fatmawati. 2007. Penggunaan Biomassa Potamogeton Sp Terimobilkan Pada Silika Gel Sebagai Biosorben Cd(II). *Jurnal Sains Kimia dan Terapan*. 1(1):40
- Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor: Kep-02/Menklh/I/1988 Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan
- Kuswandi, M. E. 2004. *Delta Delapan Langkah Tujuh Alat untuk Peningkatan Mutu Berbasis Komputer*. Jakarta: PT. Elex Media Komputind
- Lahenda, S. S. 2015. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia erassipes*) Terhadap Penurunan Kadar Merkuri (Hg) Limbah Cair Pada Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI). *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember
- Lubis, S., Sugianto, dan S.Suheri. 2013. Nilai Maksimum/Minimum pada Fungsi dengan Variabel Berpangkat Bilangan Bulat Menggunakan Pertidaksamaan Aritmetika-Geometri. *Jurnal Buletin Ilmiah Matematika Statistik dan Terapannya (Bimaster)*. 2(1): 7
- Masipupu, F. 2012. Pengkontruksian Grafik Pengendali Berdasarkan *Boxplot* Univariat dan Bivariat. *Tugas Akhir*. Fakultas Sains dan Matematika Program Studi Matematika Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga
- Mauna, R. 2015. Kandungan Kromium (Cr) pada Limbah Cair dan Air Sungai Serta Keluhan Kesehatan Masyarakat di Sekitar Industri Elektroplating (Studi di Industri Elektroplating X Kelurahan Tegal Besar Kecamatan

Kaliwates Kabupaten Jember. *Skripsi*. Jember: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Muchtaridi dan S. Justiana. *Kimia 2*. Bogor: Yudhistira

Nahak, D. L. 2016. Pengaruh Perbedaan Komposisi Pakan Ampas Tahu Terfermentasi *Rhizopus Oryzae* Terhadap Pertumbuhan Berat Ikan Patin (*Pangasius djambal*) Pada Skala Laboratorium. *Skripsi*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sanata Dharma

Nohong. 2010. Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmiun dan Besi Dalam Air Lindi TP. *Jurnal Pembelajaran Sains*. 6(2): 257-269

Notoatmodjo, S. 2010. *Metode Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta

Nugroho, D. 2013. Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tahu dan Reaktor Biosand Filter untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Fe^{3+} dan Zn^{2+} pada Industri Galvanis. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang

Nurhasni., Z. Salimin, dan I. Nurifitriyani. 2013. Pengelolaan Limbah Industri Elektroplating dengan Proses Koagulasi Flokulasi. [Serial online]. <http://jurnal.fmipa.unila.ac.id/index.php/semirata/article/viewFile/827/646> [Diakses 20 Desember 2016]

Opeolu., O. Bamgbose, T.A. Arowolo, dan M.T. Adetunji. Utilization of biomaterials as adsorbents for heavy metals' removal from aqueous matrices. *Scientific Research and Essays*. 5(14): 1780

Pratiwi, N. E., E. Husaini, dan E. Suhartono. 2016. Filtrasi Campuran Pasir Dan Ampas Tahu Kering Sebagai Adsorben Logam Besi Dan Mangan Pada Air Gambut. *Jurnal Berkala Kesehatan*. 1(2): 140

Palar, H. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta

Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 1990. *Pengendalian Pencemaran Air*.

Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 4161

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011. *Sungai*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2011 Nomor 5230

- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010. *Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air*.
- Rafatullah. M., O. Sulaiman, dan A. Ahmad. 2009. Adsorption of copper (II), chromium (III), nickel (II) and lead (II) ions from aqueous solutions by meranti sawdust. *Journal of Hazardous Materials*.170: 971
- Rahayu, L. H, dan S. Purnavita. 2014. Pengaruh Suhu dan Waktu Adsorpsi Terhadap Sifat Kimia-Fisika Minyak Goreng Bekas Hasil Pemurnian Menggunakan Adsorben Ampas Pati Aren dan Bentonit. *Jurnal Momentum*. 10(2): 37
- Roekmijati. 2002. Presipitasi Bertahap Logam Berat Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Menggunakan Larutan Kaustik Soda. *Jurnal kimia lingkungan*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Riduwan., A. Rusyana, dan Enas. *Cara Mudah Belajar SPSS 17.0 dan Aplikasi Statistik Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Said., N.A. Badawy, dan S.E. Garamon. 2012. Adsorption of Cadmium (II) and Mercury (II) onto Natural Adsorbent Rice Husk Ash (RHA) from Aqueous Solutions: Study in Single and Binary System. *International Journal of Chemistry*. 1:69
- Saleh, A. A. 2014 *Elektroplating Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik*. Bandung: Yrama Widya
- Sedarmayanti dan S. Hidayat. 2002. *Metode Penelitian*. Bandung: Penerbit Mandar Maju
- Sekarwati, N., B. Murachman, dan Sunarto. 2015. Dampak Logam Berat Cu (Tembaga) dan Ag (Perak) Pada Limbah Cair Industri Perak Terhadap Kualitas Air Sumur dan Kesehatan Masyarakat Serta Upaya Pengendaliannya di Kota Gede Yogyakarta. *Ekosains*. 7(2): 5
- Shah BA, Shah AV, Singh RR (2009) Sorption isotherms and kinetics of chromium uptake from wastewater using natural sorbent material. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 6 (1): 77-90.
- Siti Nur AA, Mohd Halim SI, Lias Kamal Md, Shamsul Izhar (2013) Adsorption Process of Heavy Metals by Low-Cost Adsorbent: A Review. *World Applied Sciences Journal* 28: 1518-1530.

- Solikhah, S. dan B. Utami. 2014. Perbedaan Penggunaan Adsorben dari Zeolit Alam Teraktivasi dan Zeolit Terimobilisasi Dihizon untuk Penyerapan Ion Logam Tembaga (Cu^{2+}). *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI*. Surakarta: Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Negeri Surakarta
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta
- Sutrisno, C.T. 2002. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Suteu D., G. Biliuta, L.Rusu, S.Coseri, G. Nacu. 2015. Cellulose Cellets As New Type Of Adsorbent For The Removal Of Dyes From Aqueous Media. *Environmental Engineering and Management Journal*. 14(3):530
- Suyono dan Budiman. 2010. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Suyono. 2014. *Pencemaran Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Syauqiah, I., M. Amalia, dan H.A. Kartini. 2011 Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif . *Jurnal Info Teknik*. 12(1): 14
- Taniredja, T. dan H. Mustafidah. 2011. *Penelitian Kuantitatif (Sebuah Pengantar)*. Bandung: Alfabeta
- Taufieq, N. A. S. 2010. Pemanfaatan Zeolit dan Bokashi Ampas Tahu untuk Menekan Konsentrasi Logam Berat pada Tanah Podsolik Merah Kuning di Soroako. *Jurnal Chemica*. 11(1): 9-14
- Tripathi, A. dan M. R. Ranjan. 2015. Heavy Metal Removal from Wastewater Using Low Cost Adsorbents. *Jurnal Bioremed Biodeg*. 6: 1
- Walfe, D. 1984. *Chemistry Introduce to College*. USA: MC. Graw Hill Book Compars.
- Warlina, L. 2004. Pencemaran Air, Sumber, Dampak dan Penanggulangannya. Institut Pertanian Bogor, http://rudycr.com/PPS702-iCu/08234/lina_warlina.pdf {diakses 2 November 2010Desember 2016}
- Widowati, W., A. Sastiono, dan R. Jusuf. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: Andi

LAMPIRAN

Lampiran A. *Informed Consent*

INFORMED CONSENT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

Alamat :

Umur :

Menyatakan bersedia menjadi informan penelitian dari:

Nama : Vera Dwi Jayantiningrum

NIM : 132110101043

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

Judul : Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Media Adsorben Logam
Berat Tembaga (Cu) Pada Limbah Elektroplating

Prosedur penelitian ini tidak akan memberikan dampak dan risiko apapun pada responden. Saya telah diberikan penjelasan mengenai hal tersebut di atas dan saya telah diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai hal-hal yang belum dimengerti dan telah mendapatkan jawaban yang jelas dan benar.

Dengan ini, saya menyatakan secara sukarela dan tanpa tekanan untuk ikut sebagai subjek penelitian ini.

Jember, 2017

(.....)

Lampiran B. Lembar Cheklist Alat Penelitian

Nama Peneliti : Vera Dwi Jayantiningrum

Tanggal Penelitian : 16 Juli 2017

Tempat Penelitian : Laboratorium Biologi Fakultas Farmasi Universitas Jember

No	Nama Alat	Jumlah Alat yang dibutuhkan	Keberadaan Alat	
			Ada	Tidak Ada
1.	Botol air mineral ukuran 1,5 liter	42 botol	Ada	
2.	Ember besar	1 buah	Ada	
3.	Timbangan Analitik	1 buah	Ada	
4.	Corong Buchner	6 buah	Ada	
5.	Ayakan 60 mesh	1 buah	Ada	
6.	Kertas Saring Whatman	24 lembar	Ada	
7.	Stopwatch	1 buah	Ada	
8.	Karung	6 lembar	Ada	
9.	Oven	1 buah	Ada	
10.	Gelas Ukur	4 buah	Ada	
11.	AAS	1 buah	Ada	
12.	Erlenmeyer	6 buah	Ada	
13.	Blender	1 buah	Ada	
14.	Panci Plastik	4 buah	Ada	

Lampiran C. Lembar Pemantauan Eksperimen

Proses Pembuatan Serbuk Limbah Tahu

No	Langkah Kerja	Kendala	Perubahan yang Terjadi
1.	Limbah tahu padat dikeringkan dalam suhu ruangan	Tidak ada	Ampas tahu yang awalnya basah menjadi setengah kering
2.	Limbah tahu kering kemudian dipanaskan di oven dengan suhu 60°C selama 14 jam	Penggunaan oven harus antri dengan peneliti yang lain hal tersebut dikarenakan oven yang ada di Laboratorium Biologi Fakultas Farmasi hanya satu	Ampas tahu yang awalnya setengah basah menjadi kering
3.	Limbah tahu yang sudah kering kemudian di haluskan dengan blender	Tidak ada	Ampas tahu kering yang awalnya ukurannya masih besar setelah diblender menjadi halus menyerupai serbuk
4.	Serbuk limbah tahu kemudian diayak menggunakan ayakan 60 mesh	Tidak ada	Ukuran serbuk limbah tahu menjadi sama
5.	Setelah diayak serbuk limbah tahu sudah siap digunakan menjadi adsorben	Tidak ada	Tidak ada perubahan
6.	Setelah itu hasil serbuk limbah tahu yang sudah menjadi adsorben disimpan aluminium foil	Tidak ada	Tidak ada perubahan

Lampiran D. Lembar Pemantauan Eksperimen

Prosedur Perlakuan serbuk limbah tahu terhadap Limbah Cair Cu

No	Langkah Kerja	Kendala	Perubahan yang Terjadi
1.	Pengambilan sampel limbah cair yang mengandung Cu sebanyak 24 liter	Tidak ada	Tidak ada perubahan yang terjadi, air limbah yang mengandung Cu dimasukkan ke dalam jurigen
2.	Menghomogenkan limbah cair tersebut ke dalam ember dengan cara mengaduk	Tidak ada	Kadar Cu bercampur rata
3.	Menuangkan limbah cair yang sudah dihomogenkan ke dalam botol masing masing sebanyak 1 liter	Tidak ada	Tidak ada perubahan
4.	Mengukur kadar Cu pada limbah cair dengan menggunakan alat AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>)	Alat AAS yang hanya satu buah	Tidak ada perubahan
5.	Serbuk limbah tahu dengan variasi: a. kadar 1gr/L yang sebelumnya ditimbang dengan timbangan analitik kemudian dicampurkan ke dalam limbah cair yang mengandung Cu pada masing-	Tidak ada	Kondisi air limbah sedikit keruh karena tercampur dengan serbuk limbah tahu

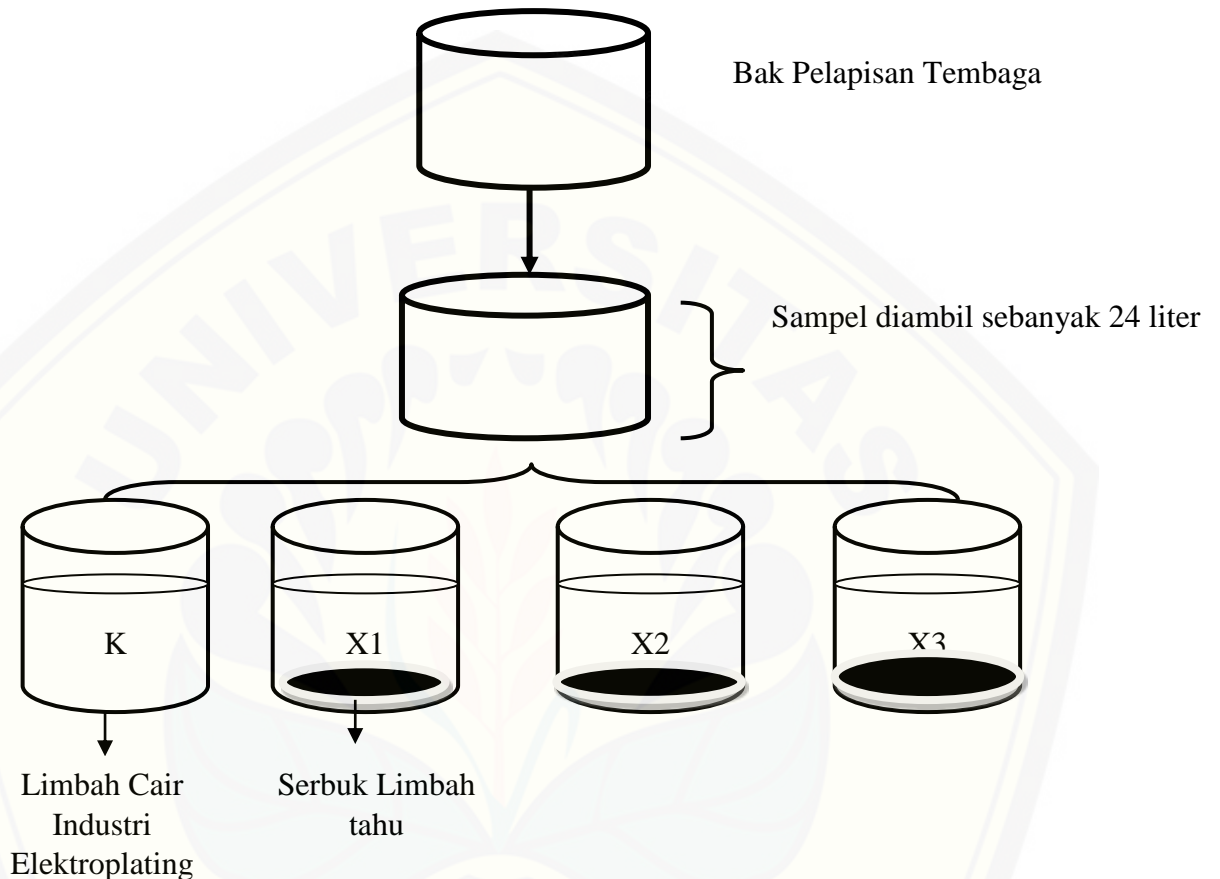
	<p>masing kelompok sampel perlakuan</p> <p>b. kadar 3gr/L yang sebelumnya ditimbang dengan timbangan analitik kemudian dicampurkan ke dalam limbah cair yang mengandung Cu pada masing-masing kelompok sampel perlakuan</p> <p>c. kadar 5gr/L yang sebelumnya ditimbang dengan timbangan analitik kemudian dicampurkan ke dalam limbah cair yang mengandung Cu pada masing-masing kelompok sampel perlakuan</p>		
6.	Melakukan pengocokan selama 5 kali pada sampel	Perbedaan kecepatan pada setiap pengocokan	Kondisi air limbah sedikit keruh
7.	Mendiamkan serbuk limbah tahu yang sudah tercampur dengan Cu selama 90 menit	Tidak ada	Serbuk limbah tahu mengendap
8.	Mencatat waktu menggunakan stopwatch selama 90 menit	Tidak ada	Tidak ada perubahan
9.	Melakukan pemisahan antara adsorben serbuk limbah tahu dengan air limbah Cu dengan cara	Tidak ada	Kondisi air limbah tidak keruh

	disaring menggunakan kertas saring whatmann 40, dengan ukuran pori θ 0,42 μm		
10.	Mengukur penurunan kadar Cu pada limbah cair setelah dikontakkan dengan serbuk limbah tahu dengan menggunakan alat AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>)	Tidak ada	Terjadi penurunan kadar tembaga (Cu) pada limbah industri elektroplating



Lampiran E. Gambar Model Perlakuan

Gambar Model Perlakuan



Keterangan :

- K : 1 Liter air limbah elektroplating yang mengandung Cu tanpa serbuk limbah tahu
- X1 : 1 Liter limbah elektroplating yang mengandung Cu dengan penambahan serbuk limbah tahu 1gr selama 90 menit
- X2 : 1 Liter limbah elektroplating yang mengandung Cu dengan penambahan serbuk limbah tahu 3gr selama 90 menit
- X3 : 1 Liter limbah elektroplating yang mengandung Cu dengan penambahan serbuk limbah tahu 5gr selama 90 menit

Lampiran F. Surat Ijin Penelitian

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT Jalan Kalimantan 77 Kampus Tegal Boro Kota Pos 199 Jember 68121 Telpun (0331) 337878, 322995, 322996, 331711 Faksimil (0331) 322998 E-mail : info@konmijac.id	
	19 JUN 2017	
Nomor	: 3000 / UN25.1.12 / SP / 2017	
Lampiran	: Satu bendel	
Hal	: Permohonan Ijin Penelitian	
Yth. Pimpinan Industri Elektroplating Villa Chrome Tegal Besar Jember		
Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini, untuk melaksanakan penelitian :		
N a m a	: Vera Dwi J.	
NIM	: 132110101043	
Judul penelitian	: Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Media Adsorben Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Industri Elektroplating	
Tempat penelitian	: Industri Elektroplating Villa Chrome Tegal Besar	
Lama penelitian	: Juli – Oktober 2017	
Sebagai bahan pertimbangan bersama ini kami lampirkan proposal penelitian. Atas perhatian dan perkenannya kami sampaikan terima kasih.		
		 Dr. Farida Wahyu Ningtyias, M.Kes. NIP. 198010092005012002

Lampiran G. Surat Ijin Penelitian

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT Jalan Kalimantan 57 Kampus Tigul Batu Kotak Pos 159 Jember 68121 Telepon (0331) 317878, 322965, 322996-31713 Faksimile (0331) 322969 Email : www.fkm.unjember.ac.id	
	Nomor : 3001 / UN25.1.12 / SP / 2017	19 JUN 2017
Lampiran : Satu bendel		
Hal : Permohonan Ijin Penelitian		
Yth. Pimpinan Industri Rumah Tangga Tahu Kelurahan Gebang Jember		
<p>Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini, untuk melaksanakan penelitian :</p>		
Nama	: Vera Dwi J.	
NIM	: 132110101043	
Judul penelitian	: Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Media Adsorben Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Industri Elektroplating	
Tempat penelitian	: Industri Rumah Tangga Tahu Gebang	
Lama penelitian	: Juli – Oktober 2017	
Sebagai bahan pertimbangan bersama ini kami lampirkan proposal penelitian.		
Atas perhatian dan perkenannya kami sampaikan terima kasih.		
		
Dr. Farida Wahyu Ningtyias, M.Kes. NIP.198010092005012002		

Lampiran H. Surat Ijin Peminjaman Alat Laboratorium



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
 Jalan Kalimantan 1/93 Kampus Bumi Tegal Boto Kutuk Pos 159 Jember 68121
 Telepon (0331) 337878, 322985, 322986, 331743 Faksimili (0331) 322985
 E-mail : www.jember.ac.id

Nomor : 3242 /UN25.1.12/SP/2017

03 JUL 2017

Hal : Permohonan Ijin Peminjaman Alat

Yth. Dekan Fakultas Farmasi
 Universitas Jember
 Jember

Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin untuk peminjaman alat bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini :

Nama : Vera Dwi J
 NIM : 132110101043
 Alat yang dipinjam : Timbangan analitik (1), corong buchner (3), ayakan 60 mesh (2), oven (1), gelas beaker (4), desikator (1), blender (1), dirigen besar (2)
 Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Media Adsorben Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Limbah Elektroplating
 Tempat Peminjaman Alat : Laboratorium Biologi Fakultas Farmasi Universitas Jember

Adapun teknis dan ketentuan peminjaman alat kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara.

Atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.

Pembantu Dekan
 Bidang Akademik,

Dr. Farida Wahyu Ningtyias, M. Kes.
 NIP 198010092005012002

Lampiran I. Hasil Uji Laboratorium

REKAPITULASI HASIL ANALISA SAMPEL AIR LIMBAH INDUSTRI ELECTROPLATTING
PADA PEMERIKSAAN KIMIA TERBATAS CUPRUM (Cu)

NO	HOMOR SAMPEL	JENIS SAMPEL	TANGGAL PENGAMBILAN	JAM PENGAMBILAN (WIB)	TANGGAL PENGIRIMAN	JAM PENGIRIMAN (WIB)	ALAMAT	PETUGAS PENGAMBIL SAMPEL	HASIL Cu (mg/l)
1	527-A	AL ELECTRO PLATTING (KONTROL 1)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,88
2	528-A	AL ELECTRO PLATTING (KONTROL 2)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,82
3	529-A	AL ELECTRO PLATTING (KONTROL 3)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,85
4	530-A	AL ELECTRO PLATTING (KONTROL 4)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,81
5	531-A	AL ELECTRO PLATTING (KONTROL 5)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,83
6	532-A	AL ELECTRO PLATTING (KONTROL 6)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,86
7	533-A	AL ELECTRO PLATTING X1 (1)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,75
8	534-A	AL ELECTRO PLATTING X1 (2)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,83
9	535-A	AL ELECTRO PLATTING X1 (3)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,87
10	536-A	AL ELECTRO PLATTING X1 (4)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,78
11	537-A	AL ELECTRO PLATTING X1 (5)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,73
12	538-A	AL ELECTRO PLATTING X1 (6)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,80
13	539-A	AL ELECTRO PLATTING X2 (1)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,57
14	540-A	AL ELECTRO PLATTING X2 (2)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,54
15	541-A	AL ELECTRO PLATTING X2 (3)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,63
16	542-A	AL ELECTRO PLATTING X2 (4)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,62
17	543-A	AL ELECTRO PLATTING X2 (5)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,55
18	544-A	AL ELECTRO PLATTING X2 (6)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,59
19	545-A	AL ELECTRO PLATTING X3 (1)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,37
20	546-A	AL ELECTRO PLATTING X3 (2)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,48
21	547-A	AL ELECTRO PLATTING X3 (3)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,40
22	548-A	AL ELECTRO PLATTING X3 (4)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,33
23	549-A	AL ELECTRO PLATTING X3 (5)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,39
24	550-A	AL ELECTRO PLATTING X3 (6)	08/08/2017	07.00	08/08/2017	09.20	Perumahan Villa Teggal Besar Jember	Sdr. Vera Dwi J. (FKM Univ. Jember)	0,37

Jember, 10 Agustus 2017

UNIT PELAKSANA TEKNIS
KEMENTERIAN KESEHATAN, PENGGUJIAN
KAPASITAS ALAT KESEHATAN
ERWAN WIDIYATMOKO, ST
Penata
NIP. 19780205 200012 1 003

Lampiran J. Hasil Uji Statistik ANOVA

1. Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		KONTROL	X1	X2	X3
N		6	6	6	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,8783	,7967	,5833	,3900
	Std. Deviation	,06306	,04719	,03670	,05020
Most Extreme Differences	Absolute	,173	,172	,174	,254
	Positive	,173	,172	,151	,254
	Negative	-,139	-,161	-,174	-,178
Kolmogorov-Smirnov Z		,425	,421	,427	,623
Asymp. Sig. (2-tailed)		,994	,994	,993	,832

2. Uji Homogenitas Varian

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,472	3	20	,706

3. Uji One Way Anova

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,871	3	,290	115,279	,000
Within Groups	,050	20	,003		
Total	,921	23			

4. Post Hoc Test

Multiple Comparisons

(I) PERLAKUAN	(J) PERLAKUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval
					Lower Bound
KONTROL	X1	,08167 ⁺	,02897	,048	,0006
	X2	,29500 ⁺	,02897	,000	,2139
	X3	,48833 ⁺	,02897	,000	,4073
X1	KONTROL	-,08167 ⁺	,02897	,048	-,1627
	X2	,21333 ⁺	,02897	,000	,1323
	X3	,40667 ⁺	,02897	,000	,3256
X2	KONTROL	-,29500 ⁺	,02897	,000	-,3761
	X1	-,21333 ⁺	,02897	,000	-,2944
	X3	,19333 ⁺	,02897	,000	,1123
X3	KONTROL	-,48833 ⁺	,02897	,000	-,5694
	X1	-,40667 ⁺	,02897	,000	-,4877
	X2	-,19333 ⁺	,02897	,000	-,2744

Lampiran K. Dokumentasi



Gambar 1. Ampas Tahu Basah



Gambar 2. Proses Pengeringan Ampas Tahu dengan suhu ruangan ± 1 hari



Gambar 3. Ampas Tahu setelah dikeringkan dengan suhu ruangan ± 1 hari



Gambar 4. Persiapan pengovenan Ampas Tahu



Gambar 5. Pengovenan Ampas Tahu dengan suhu 60°C



Gambar 6. Pengayakan dengan ayakan 60 mesh



Gambar 7. Ampas Tahu yang sudah diayak



Gambar 8. Menimbang massa adsorben dengan menggunakan timbangan analitik



Gambar 9. Menghomogen air limbah



Gambar 10. Pengontakkan serbuk dengan air limbah



Gambar 11. Limbah cair setelah diberi perlakuan



Gambar 12. Penyaringan