

SKRIPSI

EFEKTIVITAS KULIT KACANG TANAH (*Arachis hypogaea L.*) SEBAGAI BIOADSORBEN LOGAM BERAT KROMIUM VI PADA LIMBAH INDUSTRI PELAPISAN LOGAM KROM



DISUSUN OLEH:

CHOTIMATUS KARTIKA OCTAVIA A.B.

1509.13251.181

PROGRAM STUDI S1 KESEHATAN LINGKUNGAN

STIKES WIDYAGAMA HUSADA

MALANG

2019

SKRIPSI

EFEKTIVITAS KULIT KACANG TANAH (*Arachis hypogaea L.*) SEBAGAI BIOADSORBEN LOGAM BERAT KROMIUM VI PADA LIMBAH INDUSTRI PELAPISAN LOGAM KROM



**Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana
Kesehatan Lingkungan**

DISUSUN OLEH:

CHOTIMATUS KARTIKA OCTAVIA A.B.

1509.13251.181

PROGRAM STUDI S1 KESEHATAN LINGKUNGAN

STIKES WIDYAGAMA HUSADA

MALANG

2019

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

EFEKTIVITAS KULIT KACANG TANAH (*Arachis hypogaea L.*) SEBAGAI BIOADSORBEN LOGAM BERAT KROMIUM VI (Cr VI) PADA LIMBAH INDUSTRI PELAPISAN LOGAM KROM

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Lingkungan

Oleh:

CHOTIMATUS KARTIKA OCTAVIA A.B.

NIM. 1509.13251.181

Menyetujui untuk diuji:

Pembimbing I

Pembimbing II

Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes
NDP. 2012.247

Misbahul Subhi, S.KM., M.KL
NDP. 2012.240

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

EFEKTIVITAS KULIT KACANG TANAH (*Arachis hypogaea L.*) SEBAGAI BIOADSORBEN LOGAM BERAT KROMIUM VI (Cr VI) PADA LIMBAH INDUSTRI PELAPISAN LOGAM KROM

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Lingkungan

Oleh:

CHOTIMATUS KARTIKA OCTAVIA A.B.

NIM. 1509.13251.181

Telah diuji pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 21 Agustus 2019

Dan dinyatakan lulus oleh:

Penguji I

(Arie Dwi Alristina, S.KM., M.Kes)

NDP.

Penguji II/ Pembimbing I

Penguji III/ Pembimbing II

(Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes)

NDP. 2012.247

Misbahul Subhi, S.KM., M.KL

NDP. 2012.240

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Efektivitas Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Sebagai Bioadsorben Logam Berat Kromium VI (Cr VI) Pada Limbah Industri Pelapisan Logam Krom” sebagai salah satu persyaratan Akademis dalam rangka menyelesaikan kuliah di Program Studi S-1 Kesehatan Lingkungan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widyagama Husada Malang.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang penuh kepada Ibu Tiwi Yuniastuti S.Si.,M.Kes dan Bapak Misbahul Subhi. S.KM.,M.KL selaku pembimbing yang telah memberikan petunjuk, koreksi serta saran sehingga terwujudnya tugas akhir ini.

Terimakasih dan penghargaan kami sampaikan pula kepada yang terhormat:

1. Bapak Rudi Joegijantoro, dr., MMRS selaku Ketua STIKES Widyagama Husada Malang
2. Bapak Misbahul Subhi S.KM., M.KL selaku Kaprodi S1 Kesehatan Lingkungan
3. Segenap staf karyawan STIKES Widyagama Husada Malang yang telah membantu dan melayani segala keperluan akademik penulis
4. Kedua orang tua yang tercinta Bapak Basuki Rachmad dan Ibu Chusnul Chotimah serta adikku Sawung Chandra atas segala dukungan, pengorbanan, doa, kesabaran dan tidak pernah lelah dalam mendidik serta memberi cinta yang tulus dan ikhlas.
5. Seluruh teman-teman yang tidak henti-hentinya membantu dan memberikan semangat kepada penulis

Semoga Allah SWT memberikan balasan setimpal atas segala amal yang telah diberikan dan semoga tugas akhir ini berguna baik bagi penulis maupun pihak lain yang memanfaatkan.

Malang, Agustus 2019

Penulis

ABSTRAK

Octavia, Chotimatus Kartika A. B. 2019. *Efektivitas Kulit Kacang Tanah Sebagai Bioadsorben Logam Berat Kromium VI Pada Industri Pelapisan Logam Krom*. Skripsi. S1 Program Studi Kesehatan Lingkungan STIKes Widyagama Husada Malang. Pembimbing: 1. Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes., 2. Misbahul Subhi, S.KM., M.KL

Limbah industri pelapisan logam krom mengandung logam berat kromium VI yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan apabila melebihi baku mutu yang ditetapkan. Sehingga perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan. Penelitian ini memanfaatkan kulit kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) sebagai bioadsorben logam berat kromium VI. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas bioadsorben kulit kacang tanah dengan variasi massa 0,5 gr; 1,0 gr dan 1,5 gr dalam menurunkan kandungan logam berat kromium (VI) pada limbah industri pelapisan logam krom.

Metode penelitian menggunakan metode *True Experimental Design* dengan rancangan *pretest-posttest with control group design*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada pengukuran kandungan kromium VI didapatkan hasil pada sampel 1 sebesar 0,126 mg/l, sampel 2 sebesar 0,154 mg/l dan sampel 3 sebesar 0,138 mg/l. Efektivitas paling tinggi ditunjukkan pada penambahan bioadsorben 1,5 gr dengan rata-rata nilai efektivitas sebesar 97,97%. Hal ini disebabkan semakin banyak jumlah adsorben yang digunakan maka akan meningkatkan jumlah partikel dan luas permukaan sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat ion logam bertambah. Analisis data menggunakan *one way anova* dengan $\alpha=0,05$ dilakukan uji lanjutan menggunakan *post hoc test*. Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan dengan nilai signifikan $0,000 < 0,05$. Kulit kacang tanah efektif digunakan sebagai bioadsorben logam berat kromium VI.

Kepustakaan : 42 kepustakaan (2001-2018)

Kata Kunci : Efektivitas, Kulit Kacang Tanah, Limbah Pelapisan Logam Krom

ABSTRACT

Octavia, Chotimatus Kartika A. B. 2019. Effectiveness of Groundnut Shell as Bioadsorbent Chromium VI Heavy Metal in the Chrome Metal Coating Industry. Thesis. S1. Environmental Health Study Program Widyagama Husada School of Health Science Malang. Advisors: 1. Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes., 2. Misbahul Subhi, S.KM., M.KL

Chrome metal coating industry wastes contain heavy metal chromium VI which is harmful to human health and the environment if it exceeds specified quality standards. So it needs to be processed before being discharged into the environment. This research use groundnut shells (*Arachis hypogaea L.*) as bioadsorbent of heavy metal chromium VI. The aims of this study was to determine the effectiveness of bioadsorbent groundnut shell with a mass variation of 0.5 gr; 1.0 gr and 1.5 gr in reducing the content of chromium (VI) heavy metals in the chrome metal coating industry wastes.

The research method uses the True Experimental Design method with a pretest-posttest with control group design.

Measurement of chromium VI content obtained results in sample 1 of 0,126 mg/l, sample 2 of 0,154 mg/l and sample 3 of 0,138 mg/l. The highest effectiveness was shown in the addition of 1.5 grams of bioadsorbent with an average effectiveness value of 97.97%. This is due to the more amount of adsorbent used, it will increase the number of particles and surface area, causing the number of sites to bind metal ions to increase. Data analysis using One Way Anova with $\alpha = 0.05$ conducted further tests using the Post Hoc test. Statistical test results showed difference between treatments with significant values $0,000 < 0.05$. Groundnut shells are effectively used as chromium VI heavy metal bioadsorbents.

Reference : 42 references (2001-2018)

Keyword : Effectiveness, Groundnut Shell, Chrome Metal Coating Waste

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan.....	6
1.3.1 Tujuan Umum	6
1.3.2 Tujuan Khusus.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Pencemaran Air	8
2.1.1 Sumber Pencemaran Air.....	9
2.1.2 Dampak Pencemaran Air.....	11
2.2 Limbah Cair	13
2.2.1 Karakteristik.....	14
2.2.2 Pengolahan	14
2.3 Logam Berat.....	17

2.4 Sumber Pencemaran Logam Berat pada Air	20
2.3 Chromium (Cr)	21
2.3.1 Karakteristik Logam Kromium	21
2.3.2 Toksisitas Logam Kromium	23
2.5. Adsorben.....	24
2.5.1. Adsorpsi	25
2.5.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi	25
2.6. Kacang Tanah (<i>Arachis hypogea L.</i>).....	27
BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS	30
3.1. Kerangka Konsep	30
3.2. Hipotesis	31
BAB IV METODE PENELITIAN.....	32
4.1. Desain Penelitian.....	32
4.2. Populasi dan Sampel Penelitian	32
4.2.1. Populasi Penelitian.....	32
4.2.2. Sampel Penelitian	33
4.3. Teknik Pengambilan Sampel.....	33
4.4. Tempat dan Waktu Penelitian	33
4.4.1. Tempat Penelitian	33
4.4.2. Waktu Penelitian.....	33
4.4 Definisi Operasional.....	33
4.5 Instrumen Penelitian	35
4.6 Variabel Penelitian	35
4.7 Prosedur Penelitian.....	35
4.7.1 Konsentrasi Bioadsorben.....	35

4.7.2	Alat.....	36
4.7.3	Bahan.....	36
4.7.4	Prosedur Penelitian.....	36
4.8	Prosedur Pengumpulan Data	38
4.8.1	Data Primer	38
4.8.2	Data Sekunder.....	38
4.9	Analisa Data	38
4.10	Etika Penelitian	39
4.11.	Jadwal Penelitian.....	40
BAB V HASIL PENELITIAN.....		41
5.1	Hasil Pengujian Bioadsorben Kulit Kacang Tanah dengan Limbah Industri Pelapisan Logam Krom	41
5.2	Hasil Pengujian Statistik Perbedaan Efektifitas Bioadsorben Kulit Kacang Tanah	43
BAB VI PEMBAHASAN.....		47
6.1	Logam Berat Kromium VI dalam Limbah Pelapisan Logam.....	47
6.2	Kulit Kacang Tanah sebagai Bioadsorben	50
6.3	Efektivitas Kulit Kacang Tanah sebagai Bioadsorben	53
BAB VII PENUTUP		57
7.1	Kesimpulan.....	57
7.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....		59
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Baku Mutu Limbah Cair Industri <i>Elektroplating</i>	11
2.2	Komposisi Kimia Kulit Kacang Tanah	28
4.1	Definisi Operasional	34
4.2	Jadwal Penelitian	40
5.1	Hasil Pengujian Kandungan Logam Berat Kromium VI	42
5.2	Hasil Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Logam Berat Kromium VI	43
5.3	Hasil Uji Normalitas Menggunakan SPSS	44
5.4	Hasil Uji Homogeneity Menggunakan SPSS	44
5.5	Hasil Uji Anova Menggunakan SPSS	44
5.6	Hasil Uji Post Hoc Menggunakan SPSS	45

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Kulit Kacang Tanah	27
3.1	Kerangka Konsep	30

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul lampiran
1	Dokumentasi
2	Lembar Observasi
3	Hasil Pengujian Statistika
4	Surat Penggunaan Laboratorium
5	Surat Keterangan Laboratorium
6	Surat Kesediaan Bimbingan
7	Surat Permohonan Penguji Proposal
8	Lembar Rekomendasi Perbaikan Proposal
9	Surat Studi Pendahuluan
10	Surat Ijin Penelitian
11	Surat Permohonan Penguji Skripsi
12	Lembar Rekomendasi Perbaikan Skripsi
13	Catatan Konsultasi
14	Pernyataan Keaslian Tulisan
15	Curriculum Vitae

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi ini sektor industri telah mengalami perkembangan yang begitu pesat. Perkembangan sektor industri yang pesat ini memberikan dampak perekonomian yang positif bagi masyarakat dan negara. Menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor 3 tahun 2014 tentang Perindustrian, industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengelola bahan baku dan atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa industri.

Sektor industri yang mengalami perkembangan begitu pesat di Indonesia salah satunya adalah industri pelapisan logam. Hal ini dikarenakan seiring dengan meningkatnya kemajuan teknologi, kehidupan masyarakat modern tidak terlepas dari benda-benda logam. Proses pelapisan logam bertujuan sebagai pelapis protektif-dekoratif yakni untuk melindungi benda-benda tersebut dari korosi dan untuk mendapatkan benda-benda dengan tingkat kecerahan yang bagus sehingga memperindah penampilan. Pelapisan logam memiliki beberapa metode yang diantaranya adalah metode *electroplating*, metode pencelupan panas (*hot dipping*) dan metode penyemprotan. Pada pelapisan logam, metode yang paling sering digunakan adalah metode *electroplating*. Metode pelapisan logam *elektroplating* memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode lainnya. Kelebihan dari metode pelapisan logam ini adalah lapisan relatif lebih tipis, ketebalan dapat dikontrol, permukaan lapisan lebih halus (Mauna, 2015).

Hal ini selain menimbulkan dampak positif juga mendatangkan suatu masalah baru bagi lingkungan sehingga dibutuhkan suatu penanganan yang efektif dan efisien. Salah satu contoh pencemaran karena buangan industri adalah pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah yang mengandung logam berat terlarut. Limbah dengan kandungan logam-logam berat yang cukup tinggi dapat menjadi polutan yang berbahaya (Mariana, 2012).

Limbah yang mengandung logam berat termasuk ke dalam golongan limbah B3. Pembuangan limbah yang mengandung logam berat ke perairan ataupun ke lingkungan secara langsung dapat merusak ekosistem yang ada. Keberadaan logam berat di lingkungan dalam jumlah yang melebihi ambang batas perlu diperhatikan karena sifat racun yang dimilikinya (Paduraru, 2008).

Industri pelapisan logam (*electroplating*) 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 *electroplating* mengandung ion-ion logam berat 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 dkk, 2008).

Pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh dampak perkembangan industri perlu dikaji lebih mendalam, karena apabila hal ini tidak diperhatikan akan mengakibatkan terganggunya keseimbangan antara makhluk hidup dengan lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke perairan dengan tujuan untuk meminimalisasi pencemaran yang mungkin terjadi sesuai baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah (Jamil, 2016).

Kromium (Cr) adalah salah satu logam berat yang dapat mencemari air. Keberadaan kromium di perairan dapat menyebabkan penurunan kualitas air serta membahayakan lingkungan dan organisme akuatik. Dampak yang ditimbulkan bagi organisme akuatik yaitu terganggunya metabolisme tubuh akibat terhalangnya kerja enzim dalam proses fisiologis. Kromium dapat menumpuk dalam tubuh dan bersifat kronis yang akhirnya mengakibatkan kematian organisme akuatik. Logam kromium (Cr) merupakan logam berat yang bersifat toksik. Sifat toksik yang dibawa oleh logam ini dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis (Listiana, 2013).

Logam Cr dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan, apakah itu pada strata perairan, tanah atau pun udara (lapisan atmosfer). Kromium (Cr) dapat masuk dalam badan perairan melalui dua cara, yaitu secara alamiah dan nonalamiah. Masuknya Cr secara alamiah dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi (pengikisan) yang terjadi pada batuan mineral. Debu-debu dan partikel Cr yang di udara akan dibawa turun oleh air hujan. Masuknya Cr yang terjadi secara nonalamiah lebih merupakan dampak atau efek aktivitas yang dilakukan manusia. Sumber-sumber Cr

yang berkaitan dengan aktivitas manusia dapat berupa limbah atau buangan industri sampai buangan rumah tangga (Listiana, 2013).

Mauna (2015) dalam penelitiannya pada salah satu Industri *Elektroplating* X di Kabupaten Jember mengemukakan bahwa industri ini dalam kegiatan operasionalnya menghasilkan limbah cair yang banyak mengandung logam berat kromium karena salah satu bahan utama yang sering digunakan dalam pelapisan adalah kromium. Berdasarkan pengukuran pada industri tersebut didapatkan bahwa volume rerata limbah cair yang dihasilkan sebesar 34 liter per 0,049 m² luas permukaan yang dilapisi, dengan kandungan kromium sebesar 3,5 mg/l. Volume limbah cair dan kandungan kromium tersebut telah melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha lainnya yang menyebutkan bahwa volume limbah cair maksimum sebesar 20 liter/m² dengan kandungan kromium sebesar 0,5 mg/l. Sedangkan kandungan kromium pada sungai di sekitar Industri *Elektroplating* X yang dilakukan pada 4 titik sampel menunjukkan hasil pada titik A sebesar 0,157 mg/l, titik B sebesar 0,162 mg/l, titik C sebesar 0,188 mg/l dan titik D sebesar 0,219 mg/l. Kandungan kromium pada keempat titik tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Air dan Pengendalian Pencemar yakni sebesar 0,05 mg/l.

Metode yang digunakan untuk penanganan limbah kromium (Cr) membutuhkan biaya yang besar dan proses yang panjang. Terdapat alternatif lain untuk memisahkan krom dari limbah industri yakni dengan metode adsorpsi menggunakan bioabsorben. Cara ini merupakan metode yang sangat menjanjikan untuk mengolah buangan industri, terutama karena

harganya murah dan memiliki kapasitas penyerapan yang tinggi (Mariana dkk, 2012).

Adsorben yang seringkali digunakan untuk proses penurunan kadar logam berat pada larutan pada umumnya berasal dari tanaman atau berasal dari limbah biomassa. Menurut beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh Irmawati dan Ita (2012) mengenai penyerapan kromium dengan menggunakan bioadsorben kulit kacang tanah dengan metode kolom diperoleh hasil bahwa adsorben mampu menyerap kromium dalam larutan sebesar 0,4937 mg/g. Penelitian yang dilakukan oleh Zubair (2018) yang menggunakan bioadsorben kulit singkong diperoleh hasil bahwa bioadsorben mampu menyerap logam berat kromium sebesar 0,6911 mg/g.

Menurut Irmawati (2012), salah satu limbah biomassa yang dapat digunakan sebagai adsorben untuk penyerapan kromium adalah kulit kacang tanah. Kulit kacang tanah mengandung banyak selulosa yang mempunyai potensi cukup besar untuk dijadikan sebagai adsorben karena adanya gugus hidroksil (-OH) yang berperan dalam proses pengikatan ion logam. Kacang tanah telah banyak dikonsumsi di Indonesia sehingga jumlah kulit kacang tanah yang dibuang ke lingkungan pun semakin banyak. Namun belum banyak penelitian yang melaporkan potensi limbah kulit kacang tanah ini (Pratomo, 2015).

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis ingin meneliti efektivitas kulit kacang tanah dalam menurunkan kandungan logam berat kromium VI (Cr VI) pada limbah industri pelapisan logam berat.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana efektivitas kulit kacang tanah dalam menurunkan kandungan logam berat kromium VI pada limbah industri pelapisan logam krom?

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui efektivitas kulit kacang tanah sebagai bioadsorben logam berat kromium VI pada industri pelapisan logam krom.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui penurunan kandungan logam berat kromium VI yang diberi adsorben kulit kacang tanah pada limbah industri pelapisan logam.
2. Menganalisa efektivitas adsorben kulit kacang tanah terhadap penurunan kandungan logam berat kromium VI pada limbah industri pelapisan logam.
3. Mengetahui perbedaan penurunan kandungan logam berat kromium VI dengan variasi konsentrasi bioadsorben kulit kacang tanah.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Bagi Ilmiah

Hasil penelitian ini diharapkan sebagai bahan informasi mengenai bioadsorben logam berat bagi para pembaca khususnya mahasiswa jurusan Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada Malang.

1.4.2 Manfaat Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang alternatif bioadsorben yang dapat digunakan untuk menurunkan kandungan logam berat kromium VI dalam limbah.

1.4.3 Manfaat Bagi Peneliti

Penelitian ini bermanfaat bagi penulis karena dapat menambah ilmu pengetahuan dan dapat menambah pengalaman penulis dalam penulisan karya ilmiah juga sebagai media untuk mengaplikasikan ilmu yang telah didapat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Air

Peraturan Pemerintah nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan 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 dapat berfungsi sesuai peruntukannya.

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).

Berdasarkan definisi pencemaran air, penyebab terjadinya pencemaran dapat berupa masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air sehingga menyebabkan kualitas air tercemar. Masukan tersebut sering disebut unsur pencemar, yang pada praktiknya masukan tersebut berupa buangan yang bersifat rutin misalnya buangan limbah cair. Aspek pelaku/ penyebab dapat disebabkan oleh alam atau oleh manusia. Pencemaran yang disebabkan oleh alam tidak dapat berimplikasi hukum, tetapi pemerintah tetap harus menanggulangi pencemaran tersebut. Adapun aspek akibat dapat dilihat berdasarkan penurunan kualitas air sampai ke tingkat tertentu (Sumantri, 2010).

2.1.1 Sumber Pencemaran Air

Banyak penyebab sumber pencemaran air, tetapi secara umum dapat dikategorikan menjadi dua yaitu sumber kontaminan langsung dan tidak langsung. Sumber langsung meliputi efluen yang keluar dari industri, TPA sampah, rumah tangga dan sebagainya. Sumber tak langsung ialah kontaminan yang memasuki badan air dari tanah, air tanah atau atmosfer berupa hujan. Pada dasarnya sumber pencemaran air berasal dari industri, rumah tangga (pemukiman) dan pertanian. Tanah dan air mengandung sisa dari aktivitas pertanian misalnya pupuk dan pestisida. Kontaminan dari atmosfer juga berasal dari aktivitas manusia, yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam (Sumantri, 2010).

Pencemaran air terdiri dari bermacam-macam jenis, dan pengaruhnya terhadap lingkungan serta makhluk hidup juga bermacam-macam. Jenis pencemaran air yang walaupun air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui, tetapi air akan dapat dengan mudah terkontaminasi oleh aktivitas manusia. Air banyak digunakan oleh manusia untuk tujuan yang bermacam-macam sehingga dengan mudah dapat tercemar. Menurut tujuan penggunaannya, kriterianya berbeda-beda. Air yang sangat kotor untuk diminum mungkin cukup bersih untuk mencuci, untuk pembangkit tenaga listrik, untuk pendingin mesin dan sebagainya. Air yang terlalu kotor untuk berenang ternyata cukup baik untuk bersampan maupun memancing ikan dan sebagainya (Irianto, 2015).

Pencemaran air dapat merupakan masalah, regional maupun lingkungan global, dan sangat berhubungan dengan pencemaran udara serta penggunaan lahan tanah atau daratan. Pada saat udara yang tercemar jatuh ke bumi bersama air hujan, maka air tersebut sudah tercemar. Beberapa jenis bahan kimia untuk pupuk dan pestisida pada

lahan pertanian akan terbawa air ke daerah sekitarnya sehingga mencemari air pada permukaan lokasi yang bersangkutan. Pengolahan tanah yang kurang baik akan dapat menyebabkan erosi sehingga air permukaan tercemar dengan tanah endapan. Dengan demikian banyak sekali penyebab terjadinya pencemaran air ini, yang akhirnya akan bermuara ke lautan, menyebabkan pencemaran pantai dan laut sekitarnya (Irianto, 2015).

Limbah cair yang dihasilkan oleh beberapa sumber, seperti limbah rumah tangga dan air limbah industri, banyak mengandung zat-zat pelarut, mineral, zat-zat organik, lemak, garam-garam, zat warna, nitrogen, sulfida, amoniak dan logam berat yang bersifat toksik. Salah satu sumber yang menghasilkan limbah berbahaya dan toksik adalah industri *elektroplating* (Mauna, 2015).

Pada proses produksinya industri *elektroplating* menghasilkan limbah cair yang mengandung zat anorganik berupa logam tembaga, nikel dan kromium. Ketiga logam tersebut termasuk kedalam logam berat. Limbah yang mengandung logam berat termasuk dalam limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) hal ini dikarenakan limbah limbah logam berat bersifat toksik terhadap makhluk hidup. Menurut Peraturan Pemerintah No. 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, limbah B3 merupakan sisa suatu usaha dan/ atau konsentrasinya dan/ atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/ atau merusakkan lingkungan hidup, dan/ atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain.

Limbah hasil industri *elektroplating* mengandung banyak logam berat yang memiliki sifat beracun dan berbahaya. Untuk menghindari

terjadinya pencemaran di lingkungan, maka perlu dilakukan penetapan baku mutu air limbah yang merupakan batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar untuk dibuang dari sumber pencemaran ke lingkungan, sehingga tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan yang membahayakan makhluk hidup (Mauna, 2015).

Bagi industri *elektroplating* terdapat beberapa parameter yang harus memenuhi baku mutu limbah berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur no. 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/ atau Kegiatan usaha lainnya sebagai berikut:

Tabel 2 1 Baku Mutu Limbah Cair Industri *Elektroplating*

Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)
TSS	20
Sianida Total (CN) tersisa	0,2
Krom Heksavalen Cr ⁶⁺	0,1
KromTotal (Cr)	0,5
Tembaga (Cu)	0,6
Seng (Zn)	1
Nikel (Ni)	1
Kadmium (Cd)	0,05
Timbal (Pb)	0,1
pH	6-9

2.1.2 Dampak Pencemaran Air

Pencemaran air dapat berdampak sangat luas, misalnya dapat meracuni air minum, meracuni makanan hewan, menjadi penyebab ketidakseimbangan ekosistem sungai dan danau dan pengrusakan hutan akibat hujan asam. Di badan air, sungai dan danau, nitrogen dan fosfat dari kegiatan pertanian telah menyebabkan pertumbuhan tanaman air yang diluar kendali yang disebut eutrofikasi (*eutrofication*) (Warlina, 2014).

a. Dampak terhadap kehidupan biota air

Banyaknya zat pencemar pada air limbah akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut dalam air tersebut. Sehingga akan mengakibatkan kehidupan dalam air yang membutuhkan oksigen terganggu serta mengurangi perkembangannya. Selain itu kematian dapat pula disebabkan adanya zat beracun yang juga menyebabkan kerusakan pada tanaman dan tumbuhan air.

Akibat matinya bakteri-bakteri, maka proses penjernihan air secara alamiah yang seharusnya terjadi pada air limbah juga terhambat. Dengan air limbah menjadi sulit terurai. Panas dari industri juga akan membawa dampak bagi kematian organisme, apabila air limbah tidak didinginkan dahulu.

b. Dampak terhadap kesehatan

Peran air sebagai pembawa penyakit menular bermacam-macam antara lain :

1. Air sebagai media untuk hidup mikroba patogen
2. Air sebagai sarang insekta penyebar penyakit
3. Jumlah air yang tersedia tak cukup, sehingga manusia bersangkutan tak dapat membersihkan diri
4. Air sebagai media untuk hidup vektor penyakit

Ada beberapa penyakit yang masuk dalam katagori water-borne diseases, atau penyakit-penyakit yang dibawa oleh air, yang masih banyak terdapat di daerah-daerah. Penyakit-penyakit ini dapat menyebar bila mikroba penyebabnya dapat masuk ke dalam sumber air yang dipakai masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Sedangkan jenis mikroba yang dapat menyebar lewat air antara lain, bakteri, protozoa dan metazoa.

c. Dampak terhadap Estetika Lingkungan

Dengan semakin banyaknya zat organik yang dibuang ke lingkungan perairan, maka perairan tersebut akan semakin tercemar yang biasanya ditandai dengan bau yang menyengat disamping tumpukan yang dapat mengurangi estetika lingkungan. Masalah limbah minyak atau lemak juga dapat mengurangi estetika. Selain bau, limbah tersebut juga menyebabkan tempat sekitarnya menjadi licin. Sedangkan limbah detergen atau sabun akan menyebabkan penumpukan busa yang sangat banyak. Inipun dapat mengurangi estetika.

2.2 Limbah Cair

Menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Limbah cair adalah limbah berupa cairan yang berasal dari hasil buangan bahan-bahan yang telah terpakai dari suatu proses produksi industri, domestik (rumah tangga), pertanian yang tercampur (tersuspensi) dan terlarut di dalam air. Limbah cair disebut juga sebagai pencemar air, karena komponen pencemaran air pada umumnya terdiri dari bahan buangan padat, bahan buangan organik dan bahan buangan anorganik (Azamia, 2012).

Menurut Peraturan Gubernur no 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/ atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur, limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri atau kegiatan usaha lainnya yang dibuang ke lingkungan yang diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan.

2.2.1 Karakteristik

Karakteristik limbah cair dibedakan dalam beberapa jenis, yaitu fisika, kimia dan biologi. Hal tersebut sangat penting dalam studi pendahuluan dalam pengolahan limbah, diantaranya proses desain, metode kerja, manajemen pengumpulan, pengelolaan dan penimbunan air limbah. Sifat fisika, kimia dan biologi air limbah sangat bergantung pada sumber kegiatan penghasil air limbah tersebut, apakah itu masyarakat, industri atau komoditi lain. Karakteristik fisika: meliputi temperatur (suhu), warna, bau, kekeruhan, padatan total dan padatan tersuspensi. Karakteristik kimia dibedakan menjadi kimia organik dan kimia anorganik. Karakteristik biologi air limbah berhubungan dengan organisme-organisme dan/ atau mikroorganisme dan bahan nutrisi lainnya yang berperan untuk mengkonversi bahan organik menjadi bentuk yang lebih sederhana (Azamia, 2012).

2.2.2 Pengolahan

Pengolahan limbah dapat dilakukan dengan cara fisika, kimia dan biologi atau gabungan ketiga sistem pengolahan tersebut. Berdasarkan tingkat pengolahan, maka sistem pengolahan limbah diklasifikasikan menjadi: pra pengolahan, pengolahan primer, pengolahan sekunder dan pengolahan tersier.

2.2.2.1 Pengolahan Primer

Pada pengolahan ini sering pula didahului dengan pra treatment dikarenakan banyak bahan-bahan terapung ikut bersama dengan limbah, seperti: kertas-kertas, plastik dan kayu-kayu yang sulit dihindarkan. Pada proses pra pengolahan dilakukan dengan

sederhana, yaitu menyaring bahan kasar, mengendapkan pasir dan tanah serta memisahkan minyak.

Metode pengolahan primer dilakukan, karena jenis padatan halus seperti suspensi, padatan terlarut dan zat warna tidak tersaring pada proses pra treatment. Oleh karena itu, diperlukan bahan kimia yang direaksikan agar terjadi pengikatan senyawa pencemar baik dalam gumpalan (koagulasi) atau pengapungan. Perlakuan primer berdasarkan pada unit proses penyaringan, sedimentasi atau pengendapan maka limbah cair diklasifikasikan menjadi tiga jenis pencemar, yaitu:

- a. Pencemar logam berat perlu diproses dengan reaksi redoks, kemudian diendapkan dan difiltrasi.
- b. Pencemar senyawa organik diproses dengan cara oksidasi dan koagulan kemudian diadsorpsi
- c. Pencemar ammonia diproses melalui pengusiran ammonia

Pengolahan primer bertujuan untuk menghilangkan zat padat tercampur melalui pengendapan atau pengapungan. Sedangkan, penambahan bahan kimia digunakan agar senyawa-senyawa pencemar dalam limbah diikat melalui reaksi kimia dan akan menghilangkan atau mengurangi bahan kimia pencemar dalam air limbah (Suharto, 2011).

2.2.2.2 Pengolahan Sekunder

Metode pengolahan dengan *secondary treatment* umumnya mencakup proses biologi untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada didalamnya, yaitu melakukan kontak perlakuan limbah cair dengan mikroba agar terjadi

biodegradasi senyawa organik dalam limbah cair menjadi produk tanpa pencemar, seperti air, karbon dioksida dan lumpur.

Perlakuan ini berlangsung dalam beberapa tahap, yaitu:

- a. Proses limbah cair dalam bioreactor
- b. Proses lumpur aktif (*activated sludge*)
- c. Biodegradasi senyawa organik dalam limbah cair
- d. Adsorpsi kontaminan dengan karbon aktif
- e. Penghilangan kontaminan dengan udara

Agar proses biologi dalam menguraiakan bahan organik berjalan lebih cepat. Terdapat dua hal yang penting dalam proses biologi ini, yaitu proses penambahan oksigen dan proses penumbuhan bakteri (Suharto, 2011).

2.2.2.3 Pengolahan Tersier

Metode ini digunakan pada pengolahan limbah dengan konsentrasi bahan pencemar tinggi atau limbah dengan jenis parameter bervariasi dengan volume yang relatif besar serta masih terdapat bahan berbahaya yang terkandung dalam limbah dari hasil pengolahan primer dan sekunder. Salah satu cara yang sering digunakan adalah penambahan karbon aktif, karbon aktif biasanya digunakan sebagai penyerap untuk mengurangi kekeruhan dari suatu cairan karena memiliki luas permukaan yang cukup besar pada setiap unitnya. Selain itu mempunyai rongga-rongga sehingga akan menyaring partikel-partikel kecil yang masih terdapat di dalam limbah cair. Penggunaan karbon diperuntukkan mengurangi kadar dari senyawa organik terlarut dalam limbah cair.

Perlakuan tersier diarahkan untuk menghilangkan senyawa toksik dan meningkatkan kualitas *effluent*. Metode perlakuan tersier yang digunakan meliputi:

- a. Filtrasi dengan media granular
- b. Adsorpsi
- c. Perlakuan kimia
- d. Klorinasi (Suharto, 2011).

2.3 Logam Berat

Dalam kehidupan sehari-hari, kita tidak terpisah dari benda-benda yang bersifat logam. Benda ini kita gunakan sebagai perlengkapan rumah tangga, seperti sendok, garpu yang merupakan logam biasa sampai dengan logam mulia seperti emas dan perak. Istilah logam biasanya diberikan kepada semua unsur-unsur kimia dengan ketentuan atau kaidah-kaidah tertentu. Unsur ini dalam kondisi suhu kamar tidak selalu berbentuk padat melainkan ada yang berbentuk cair contohnya *hidragyrum* (Hg). Melihat kepada bentuk dan kemampuan yang baik sebagai penghantar listrik (konduktor), memiliki kemampuan sebagai penghantar panas yang baik, memiliki rapatan yang tinggi, dapat membentuk alloy dengan logam lain dan untuk logam padat dapat ditempa dan dibentuk (Palar, 2012).

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 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 kedalam tubuh organisme hidup adalah unsure logam berat beracun seperti hydragyrum (Hg) atau disebut juga air raksa, maka dapat dipastikan bahwa organisme tersebut akan langsung keracunan (Palar, 2012).

Istilah logam berat sebetulnya sudah dipergunakan secara luas, terutama dalam perpustakaan ilmiah, sebagai unsur yang menggambarkan bentuk dari logam tertentu. Karakteristik dari kelompok logam berat adalah sebagai berikut:

1. Memiliki spesifikasi graviti yang sangat besar (lebih dari 4).
2. Mempunyai nomor atom 22 - 23 dan 40 - 50 serta unsur lantanida dan aktinida.
3. Mempunyai respon biokimia yang khas (spesifik) pada organisme hidup.

Logam berat dibagi ke dalam dua jenis, yaitu:

1. Logam berat essensial; 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.
2. Logam berat tidak essensial; yakni logam yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya, bahkan bersifat toksik. Seperti Hg, Cd, Pb, Cr, dan lain-lain (Widowati, 2008).

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 (Anggriana, 2011).

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 krom (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 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).

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. Disamping 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).

2.4 Sumber Pencemaran Logam Berat pada Air

Industri yang berpotensi menghasilkan limbah logam berat adalah industri logam dan pelapisan logam, baterai, kaustik soda, penyamakan kulit, pengolahan (pemurnian) bauksit, bijih besi, tembaga, timah, mangan dan kilang gas bumi. Berbagai sumber dan penyebab pencemaran yang dapat mengakibatkan mundurnya kualitas air diantaranya penggunaan bahan-bahan agrokimia, limbah rumah tangga, kegiatan pertambangan dan limbah industri (Erfandi, 2014).

Dampak negatif logam berat pada tanah adalah keracunan pada proses biologi meliputi berbagai proses yang dikatalisasi oleh mikroorganisme. Komunitas mikroba dapat dijadikan indikator hilangnya atau berubahnya kualitas tanah akibat tercemar logam berat atau perubahan mutu tanah. Hal ini dapat terjadi akibat penggunaan logam berat pada industri dan pertambangan (Erfandi, 2014).

Industri dalam proses produksinya menggunakan bahan baku utama dan bahan baku penunjang. Diantara bahan baku yang digunakan ada yang mengandung logam berat, sehingga limbah yang dihasilkan dapat mengandung unsur-unsur yang sama seperti bahan bakunya. Para pelaku industri biasanya membuang limbah ke dalam badan air atau sungai tanpa melalui proses pengolahan limbah terlebih dahulu. Air sungai tersebut dimanfaatkan oleh petani sebagai irigasi untuk mengairi lahan pertanian atau sawah sehingga menyebabkan pencemaran dan apabila berlanjut akan terakumulasi logam berat yang berbahaya bagi tanah dan tanaman (Erfandi, 2014).

Elektroplating merupakan suatu proses elektrokimia terhadap perlakuan permukaan logam. Logam-logam yang biasa digunakan untuk pelapisan logam adalah kromium, tembaga, emas dan lainnya. *Electroplating* atau lapis listrik atau penyepuhan merupakan salah satu proses pelapisan logam menggunakan bantuan arus listrik melalui suatu elektrolit. Proses ini melibatkan perlakuan pendahuluan (pencucian, pembersihan dan langkah persiapan lainnya), pelapisan, pembilasan dan pengeringan. Air yang berasal dari pencucian, pembersihan dan proses plating menjadi limbah berbahaya karena mengandung logam-logam terlarut dan senyawa-senyawa berbahaya lainnya (Purwanto dkk, 2015).

2.3 Chromium (Cr)

2.3.1 Karakteristik Logam Kromium

Kata kromium berasal dari bahasa Yunani yaitu Chroma yang berarti warna. Dalam bahasa kimia, kromium dilambangkan dengan "Cr". Sebagai salah satu unsur logam berat, kromium mempunyai nomor atom (NA) 24. Logam Cr pertama kali ditemukan oleh Vagueleine pada tahun 1797. Satu tahun setelah unsur ditemukan, diperoleh cara untuk mendapatkan logam Cr (Palar, 2012).

Logam berat kromium (Cr) merupakan logam berat dengan berat atom 51,996 g/mol; berwarna abu-abu, tahan terhadap oksidasi meskipun pada suhu tinggi, mengkilat, keras, memiliki titik cair 1,857°C dan titik didih 2,672°C, bersifat paramagnetic (sedikit tertarik oleh magnet), membentuk senyawa-senyawa berwarna, memiliki beberapa bilangan oksidasi, yaitu +2, +3 dan +6 dan stabil pada bilangan oksidasi +3. Bilangan oksidasi +4 dan +5 jarang ditemukan pada logam ini. Senyawa kromium pada bilangan oksidasi +6 merupakan oksidan yang kuat. Kromium bisa membentuk

berbagai macam ion kompleks yang berfungsi sebagai katalisator (Widowati, 2008).

Logam Cr murni tidak pernah ditemukan di alam, logam ini di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur-unsur lain. Sebagai bahan mineral, Cr paling banyak ditemukan dalam bentuk Chromite (FeOCr_2O_3). Kadang-kadang pada batuan mineral Chromite juga di temukan logam-logam Mg (Magnesium), Al (Alumunium) dan senyawa SiO_3 (Silikat). Batuan mineral Chromite berkualitas paling baik mempunyai kandungan Khromat (Cr_2O_3) sebanyak 48% dengan perbandingan antara logam Fe (besi) dengan Cr sebesar 3:1 (Palar, 2012).

Logam ini tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab, bahkan pada proses pemanasan cairan logam Cr teroksidasi dalam jumlah yang sangat sedikit sekali. Akan tetapi dalam udara yang mengandung CO_2 (Karbon dioksida) dalam konsentrasi tinggi, logam Cr dapat mengalami peristiwa oksidasi dan membentuk Cr_2O_3 . Sedangkan dalam larutan HCl (Asam Klorida) akan membentuk CrCl_2 (Khromium diklorida). Kromium merupakan logam yang sangat mudah bereaksi. Logam ini secara langsung dapat bereaksi dengan nitrogen, karbon, silica dan boron (Palar, 2012).

Sesuai dengan tingkat valensi yang dimilikinya, logam atau ion-ion kromium yang telah membentuk senyawa, mempunyai sifat-sifat yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat ionitasnya. Senyawa yang terbentuk dari ion logam Cr^{3+} akan bersifat basa, senyawa yang terbentuk dari Cr bersifat amphoteric dan senyawa yang terbentuk dari Cr^{6+} akan bersifat asam. Ion Khromat (CrO_4^{2-}) bila berada dalam peristiwa reduksi (oksidator) yang sangat kuat. Disamping semua itu, senyawa-senyawa yang terbentuk oleh ion-ion logam yang lain. Sebagai contoh, senyawa-senyawa yang dibentuk dari ion Cr^{2+} mempunyai sifat yang sangat mirip dengan senyawa-

senyawa yang dibentuk dari ion Fe^{2+} dan senyawa-senyawa yang dibentuk dan ion-ion Cr^{3+} mempunyai sifat yang mirip dengan senyawa-senyawa yang dibentuk dari ion Al^{3+} (Palar, 2012).

Senyawa-senyawa krom dalam konsentrasi tinggi tergolong sebagai bahan berbahaya dan beracun, oleh sebab itu dengan adanya senyawa krom dalam bentuk padatan dan cairan dapat menjadi bahan pencemar. Senyawa Cr (III) dan Cr (VI) banyak ditemukan dalam limbah industri pelapisan logam dan penyamakan kulit. Kadar senyawa Cr (III) dan Cr (VI) yang dihasilkan oleh kegiatan industri ini umumnya lebih tinggi dari ambang batas yang diperbolehkan. Oleh karena itu sebelum limbah cair industri ini dibuang ke lingkungan harus dilakukan penanganan sampai batas aman (Widowati, 2008).

Krom digunakan untuk mengeraskan baja, pembuatan baja tahan karat dan membentuk banyak alloy (logam campuran) yang berguna. Kebanyakan digunakan dalam proses pelapisan logam untuk menghasilkan permukaan logam yang keras dan indah dan juga dapat mencegah korosi. Krom memberikan warna hijau emerald pada kaca. Industri refraktori menggunakan kromit untuk membentuk batu bata, karena kromit memiliki titik cair yang tinggi, pemuaian yang relatif rendah dan kestabilan struktur Kristal (Mariana, 2012).

2.3.2 Toksisitas Logam Kromium

Logam krom (Cr) adalah salah satu jenis polutan logam berat yang bersifat toksik, dalam tubuh logam krom biasanya berada dalam keadaan sebagai ion Cr^{3+} . Krom dapat menyebabkan kanker paru-paru, kerusakan hati (liver) dan ginjal. Jika kontak dengan kulit menyebabkan iritasi dan jika tertelan dapat menyebabkan sakit perut dan muntah. Kromium (III) adalah

zat esensial bagi manusia dan apabila kekurangan kromium (III) dalam tubuh manusia dapat menyebabkan kondisi jantung melemah, gangguan metabolisme dan diabetes. Tetapi jika terlalu banyak kromium (III) didalam tubuh manusia juga dapat menyebabkan efek negatif bagi kesehatan, misalnya ruam kulit. Kromium VI adalah zat yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Orang-orang yang bekerja di industri baja, tekstil, dan juga orang-orang yang merokok sangat rentan terkena dampak dari kromium VI. Kromium VI menyebabkan berbagai efek kesehatan. Apabila kromium VI terhirup maka dapat menyebabkan iritasi dan hidung mimisan (Mariana, 2012).

Kromium secara alami merupakan unsur esensial yang dibutuhkan oleh tubuh dan terdapat dalam hewan, tumbuhan maupun tanah. Kromium dapat berbentuk cairan, padatan maupun gas dan terdapat dialam dalam 3 jenis valensi yaitu kromium (0), kromium (III) dan kromium (VI). Kromium (III) merupakan unsur esensial yang dibutuhkan tubuh dalam reaksi enzimatik untuk metabolisme gula, protein dan lemak. Kromium (III) memiliki sifat toksisitas yang rendah dibandingkan dengan kromium (VI). Pada bahan makanan dan tumbuhan mobilitas krom relatif rendah dan diperkirakan konsumsi harian kromium pada manusia dibawah 100 µg, berasal dari makanan, sedangkan dari air dan udara dalam tingkat yang rendah. Kromium (VI) lebih mudah diserap oleh tubuh dibandingkan dengan kromium (III). Namun, setelah di dalam tubuh kromium(VI) segera mengalami reduksi menjadi kromium (III) (Milasari, 2016).

2.5. Adsorben

Adsorben ialah zat yang melakukan penyerapan terhadap zat lain (baik padat, cairan maupun gas) pada proses adsorpsi. Umumnya

adsorben bersifat spesifik, hanya menyerap zat tertentu. Dalam memilih jenis adsorben pada adsorpsi, disesuaikan dengan sifat dan keadaan zat yang akan diadsorpsi. Semakin kecil pori-pori adsorben, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Adsorben yang paling banyak dipakai untuk menyerap zat-zat dalam larutan adalah arang (karbon aktif). Tiap partikel adsorben dikelilingi oleh molekul yang diserap karena terjadi interaksi tarik-menarik (Azamia, 2012).

2.5.1. Adsorpsi

Adsorpsi secara umum diartikan sebagai akumulasi sejumlah molekul, ion atau atom yang terjadi pada batas dua fasa. Adsorpsi juga merupakan proses pengikatan suatu molekul dari fasa gas atau larutan ke dalam suatu lapisan terkondensasi dari suatu permukaan padatan atau cairan dan merupakan suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben (Azamia, 2012).

2.5.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi

1. Luas Permukaan

Semakin luas permukaan adsorben, maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben.

2. Jenis adsorbat

Peningkatan polarisabilitas adsorbat akan meningkatkan kemampuan adsorpsi molekul yang mempunyai polarisabilitas yang tinggi (polar) memiliki kemampuan tarik menarik terhadap molekul lain dibandingkan molekul yang tidak dapat membentuk dipol (non polar).

Peningkatan berat molekul adsorbat dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi. Adsorbat dengan rantai yang bercabang biasanya lebih mudah diadsorpsi dibandingkan rantai yang lurus.

3. Struktur molekul adsorbat

Hidroksil dan amino mengakibatkan mengurangi kemampuan penyisihan sedangkan Nitrogen meningkatkan kemampuan penyisihan.

4. Konsentrasi Adsorbat

Semakin besar konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben.

5. Temperatur

Pemanasan atau pengaktifan adsorben akan meningkatkan daya serap adsorben terhadap adsorbat menyebabkan pori-pori adsorben lebih terbuka pemanasan yang terlalu tinggi menyebabkan rusaknya adsorben sehingga kemampuan penyerapannya menurun.

6. pH

pH larutan mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada biosorben dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi.

7. Kecepatan pengadukan

Menentukan kecepatan waktu kontak adsorben dan adsorbat. Bila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi berlangsung lambat pula, tetapi bila pengadukan terlalu cepat kemungkinan struktur adsorben cepat rusak, sehingga proses adsorpsi kurang optimal.

8. Waktu Kontak

Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kesetimbangan.

9. Porositas

Porositas adsorben juga mempengaruhi daya adsorpsi dari suatu adsorben. Adsorben dengan porositas yang besar mempunyai kemampuan menyerap yang lebih tinggi dibandingkan dengan adsorben yang memiliki porositas kecil. Untuk meningkatkan porositas dapat dilakukan dengan mengaktivasi secara fisika seperti mengalirkan uap air panas ke dalam pori-pori adsorben atau mengaktivasi secara kimia.

2.6. Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.)



Gambar 2.1 Kulit Kacang Tanah

Tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.), yang ditanam di Indonesia sebetulnya bukanlah tanaman asli, melainkan tanaman yang berasal dari benua Amerika, tepatnya dari daerah Brazilia (Amerika Selatan). Kacang tanah adalah tanaman palawija yang berumur pendek. Di Indonesia kacang tanah ditanam di daerah dataran rendah dengan ketinggian maksimal 1000 meter di atas permukaan air laut. Daerah yang paling cocok untuk tanaman kacang sebenarnya adalah daerah dataran dengan ketinggian 0-500 meter di atas permukaan laut. Kacang tanah terdiri atas kulit (hull) 21-29%, daging biji (kernel) 69-72.40%, dan lembaga (germ) 3.10-3.60%. Kulit kacang tanah dapat digunakan sebagai bahan bakar, bahan pembenah tanah, bahan campuran pembuatan papan hardboard, dan masih cukup baik dipakai sebagai campuran pakan ternak.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Kulit Kacang Tanah

Komponen	%
Air	9,5
Abu	3,6
Protein	8,4
Selulosa	63,5
Lignin	13,2
Lemak	1,8

Selulosa mempunyai potensi yang cukup besar dijadikan sebagai penyerap karena gugus $-OH$ yang terikat pada selulosa, apabila dipanaskan pada suhu tinggi maka selulosa akan kehilangan atom-atom hidrogen & oksigen, sehingga tinggal atom karbon yang terikat membentuk struktur segienam dengan atom-atom karbon terletak pada setiap sudutnya. Penataan yang cenderung kasar kemungkinan disebabkan reaksi pelepasan atom hidrogen & oksigen yang terjadi pada suhu tinggi (proses karbonisasi). Hal ini berlangsung dengan cepat dan tidak terkendali sehingga merusak penataan cincin segi enam yang ada. Penataan antar lapisan maupun antar segi enam yang tidak sempurna mengakibatkan terjadinya ruang-ruang dalam struktur arang aktif yang memungkinkan adsorbat masuk dalam struktur arang aktif berpori (Nailil, 2011).

Kulit kacang tanah mengandung lignin yaitu bahan penguat yang terdapat bersama-sama dengan selulosa di dalam dinding sel tumbuhan. Adanya ikatan-ikatan antara komponen-komponen tersebut dengan selulosa dapat mengganggu proses adsorpsi, agar tidak mengganggu proses adsorpsi, maka harus dihilangkan dengan penambahan reagen. Penggunaan reagen seperti asam sulfat dapat digunakan sebagai aktivator

untuk merusak struktur lignin, sehingga pori yang diperoleh lebih optimum (Lestari, 2016).

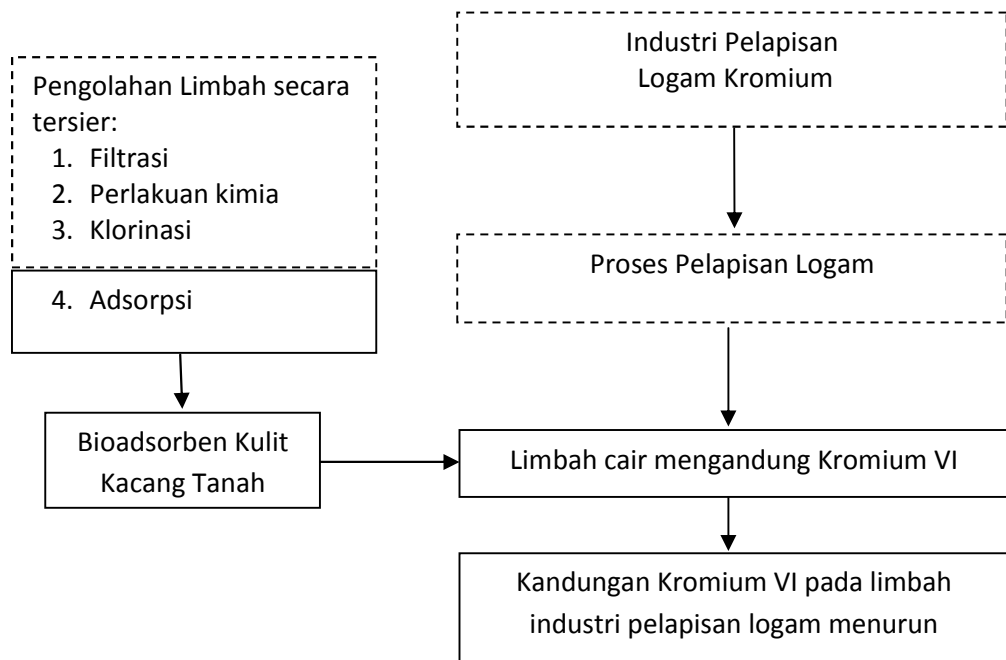
Kulit kacang tanah mengandung lignin yaitu bahan penguat yang terdapat bersama-sama dengan selulosa di dalam dinding sel tumbuhan. Adanya ikatan-ikatan antara komponen-komponen tersebut dengan selulosa dapat mengganggu proses adsorpsi, agar tidak mengganggu proses adsorpsi, maka harus dihilangkan dengan penambahan reagen. Penggunaan reagen seperti asam sulfat dapat digunakan sebagai aktivator untuk merusak struktur lignin, sehingga pori yang diperoleh lebih optimum.

Mengingat kandungan selulosa yang terkandung dalam kulit kacang tanah maka dapat dimanfaatkannya sebagai adsorben dan untuk meningkatkan nilai manfaat kulit kacang tanah (*Arachis hypogea L*). Menurut Susanti (2009) tentang potensi kulit kacang tanah sebagai adsorben zat warna reaktif cibacron red menyimpulkan bahwa kulit kacang tanah yang digunakan sebagai adsorben cibacron red yang telah dimodifikasi dengan asam sulfat 97%. Parameter yang diujikan adalah waktu adsorpsi, bobot adsorben, dan konsentrasi awal zat warna. Kondisi optimum untuk arang aktif ialah 60 menit, 3,0 g, dan 150 ppm. Pada pengujian larutan tunggal, kapasitas adsorpsi cibacron red oleh adsorben arang aktif sebesar 3827,50 µg/g adsorben. Efisiensi penjerapan pada larutan tunggal sebesar 72,56%. Persen penurunan warna adsorben pada limbah industri tekstil adalah 51,65%.

BAB III

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS


3.1. Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

Keterangan:

 : Variabel yang diteliti

 : Variabel yang tidak diteliti

3.2. Hipotesis

- H1 : “Kulit kacang tanah efektif digunakan sebagai bioadsorben terhadap penurunan kandungan kromium VI pada limbah pelapisan logam”
- H0 : “Kulit kacang tanah tidak efektif digunakan sebagai bioadsorben terhadap penurunan kandungan kromium VI pada limbah pelapisan logam”

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen atau percobaan adalah suatu penelitian dengan melakukan kegiatan percobaan (*experiment*) 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, 2012).

Desain penelitian ini adalah *True Experimental Design* dengan bentuk *Pretest-Posttest with Control Group Design*. Dalam rancangan ini dilakukan randomisasi artinya pengelompokan anggota-anggota kelompok control dan kelompok eksperimen dilakukan berdasarkan acak atau random. Kemudian dilakukan *pretest* (01) pada kedua kelompok tersebut, dan diikuti intervensi (X) pada kelompok eksperimen. Setelah beberapa waktu dilakukan *posttest* (02) pada kedua kelompok tersebut (Notoatmodjo, 2012).

4.2. Populasi dan Sampel Penelitian

4.2.1. Populasi Penelitian

Populasi adalah keseluruhan objek penelitian atau objek yang diteliti (Notoadmojo, 2012). Populasi dari penelitian ini adalah seluruh limbah yang dihasilkan oleh industri pelapisan logam krom.

4.2.2. Sampel Penelitian

Sampel adalah objek yang diteliti dan dianggap mewakili seluruh populasi (Notoatmodjo, 2012). Sampel dari penelitian ini adalah sebagian limbah yang mengandung logam berat krom yang diambil di industri pelapisan logam krom.

4.3. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel limbah cair dilakukan sebanyak tiga kali dengan hari yang sama. Sampel yang diambil merupakan limbah cair yang dihasilkan pada 3 proses pelapisan benda yang berbeda. Teknik pengambilan sampel air limbah pada penelitian ini menggunakan pengambilan contoh sesaat (*grab sample*), yakni limbah yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu. Dilakukan pengambilan sampel pada pembilasan benda 1, pembilasan benda 2 dan pembilasan benda 3 untuk mengetahui kandungan logam kromium pada limbah cair industri *elektroplating*.

4.4. Tempat dan Waktu Penelitian

4.4.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada Malang.

4.4.2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2019

4.4 Definisi Operasional

Definisi operasional yang diberikan kepada variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Alat Ukur	Kategori	Skala
1.	Kandungan Kromium VI	Jumlah logam berat kromium VI dalam air limbah	Kolorimetri	Memenuhi jika kandungan kromium VI < 0,1 mg/l Tidak memenuhi jika kandungan kromium VI > 0,1 mg/l, berdasarkan PERGUB no 72 tahun 2013.	Rasio
2.	Adsorben Kulit Kacang Tanah	Serbuk yang dihasilkan dari pengolahan kulit kacang tanah menjadi serbuk setelah ditumbuk dan diayak lalu dikeringkan pada suhu 60°C selama 3x24 jam	Timbangan Analitik	Konsentrasi yang digunakan adalah 0,5 gr, 1 gr dan 1,5 gr	Rasio

4.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat-alat yang akan digunakan untuk pengumpulan data (Notoadmojo, 2012). Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar observasi. Lembar observasi digunakan sebagai lembar pengamatan.

4.6 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independen*): Variabel independen adalah variable yang mempengaruhi (Notoadmojo, 2012). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah “konsentrasi adsorben kulit kacang tanah”.
2. Variabel terikat (*Dependen*): Variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi sebab pengaruh atau timbulnya variabel dependen (Notoadmojo, 2012). Variabel dependen dalam penelitian ini adalah “ kandungan logam berat kromium dalam limbah”.

4.7 Prosedur Penelitian

4.7.1 Konsentrasi Bioadsorben

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pratomo, dkk (2015) yang menggunakan kulit kacang tanah sebagai bioadsorben logam berat kalsium dan magnesium menggunakan konsentrasi bioadsorben sebesar 0,5 gr, 1 gr, 1,5 gr, 2 gr dan 2,5 gr dalam 25 ml air sampel, maka dari itu peneliti membuat variasi konsentrasi kulit kacang tanah sebagai berikut: 0,5 gr, 1 gr dan 1,5 gr dalam 25 ml sampel air limbah industri krom. Sebelum dilakukan perlakuan pada sampel, sampel diuji terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan kromium pada limbah tersebut.

4.7.2 Alat

1. Botol air mineral
2. Timbangan analitik
3. Ayakan
4. Kertas saring
5. Oven
6. Gelas ukur
7. Beaker glass
8. Stopwatch
9. *Chromium VI Checker*
10. Blender

4.7.3 Bahan

1. Limbah yang mengandung kromium
2. Serbuk kulit kacang tanah

4.7.4 Prosedur Penelitian

- a. Pembuatan Bioadsorben Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L.*)

Dalam pembuatan bioadsorben kulit kacang tanah dilakukan langkah-langkah berikut:

1. Kulit kacang tanah dicuci menggunakan air mengalir
 2. Kulit kacang tanah dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 3 x 24 jam.
 3. Kulit kacang tanah dihaluskan menggunakan blender.
 4. Serbuk kulit kacang tanah diayak menggunakan ayakan 100 mesh
 5. Adsorben kulit kacang tanah disimpan dalam alumunium foil.
- b. Prosedur Perlakuan Bioadsorben Kulit Kacang Tanah terhadap Limbah Cair Kromium VI
 1. Mengambil sampel limbah cair mengandung kromium.

2. Menghomogenkan limbah cair dengan cara mengaduk.
3. Menuangkan limbah cair yang sudah dihomogenkan ke dalam botol masing-masing 25 ml.
4. Mengukur kandungan kromium menggunakan kromium *checker*.
5. Adsorben kulit kacang tanah dengan variasi konsentrasi 0,5 gr, 1 gr dan 1,5 gr yang sebelumnya ditimbang dengan timbangan analitik kemudian dicampurkan ke dalam limbah cair mengandung kromium pada masing-masing kelompok sampel perlakuan.
6. Mencampurkan adsorben kulit kacang tanah menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 400 rpm selama 20 menit.
7. Melakukan pemisahan antara adsorben serbuk kulit kacang tanah dengan cara disaring menggunakan kertas saring.
8. Mengukur penurunan kandungan kromium dalam limbah setelah dikontakkan dengan adsorben kulit kacang tanah.

c. Prosedur Pengujian Kromium VI

1. Menghidupkan alat dengan menekan tombol power hingga layar menampilkan "Add" dan "C1".
2. Mengisi kuvet dengan 10 ml air sampel hingga mencapai garis batas dan tutup rapat.
3. Meletakkan kuvet ke dalam lubang kuvet
4. Menekan tombol power hingga layar menampilkan "Add" dan "C2"
5. Melepaskan kembali kuvet dari alat.
6. Menambahkan reagen kedalam kuvet. Menutup kuvet dan kocok selama 10 detik
7. Meletakkan kembali kuvet ke dalam lubang kuvet
8. Menekan dan menahan tombol *power* sampai layar menampilkan hitungan mundur. Layar akan menunjukkan hasil pengukuran.

4.8 Prosedur Pengumpulan Data

4.8.1 Data Primer

Data primer adalah materi atau kumpulan fakta yang dikumpulkan sendiri oleh peneliti pada saat berlangsungnya suatu penelitian. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dengan cara pemeriksaan kandungan kromium pada limbah cair yang belum mendapat perlakuan dan yang sudah mendapat perlakuan penambahan serbuk kulit kacang tanah dengan variasi konsentrasi berbeda dalam masing-masing sampel.

4.8.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak lain, tidak langsung diperoleh oleh peneliti dari subjek penelitiannya, data sekunder berwujud data dokumentasi atau data laporan yang telah tersedia. Data sekunder diperoleh dari industri tempat pengambilan sampel dan data sekunder diperoleh dari buku-buku, jurnal dan skripsi yang berhubungan dengan penelitian ini.

4.9 Analisa Data

Data dari hasil pemeriksaan kandungan kromium air limbah yang bersumber dari industri pelapisan logam krom sebelum dan sesudah pemberian bioadsorben kulit kacang tanah dengan berbagai variasi konsentrasi kemudian disajikan dalam bentuk tabel yang selanjutnya dianalisis secara deskriptif yaitu membuat interpretasi dan deskriptif dari data yang diperoleh berdasarkan kriteria objektif untuk mengetahui seberapa efektif bioadsorben kulit kacang tanah dalam menurunkan kandungan logam berat kromium.

Uji statistik dilakukan untuk melihat perbedaan pemberian bioadsorben kulit kacang tanah terhadap penurunan kandungan kromium VI pada limbah cair pelapisan logam. Uji statistik yang digunakan yaitu uji

normalitas menggunakan Shapiro-Wilk, kemudian dilakukan uji anova satu arah (*one way anova*). Uji *one way anova* dilakukan dengan menggunakan SPSS dengan interval kepercayaan 95% atau *level significancy* 5% untuk melihat perbedaan masing-masing kandungan logam berat kromium VI dalam limbah pelapisan logam (variabel terikat) terhadap konsentrasi adsorben kulit kacang tanah 0,5 gr/25 ml, 1,0 gr/25 ml dan 1,5 gr/25 ml (variabel bebas).

Adapun langkah-langkah dalam prosedur uji *one way anova* sebagai berikut:

4.9.1 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 nilai sig. > 0,05 maka seluruh varian populasi adalah sama

Jika nilai sig. < 0,05 maka seluruh varian populasi adalah berbeda

4.9.2 Test Post Hoc

Pengujian Anova 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, 2009).

4.10 Etika Penelitian

1. Menghormati harkat dan martabat manusia (*respect for human dignity*).
2. Menghormati privasi dan kerahasiaan subjek penelitian (*respect for privacy and confidentiality*).
3. Memperhitungkan manfaat dan kerugian yang ditimbulkan (*balancing harms and benefits*) (Notoatmodjo, 2012).

4.11. Jadwal Penelitian

Tabel 4.2 Jadwal Penelitian

No	Keterangan	Bulan											
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags
1	Pembuatan proposal	■											
2	Sidang pra proposal		■										
3	Bimbingan		■	■	■								
4	Seminar proposal				■								
5	Penelitian					■	■	■					
6	Pembuatan skripsi								■	■	■	■	
7	Bimbingan								■	■	■	■	
8	Sidang akhir												■

BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1 Hasil Pengujian Bioadsorben Kulit Kacang Tanah dengan Limbah Industri Pelapisan Logam Krom

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas kulit kacang tanah sebagai bioadsorben logam berat kromium VI pada industri pelapisan logam krom. Ada beberapa tahap dalam penelitian ini antara lain yaitu pembuatan bioadsorben kulit kacang tanah, perlakuan bioadsorben kulit kacang tanah terhadap sampel limbah cair kromium VI dan pengujian kandungan kromium VI. Pada Industri tersebut limbah cair yang dihasilkan dari proses pelapisan logam tidak melalui proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Limbah cair mengandung kromium langsung dibuang ke lubang galian tanah air limbah juga digunakan untuk menyiram tanaman yang ada di pekarangan rumah. Pengambilan sampel limbah cair dilakukan sebanyak tiga kali dengan hari yang sama. Sampel yang diambil merupakan limbah cair yang dihasilkan pada 3 proses pelapisan benda yang berbeda. Dilakukan pengambilan sampel pada pembilasan benda 1, pembilasan benda 2 dan pembilasan benda 3 untuk mengetahui kandungan logam kromium pada limbah cair industri *elektroplating*.

Pada penelitian ini digunakan 3 variasi massa adsorben yang berbeda yakni 0,5 gr; 1 gr dan 1,5 gr diberi perlakuan dengan mencampurkan bioadsorben kulit kacang tanah dengan limbah, diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 400 rpm selama 20 menit.

Dilakukan pengujian terhadap limbah cair sebelum perlakuan (*pretest*) dan sesudah perlakuan (*post test*).

Tabel. 5.1 Hasil Pengujian Kandungan Logam Berat Kromium VI

Sampel	Massa Adsorben (gr)	Sebelum / Pre	Sesudah / Post	Penurunan
		Test (mg/l)	Test (mg/l)	
1	0,5	0,126	0,056	0,070
	1,0	0,126	0,013	0,113
	1,5	0,126	0,000	0,126
2	0,5	0,154	0,066	0,088
	1,0	0,154	0,029	0,125
	1,5	0,154	0,006	0,148
3	0,5	0,138	0,063	0,075
	1,0	0,138	0,014	0,124
	1,5	0,138	0,003	0,135

Berdasarkan pengujian kandungan logam berat kromium VI pada tabel 5.1 diatas bahwa bioadsorben kulit kacang tanah mampu menyerap logam berat kromium VI, kandungan kromium VI paling rendah pada sampel 1 sebesar 0,000 mg/l. Penurunan logam berat kromium VI semakin rendah seiring dengan penambahan massa bioadsorben kulit kacang tanah.

Pada tabel 5.1 juga menunjukkan bahwa air limbah pada sampel telah melebihi baku mutu limbah berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya yang menyebutkan bahwa kandungan maksimum kromium VI yang diperbolehkan ada dalam air limbah adalah 0,1 mg/l.

Menurut Larasati (2015), efektivitas adsorpsi logam berat dapat dianalisa dengan menghitung efektivitas penurunan (E_f) yaitu kandungan

logam berat awal (Y_i) dikurangi dengan kandungan logam berat akhir (Y_f) per kandungan logam berat awal (Y_i) dalam mg/l sebagai berikut:

$$Ef = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100\%$$

Tabel. 5.2 Hasil Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Logam Berat Kromium VI

Sampel	Massa Adsorben (gr)	Y_i (mg/l)	Y_f (mg/l)	Efektivitas (%)
1	0,5	0,126	0,056	55,55
	1,0	0,126	0,013	89,68
	1,5	0,126	0,000	100
2	0,5	0,154	0,066	57,14
	1,0	0,154	0,029	81,16
	1,5	0,154	0,006	96,10
3	0,5	0,138	0,063	54,34
	1,0	0,138	0,014	87,68
	1,5	0,138	0,003	97,82

Berdasarkan perhitungan efektivitas adsorpsi pada Tabel 5.2 menunjukkan bahwa bioadsorben kulit kacang tanah dapat menyerap logam berat kromium VI dengan rata-rata efektivitas penurunan yakni pada massa adsorben 0,5 gr sebesar 55,67%. Rata-rata efektivitas penurunan pada massa adsorben 1,0 gr sebesar 86,17%. rata-rata efektivitas penurunan pada massa adsorben 1,5 gr sebesar 97,97%.

5.2 Hasil Pengujian Statistik Perbedaan Efektifitas Bioadsorben Kulit Kacang Tanah

Pada penelitian ini dilakukan uji statistik untuk melihat perbedaan pemberian bioadsorben kulit kacang tanah terhadap penurunan kandungan

kromium VI pada limbah cair pelapisan logam. Uji statistik yang digunakan yaitu uji anova satu arah (*one way anova*). Syarat untuk melakukan uji Anova adalah data harus berdistribusi normal dan homogen.

Tabel 5.3 Hasil Uji Normalitas Menggunakan SPSS

Massa Adsorben	Sig.	Keterangan
0,0 gr	.843	Data berdistribusi normal
0,5 gr	.567	Data berdistribusi normal
1,0 gr	.107	Data berdistribusi normal
1,5 gr	1.000	Data berdistribusi normal

Pada tabel 5.3 uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk dengan $\alpha = 0,05$ hasil di atas menunjukkan bahwa nilai sig. $> 0,05$ pada seluruh konsentrasi adsorben kulit kacang tanah, maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

Tabel 5.4 Hasil Uji Homogenitas Menggunakan SPSS

Levene Statistic	Sig.	Keterangan
1.994	.194	Data homogen

Pada tabel 5.4 uji homogenitas di atas menunjukkan bahwa Levene Test adalah 1.994 dengan nilai sig. 0.194. Karena nilai sig. $> 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa variansi populasi relatif sama. Sehingga syarat uji Anova terpenuhi.

Tabel 5.5 Hasil Uji Anova menggunakan SPSS

Variabel	Sig.	Keterangan
Kandungan logam berat kromium VI	.000	Terdapat perbedaan rata-rata

Pada tabel 5.5 uji anova di atas menunjukkan bahwa F hitung adalah 142.861 dengan nilai sig. 0.000. Karena nilai sig. $< 0,05$ maka H_0 ditolak atau rata-rata kandungan logam berat kromium VI memang berbeda secara

nyata. Dengan kata lain dalam seluruh kelompok perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan, antara perlakuan satu dengan yang lain.

Terdapat perbedaan yang signifikan di antara ketiga konsentrasi adsorben, maka untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda dan tidak sehingga dibahas pada analisis Bonferroni dan Tukey dalam *post-hoc test*.

Tabel 5.6 Hasil Uji Post Hoc menggunakan SPSS

	(I) Konsentrasi Adsorben	(J) Konsentrasi Adsorben	Sig.	95% Confidence Interval		Keterangan
				Lower Bound	Upper Bound	
Tukey HSD	0 gr	0,5 gr	.000	54.5372	100.7961	Signifikan
		1,0 gr	.000	97.5372	143.7961	Signifikan
		1,5 gr	.000	113.2039	159.4628	Signifikan
	0,5 gr	0 gr	.000	-100.7961	-54.5372	Signifikan
		1,0 gr	.002	19.8705	66.1295	Signifikan
		1,5 gr	.000	35.5372	81.7961	Signifikan
	1,0 gr	0 gr	.000	-143.7961	-97.5372	Signifikan
		0,5 gr	.002	-66.1295	-19.8705	Signifikan
		1,5 gr	.211	-7.4628	38.7961	Tidak Signifikan
	1,5 gr	0 gr	.000	-159.4628	-113.2039	Signifikan
		0,5 gr	.000	-81.7961	-35.5372	Signifikan
		1,0 gr	.211	-38.7961	7.4628	Tidak Signifikan

*The mean difference is significant at the 0.05 level

Berdasarkan tabel 5.6 uji Post Hoc memiliki α sebesar 0,05 sehingga apabila nilai sig. lebih besar dari 0,05 maka dapat dikatakan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan akan tetapi apabila nilai sig. kurang dari 0,05 maka dapat dikatakan terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Hasil uji Post Hoc terhadap konsentrasi bioadsorben 0 gr dan 0,5 gr menghasilkan nilai sig $0.000 < 0.05$ sehingga terdapat perbedaan yang signifikan. Pada konsentrasi bioadsorben 0 gr dan 1 gr menghasilkan nilai sig $0.000 < 0.05$ sehingga terdapat perbedaan signifikan. Pada konsentrasi bioadsorben 0 gr dan 1,5 gr menghasilkan nilai sig $0.000 < 0.05$ sehingga terdapat perbedaan signifikan. Pada konsentrasi bioadsorben 0,5

gr dan 1 gr menghasilkan nilai sig $0.002 < 0.05$ sehingga terdapat perbedaan signifikan. Pada konsentrasi bioadsorben 0,5 gr dan 1,5 gr menghasilkan nilai sig $0.000 < 0.05$ sehingga terdapat perbedaan signifikan. Sedangkan pada konsentrasi bioadsorben 1 gr dan 1,5 gr menghasilkan nilai sig $0.211 >$ sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1 Logam Berat Kromium VI dalam Limbah Pelapisan Logam

Pada penelitian ini dilakukan pengujian sampel limbah cair, pengujian dilakukan di Laboratorium Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada Malang ketiga sampel limbah cair industri *elektroplating* yang dihasilkan pada proses pembilasan benda 1, 2 dan 3 memiliki perbedaan nilai kandungan kromium VI. Hasil pengujian awal (*pretest*) pada air limbah sebelum diberi perlakuan pada sampel 1 sebesar 0,126 mg/l, sampel 2 sebesar 0,154 mg/l dan pada sampel 3 sebesar 0,138 mg/l. Perbedaan kandungan kromium VI pada ketiga limbah dikarenakan adanya perbedaan luas permukaan yang dilapisi, semakin luas permukaan benda yang dilapisi maka semakin banyak pula limbah cair yang dihasilkan. Kandungan kromium VI yang berbeda juga dapat diakibatkan oleh banyak sedikitnya air yang digunakan untuk pembilasan, semakin banyak air yang digunakan maka kepekatan kromium VI semakin sedikit.

Pengujian kandungan kromium dilakukan dengan menggunakan alat *Chromium VI Checker HI 723*, alat ini bekerja dengan menggunakan metode spektrofotometri. Menurut Prasetyo (2006) spektrofotometri adalah alat untuk mengukur absorban suatu sampel sebagai panjang gelombang. Metode analisis spektrofotometri banyak digunakan sebagai metode analisis kuantitatif. Analisis dengan metode spektrofotometri berdasarkan pada pengukuran spektrum sinar yang diserap oleh larutan.

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa kandungan kromium VI telah melebihi baku mutu yang diperbolehkan oleh Peraturan

Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Peraturan tersebut menyebutkan bahwa kadar maksimum kromium VI yang diperbolehkan ada dalam air limbah adalah 0,1 mg/l.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada industri *elektroplating* diketahui bahwa industri ini mulai beroperasi pada tahun 2015 dan memiliki 4 orang pekerja. Pada saat melakukan pekerjaan pelapisan logam para pekerja menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang kurang sesuai. Pada proses poles (penghalusan permukaan benda) pekerja hanya menggunakan kain kaos sebagai masker, sedangkan pada proses pelapisan yang bersentuhan langsung dengan bahan kimia pekerja tidak menggunakan sarung tangan.

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, aluminium. Biasanya produk seperti meja, kursi, sendok makan dan alat dapur lainnya dilapisi dengan menggunakan logam nikel dan krom. Umumnya, produk logam bisa dilapisi dengan menggunakan emas, nikel, tembaga, seng, kuningan, perak, krom atau logam pelapis lainnya (Nofitasari, 2012).

Industri *elektroplating* memanfaatkan logam-logam tertentu sebagai lapis lindung atau *coating*, sehingga dalam kegiatannya menghasilkan limbah cair yang dapat mengandung ion-ion logam berat yang bersifat toksik. Logam berat dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia tergantung pada besarnya dosis paparan. Polutan logam berat dapat mencemari lingkungan, baik di lingkungan udara, air maupun tanah. Pencemaran logam berat dari industri dapat mencemari manusia melalui ikan, air minum atau air sumber irigasi lahan pertanian sehingga tanaman

sebagai sumber pangan manusia tercemar logam berat. Salah satu logam berat yang digunakan dalam industri *elektroplating* adalah kromium. Kromium digunakan sebagai bahan paduan logam besi dalam usaha untuk peningkatan ketahanan korosi, kekuatan serta sebagai bahan pelapis (Nofitasari, 2012).

Limbah yang dihasilkan tersebut berasal dari bilasan benda kerja pada proses pengerjaan akhir (*post treatment*). Berdasarkan hasil observasi lapangan limbah dari industri *elektroplating* yang dihasilkan dibuang langsung tanpa melalui proses pengolahan, sehingga masih mengandung logam berat yang berbahaya bagi lingkungan khususnya kromium. Limbah tersebut dibuang langsung pada tanah di belakang pekarangan rumah. Limbah tersebut biasanya juga digunakan untuk menyiram tanaman yang ada di pekarangan tersebut.

Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mauna (2015) yang dilakukan pada salah satu industri *elektroplating* di Kota Jember menyebutkan bahwa kandungan logam kromium pada industri tersebut sebesar 3,5 mg/l dimana telah melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka limbah yang dihasilkan oleh industri *elektroplating* harus dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan. Menurut Agustina dkk (2018), kromium diketahui sebagai salah satu polutan beracun yang menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan masyarakat. Kromium VI merupakan logam berat, dimana dalam konsentrasi yang kecil dapat menghasilkan tingkat keracunan yang tinggi pada makhluk hidup. Jika senyawa kromium VI terbuang ke lingkungan dan masuk ke dalam tubuh makhluk hidup maka akan sangat berbahaya, sehingga penting untuk mengolah limbah tersebut.

Daya racun yang dimiliki oleh logam Cr ditentukan oleh valensi ionnya. Ion Cr^{6+} merupakan logam Cr yang paling banyak dipelajari sifat racunnya, bila dibandingkan dengan ion-ion Cr^{3+} dan Cr^{2+} . Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis. Daya racun yang dimiliki oleh bahan aktif kromium akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim dalam proses fisiologi atau metabolisme tubuh, sehingga rangkaian metabolisme terputus. Ion Cr^{6+} dalam proses metabolisme tubuh akan menghambat kerja dari enzim, akibatnya terjadi perubahan dalam pertumbuhan sel, sehingga sel-sel tumbuh secara liar atau dikenal dengan istilah kanker. Hal itulah yang menjadi dasar dari penggolongan Cr ke dalam kelompok logam yang bersifat karsinogenik (Palar, 2012).

6.2 Kulit Kacang Tanah sebagai Bioadsorben

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah industri *elektroplating* yang mengandung kromium VI menggunakan bioadsorben kulit kacang tanah. Kulit kacang tanah termasuk limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Kulit kacang tanah mengandung selulosa yang tinggi dimana selulosa memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi logam berat karena memiliki gugus hidroksil. Menurut Gandaningrum (2017) kulit kacang tanah memiliki komposisi air (9,5%), abu (3,6%), protein (8,4%), selulosa (63,5%), lignin (13,2%) dan lemak (1,8%). Kulit kacang tanah mengandung banyak selulosa yang mempunyai potensi cukup besar untuk dijadikan sebagai adsorben karena adanya gugus hidroksil (-OH) yang berperan dalam proses pengikatan ion logam (Gandaningrum, 2017).

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan kulit kacang tanah hingga menjadi adsorben logam berat kromium VI. Pertama dilakukan proses pencucian kulit kacang tanah dengan air yang mengalir dengan tujuan

kotoran yang menempel pada kulit kacang tanah hilang agar tidak mengganggu pada saat proses adsorpsi. Dilakukan pengeringan terhadap kulit kacang tanah menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 3 x 24 jam. Proses ini penting dalam proses pembuatan adsorben yang berfungsi untuk mengaktivasi permukaan adsorben. Menurut Gandaningrum (2017) jika dilakukan pengarangan dengan suhu tinggi maka gugus aktif yang terdapat pada selulosa kulit kacang tanah akan menguap sehingga tinggal atom karbon terletak pada setiap sudutnya dan mengakibatkan tersedianya ruang-ruang dalam struktur arang kulit kacang tanah yang memungkinkan adsorbat masuk ke dalamnya.

Proses selanjutnya yakni kulit kacang tanah kering dihaluskan hingga menjadi serbuk menggunakan blender. Proses penghalusan dimaksudkan agar luas permukaan dari adsorben yang dipakai semakin besar hingga mampu mengadsorpsi lebih optimal. Kulit kacang tanah yang telah menjadi serbuk diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh untuk menghasilkan ukuran yang sama. Menurut Baryatik (2016) semakin besar ukuran mesh ayakan dengan kata lain semakin kecil ukuran partikel adsorben, maka penyerapan bioadsorben terhadap kromium VI semakin tinggi, karena luas permukaan kontak antara adsorben dengan adsorbat semakin besar. Kulit kacang tanah yang telah diayak dibungkus dengan aluminium foil agar tidak bercecer.

Prosedur selanjutnya yakni perlakuan bioadsorben kulit kacang tanah terhadap limbah mengandung kromium VI, bioadsorben yang sudah diayak lalu ditimbang dengan variasi massa yakni 0,5 gr; 1,0 gr dan 1,5 gr menggunakan timbangan digital agar didapat massa yang sesuai. Limbah mengandung *elektroplating* diukur volumenya sebanyak 25 ml lalu dicampurkan dengan bioadsorben kulit kacang tanah, pengadukan dilakukan

dengan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 400 rpm dalam waktu 20 menit. Pengadukan bertujuan agar terjadi kontak antara bioadsorben dan bioadsorben kulit kacang tanah. Menurut Rizki (2015) dalam penelitiannya tentang penurunan kandungan Fe pada air sumur menggunakan karbon aktif limbah kopi menyebutkan bahwa adsorpsi mencapai optimum pada kecepatan 400 rpm dengan waktu kontak 20 menit. Proses selanjutnya yakni dilakukan pengukuran kromium VI menggunakan alat *Chromium VI Checker* HI 723 untuk mengetahui kandungan kromium VI dalam limbah setelah diberi perlakuan.

Adsorben merupakan zat yang melakukan penyerapan terhadap zat lain termasuk logam berat. Menurut Irmawati (2012) penggunaan bioadsorben dalam proses pengikatan logam terbukti lebih efektif dan memiliki beberapa keuntungan, diantaranya adalah tidak menghabiskan biaya yang terlalu banyak dalam proses operasionalnya, ramah lingkungan dan mudah pembuatannya. Menurut Haura (2017) adsorben yang digunakan untuk proses adsorpsi relatif mahal sehingga diperlukan adsorben yang lebih murah dan ramah lingkungan, misalnya yang berasal dari limbah biomassa. Adsorben yang diperoleh dari bahan baku limbah, selain mengurangi beban limbah padat di lingkungan sekitar juga dapat menekan harga jual dari adsorben tersebut.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Zaini (2017) yang menggunakan kulit kacang tanah sebagai bioadsorben logam berat timbal (Pb) dalam air limbah laboratorium menunjukkan hasil bahwa kulit kacang tanah mampu menyerap timbal (Pb) mencapai 96,57%. Penelitian lain yang dilakukan oleh Setiawan pada tahun 2012 menyebutkan bahwa kulit kacang tanah mampu menyerap ion Pb sebesar 4,32 mg/g. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Pratomo pada tahun 2015 yang menggunakan

kulit kacang tanah sebagai bioadsorben Ca dan Mg dapat mengadsorpsi sebanyak masing-masing 3,62 mg/g dan 2,89 mg/g.

6.3 Efektivitas Kulit Kacang Tanah sebagai Bioadsorben

Pada penelitian ini dilakukan uji efektivitas adsorpsi logam berat kromium VI ditentukan berdasarkan variasi perbedaan massa adsorben yang digunakan yaitu 0,5 gr; 1,0 gr dan 1,5 gr dengan volume sampel air limbah yang digunakan sebanyak 25 ml. Penurunan kandungan kromium VI dengan variasi penambahan bioadsorben kulit kacang tanah dapat dilihat pada tabel 5.1 yang menunjukkan bahwa logam berat kromium VI mengalami penurunan pada setiap perlakuan variasi konsentrasi. Penurunan kandungan kromium VI paling tinggi terdapat pada penambahan bioadsorben kulit kacang tanah sebesar 1,5 gr. Pada sampel 1 dengan penambahan bioadsorben 1,5 gr didapatkan hasil bahwa kromium VI terserap seluruhnya, hasil pengukuran menunjukkan bahwa kandungan kromium VI sebesar 0 mg/l. Dengan kata lain bioadsorben kulit kacang tanah mampu menyerap logam berat kromium VI yang terdapat pada limbah industri *elektroplating*.

Hubungan massa adsorben dan persen efektivitas berbanding lurus, dimana semakin tinggi massa adsorben yang digunakan maka persen efektivitas adsorpsi logam semakin tinggi. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Krisnawati (2013), dimana konsentrasi ion logam akan semakin menurun dengan bertambahnya jumlah adsorben yang digunakan. Jumlah adsorben yang semakin banyak akan memperluas penyerapan ion logam yang ada pada suatu larutan sehingga persen efektivitas adsorpsi pun akan semakin meningkat.

Sejalan dengan penelitian yang sebelumnya oleh Nurhasni (2012) diperoleh bahwa konsentrasi ion logam yang tersisa di dalam larutan semakin menurun dengan bertambahnya jumlah adsorben yang digunakan.

Hal ini disebabkan semakin banyak jumlah adsorben yang digunakan maka akan meningkatkan jumlah partikel dan luas permukaan sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat ion logam bertambah. Oleh karena itu, semakin banyak jumlah adsorben yang digunakan maka konsentrasi ion logam yang tersisa dalam larutan semakin menurun sehingga presentase adsorpsinya meningkat.

Berdasarkan perhitungan efektivitas menggunakan rumus perhitungan efektivitas penurunan (E_f), pada Tabel 5.2 menunjukkan bahwa bioadsorben kulit kacang tanah mampu menyerap kandungan kromium VI pada penambahan massa bioadsorben sebanyak 1,5 gr per 25 ml limbah cair, dengan persen efektivitas mencapai 100%. Pada sampel 2 dan sampel 3 juga terjadi penurunan kandungan kromium VI dengan persen efektivitas mencapai 96,10% dan 97,82% pada penambahan bioadsorben kulit kacang tanah sebanyak 1,5 gr per 25 ml limbah cair. Semakin bertambahnya jumlah adsorben maka memperluas bidang adsorpsi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa setelah dilakukan adsorpsi menggunakan bioadsorben kulit kacang tanah, kandungan logam berat kromium VI pada limbah industri pelapisan logam (*elektroplating*) menurun. Hal ini menunjukkan semakin banyak konsentrasi bioadsorben yang ditambahkan kedalam limbah industri pelapisan logam krom maka kandungan logam berat kromium VI juga semakin menurun. Dengan kata lain kulit kacang tanah efektif digunakan sebagai bioadsorben logam berat kromium VI pada limbah industri pelapisan logam.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Baryatik (2016) didapatkan hasil bahwa bioadsorben ampas kopi dapat menurunkan kandungan logam berat kromium dalam 500 ml sampel limbah cair batik dengan massa adsorben 2 gr dengan nilai efektivitas sebesar 4,03%. Sedangkan pada

penelitian ini digunakan bioadsorben kulit kacang tanah dengan massa sebanyak 1,5 gr dalam 25 ml sampel. Dengan kata lain jika sampel yg digunakan pada penelitian ini sebanyak 500 ml maka bioadsorben kulit kacang tanah yang diperlukan sebanyak 30 gr sehingga didapat nilai efektivitas sebesar 97,97%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak bioadsorben yang digunakan maka nilai efektivitas semakin tinggi.

Menurut peneltian yang dilakukan oleh Talunoe (2016) didapatkan hasil bahwa bioadsorben kulit kacang tanah dapat menurunkan kandungan logam berat besi (Fe), pada penelitian ini digunakan variasi penggunaan berulang adsorben. Diperoleh hasil bahwa bioadsorben kulit kacang tanah mampu menurunkan logam berat besi pada 9 kali penggunaan berulang dengan penggunaan pertama yang paling baik.

Pada penelitian ini digunakan uji *One Way Anova* untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar kelompok perlakuan. Syarat untuk melakukan Uji *One Way Anova* adalah data harus bersifat normal dan homogen. Maka dari itu dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-wilk*. Pada uji *Shapiro – wilk* dinyatakan data berdistribusi normal dengan nilai sig. > 0,05 yang artinya data berdistribusi normal. Pada uji homogenitas didapatkan hasil bahwa nilai sig. 0,194 > 0,05 yang artinya data bersifat homogen. Berdasarkan uji normalitas dan uji homogenitas yang telah dilakukan maka syarat uji *One Way Anova* terpenuhi, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji *One Way Anova*.

Dalam uji *One Way Anova* menunjukkan bahwa nilai sig. < 0,05 yakni sebesar 0.000. Maka H_0 ditolak, rata-rata kandungan logam berat kromium VI memang berbeda secara nyata, dengan kata lain pada penelitian ini data yang didapat memiliki perbedaan antar perlakuan. Untuk mengetahui seberapa signifikan perbedaan tersebut maka perlu dilakukan uji lanjutan.

Berdasarkan uji lanjutan menggunakan uji Post Hoc menunjukkan bahwa ada perbedaan signifikan antar kelompok pada semua perlakuan, kecuali pada kelompok perlakuan konsentrasi bioadsorben 1,0 gr dengan 1,5 gr dengan nilai sig. sebesar 0.211. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan karena jumlah penurunan kandungan kromium VI hanya selisih sedikit atau kecil. Hal ini dapat dikarenakan bioadsorben kulit kacang tanah telah mencapai titik maksimal pada penambahan bioadsorben sebanyak 1,5 gr sehingga hanya terdapat sedikit penurunan dalam mengadsorpsi logam berat kromium VI. Menurut Ikhwan (2015) peningkatan kandungan logam berat pada penambahan massa bioadsorben tertentu, dapat diakibatkan oleh konsentrasi ion yang diadsorpsi sudah melebihi batas maksimum, sehingga menyebabkan kejenuhan pada adsorben.

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

1. Penurunan kandungan logam berat kromium VI terdapat pada semua variasi perlakuan penambahan bioadsorben kulit kacang tanah. Dengan variasi konsentrasi bioadsorben 0,5 gr; 1,0 gr dan 1,5 gr.
2. Kulit kacang tanah efektif digunakan sebagai bioadsorben logam berat kromium VI. Rata-rata efektivitas penurunan yakni pada massa adsorben 0,5 gr sebesar 55,67%, pada massa adsorben 1,0 gr sebesar 86,17% dan pada massa adsorben 1,5 gr sebesar 97,97%.
3. Terdapat perbedaan kandungan kromium VI secara signifikan antara kelompok kontrol dengan air limbah industri *elektroplating* dengan pemberian bioadsorben kulit kacang tanah sebesar 0,5 gr; 1,0 gr dan 1,5 gr dengan nilai signifikansi 0.000 pada semua perlakuan.

7.2 Saran

1. Bagi Dinas Lingkungan Hidup diperlukan sosialisasi kepada pemilik industri *elektroplating* tentang cara mengelola limbah cair yang benar dan efek yang ditimbulkan terhadap kesehatan maupun lingkungan akibat pembuangan limbah tanpa ada pengolahan terlebih dahulu.
2. Bagi industri *elektroplating* dapat melakukan pengolahan terhadap limbah yang dihasilkan, industri diharapkan memiliki IPAL dan dapat memanfaatkan kulit kacang tanah sebagai alternatif media pengolahan dalam menurunkan kandungan logam berat terutama kromium VI.

3. Bagi industri dapat menciptakan produk baru berupa adsorben yang ramah lingkungan untuk mengolah limbah industri khususnya industri *elektroplating* dengan menggunakan kulit kacang tanah
4. Bagi peneliti selanjutnya dapat menambah variasi atau menggunakan konsentrasi adsorben yang berbeda untuk mengetahui konsentrasi maksimal yang dapat menurunkan kandungan logam berat kromium VI, dapat meneliti faktor lain yang dapat mempengaruhi adsorpsi pada logam berat agar dapat diketahui kondisi maksimal adsorpsi logam berat, dapat meneliti penurunan logam berat lain yang terdapat pada limbah industri *elektroplating*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T. E., Faizal M., dan Aprianti T. 2018. *Pengolahan Limbah Logam Berat Kromium Hexavalen Menggunakan Reagen Fenton dan Adsorben Keramik Zeolit*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. Universitas Sriwijaya.
- Anggriana, D. 2011. *Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Air Sumur di Kawasan PT. Kima dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Azamia, M. 2012. *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia dalam Penurunan Kadar Organik serta Logam Berat Fe, Mn, Cr dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi*. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Baryatik P., Pujiati R. S. dan Ellyke. 2016. *Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Logam Kromium (Cr) pada Limbah Cair Batik*. Jurnal Universitas Jember.
- Erfandi, D dan Juarsah, I. 2014. *Konservasi Tanah Menghadapi Perubahan Iklim*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Gandaningrum, D., Susatyo E. B., dan Prasetya A. T. 2017. *Sintesis Arang Aktif Kulit Kacang Tanah sebagai Adsorben Sulfida Terinterferensi Nitrit*. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Ghozali, I. 2009. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Semarang: BP Universitas Diponegoro.
- Haura, U., Razi F., dan Meilina H. 2017. *Karakterisasi Adsorben Dari Kulit Manggis Dan Kinerjanya Pada Adsorpsi Logam Pb(II) dan Cr(VI)*. Jurnal. Universitas Syiah Kuala

- Ikhwan, Z. 2015. *Efektivitas Biosorben Keladi, Eceng Gondok dan Batang Pisang Pada Kandungan Fosfat Limbah Laundry*. Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas. Vol. 10 No. 1
- Irianto, K. 2015. *Pencemaran Lingkungan*. Bali: Universitas Warmadewa.
- Irmawati, A dan I. Ufin. 2012. *Pemanfaatan Biomassa Kulit Kacang Tanah (Arachis hypogea L.) untuk Adsorpsi Kromium dari Larutan Berair dengan Metode Kolom*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Jamil, A., Darundiati Y. H., dan Darundiati N. A. 2016. *Pengaruh Variasi Lama Waktu Kontak dan Jumlah Tanaman Kayu Apu (Pistia stratiotes) Terhadap Penurunan Kadar Cadmium (Cd) Limbah Cair Batik Home Industri "X" di Magelang*. Jurnal Kesehatan Masyarakat. Vol.4 No.4
- Krisnawati, J., dan Iriany. 2013. *Penjerapan Logam Kadmium (Cd^{2+}) dengan Adsorben Cangkang Telur Bebek yang Telah Diaktivasi*. Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara
- Larasati, A. I., Susanawati L. D., dan Suharto B. 2016. *Efektivitas Adsorpsi Logam Berat pada Air Lindi Menggunakan Media Karbon Aktif, Zeolit, Dan Silika Gel Di TPA Tlekung Batu*. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Universitas Brawijaya.
- Lestari, S. 2016. *Sintesis Arang Aktif Kulit Kacang Tanah (Arachis Hypogea L.) Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Kadar Ion Sulfida Dengan Interferensi Ion Sianida*. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang
- Listiana, V. 2013. *Analisa Kadar Logam Berat Kromium (Cr) dengan Ekstrasi Pelarut Asam Sulfat (H_2SO_4) Menggunakan Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS) di Sungai Donan (Cilacap) pada Jarak 2 km sesudah PT. Pertamina*. Skripsi. Semarang: Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Institut Agama Islam Negeri Walisongo

- Mariana, F. M. dan Hisbullah. 2012. *Studi Penghilangan Cr(VI) dari Limbah Cair dengan Menggunakan Daun Jambu Biji (Psidium Guajava L) Percobaan dan Modelling*. Universitas Syiah Kuala.
- Mauna, R. B. 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. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- Milasari, F. 2016. *Kajian Sebaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) pada Sedimen di Sekitar Perairan Teluk Lampung*. Skripsi. Lampung: FMIPA Universitas Lampung
- Nailil, A. 2011. *Kinetika adsorpsi Karbon Aktif dari Batang Pisang Sebagai Adsorben untuk Penyerapan Ion Logam Cr(VI) Pada Air Limbah Industri*. Jurnal. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang
- Nofitasari R., Samudro G., dan Junaidi. 2012. *Studi Penurunan Konsentrasi Nikel dan Tembaga Pada Limbah Cair Elektroplating Dengan Metode Elektrokoagulasi*. Jurnal Presipitasi Universitas Diponegoro, Vol 9 No2.
- Notoadmojo, S. 2012. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Nurhasni., Florentinus, F., dan Qosim, S. 2012. *Penyerapan Ion Aluminium dan Besi dalam Larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon Aktif*. Jurnal. Vol 2 No 4
- Paduraru, C., and Tofan, L. 2008. *Investigations on The Possibility of Natural Hemp Fibres use for Zn (II) Ions Removal From Wastewaters*. Environment Engineering and Management Journal, Vol.7, 687-693.
- Palar, H. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta

- Peraturan Gubernur No 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/ atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur
- Rizki, A. P. dan Sanjaya, A. S. 2015. *Kinetics Study of Fe Content Decrease In Well Water With Activated Carbon Adsorption Of Coffe Waste*. Jurnal. Universitas Mulawarman.
- Pratomo, U., Lubis R. A., dan Hendrati D. 2015. *Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah (Arachis hypogea) untuk Bioadsorpsi Logam Kalsium dan Magnesium*. Jurnal. Universitas Padjajaran Vol 3 No.3
- Prasetyo P. 2006. *Penentuan Ion Logam Cr Dalam Air Tangki Reaktor Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret
- Purwanto dan Huda S., 2005. *Teknologi Industri Elektroplating*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Suharto. 2011. *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. Yogyakarta: Andi Offset
- Sujarweni, W. 2015. *Statistik untuk Kesehatan*. Yogyakarta: Gava Media
- Sumantri, A. 2010. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kencana
- Susanti, A. 2009. *Potensi Kulit Kacang Tanah sebagai Adsorben Zat Warna Reaktif Cibacron Red*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor
- Talunoe, O., Nurhaeni., dan Mirzan, M. 2015. *Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah Sebagai Adsorben Besi (Fe) Pada Air Sumur Di Desa Pendolo, Kec. Pamona Selatan, Kab. Poso*. Jurnal Kovalen. Vol 1No. 1
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2009 tentang *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 3 tahun 2014 tentang *Perindustrian*
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*

- Warlina, L. 2014. *Pencemaran Air: Sumber, Dampak dan Penanggulangan*. Institut Pertanian Bogor
- Widowati, W., A. Sastiono dan Jusuf R. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: Andi
- Zaini, H. dan Sami, M. 2017. *Penyisihan Pb (II) dalam Air Limbah Laboratorium Kimia Sistem Kolom dengan Bioadsorben Kulit Kacang Tanah*. Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Zubair, A., Karamma R., dan Djurdan S. M. 2018. *Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Adsorben dalam Menurunkan Logam Berat Kromium (Cr) pada Air Limbah*. Jurnal. Fakultas Teknik Universitas Hassanudin.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Proses pencucian kulit kacang tanah



Gambar 2. Proses pengeringan kulit kacang tanah menggunakan oven



Gambar 3. Pengambilan sampel air limbah pelapisan logam krom



Gambar 4. Proses penghalusan kulit kacang tanah



Gambar 5. Proses pengayakan kulit kacang tanah



Gambar 6. Memasukkan sampel ke dalam beaker glass



Gambar 7. Proses penimbangan kulit kacang tanah



Gambar 8. Proses pengadukan sampel menggunakan *magnetic stirrer*



Gambar 9. Proses penyaringan
bioadsorben kulit kacang
tanah



Gambar 10. Pengujian kromium VI
sebelum perlakuan (*pre*
test)



Gambar 11. Pengujian kromium VI
setelah perlakuan (*post*
test)



Gambar 12. Pembuangan akhir limbah
pelapisan logam krom

Lampiran 2. Lembar Observasi

Sampel : Limbah cair Industri Elektroplating
Tempat pengambilan sampel : Industri electroplating "X" di Kota Malang
Tanggal pengambilan sampel : 29 Maret 2019
Tempat pemeriksaan sampel : Laboratorium Kesehatan Lingkungan
STIKES Widyagama Husada Malang
Tanggal pemeriksaan sampel : 30 Maret 2019

Hasil pemeriksaan sampel:

Sampel	Kontrol Positif (mg/l)	Massa Adsorben		
		0,5 gr	1 gr	1,5 gr
1	0,126	0,056	0,013	0,000
2	0,154	0,066	0,029	0,006
3	0,138	0,063	0,014	0,003

Lampiran 3. Hasil Pengujian Statistika

1. Uji Normalitas

Tests of Normality

Konsentrasi Bioadsorben	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kandungan Cr (VI) 0 gr	.204	3	.	.993	3	.843
0,5 gr	.269	3	.	.949	3	.567
1,0 gr	.365	3	.	.797	3	.107
1,5 gr	.175	3	.	1.000	3	1.000

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji Homogenitas Varian

Test of Homogeneity of Variances

Kandungan Cr (VI)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.994	3	8	.194

3. Uji One Way Anova

ANOVA

Kandungan Cr (VI)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	33536.667	3	11178.889	142.861	.000
Within Groups	626.000	8	78.250		
Total	34162.667	11			

4. Post Hoc Test

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kandungan Cr (VI)

	(I) Konsentrasi Bioadsorben	(J) Konsentrasi Bioadsorben	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	0 gr	0,5 gr	77.66667 [*]	7.22265	.000	54.5372	100.7961
		1,0 gr	120.66667 [*]	7.22265	.000	97.5372	143.7961
		1,5 gr	136.33333 [*]	7.22265	.000	113.2039	159.4628
	0,5 gr	0 gr	-77.66667 [*]	7.22265	.000	-100.7961	-54.5372
		1,0 gr	43.00000 [*]	7.22265	.002	19.8705	66.1295
		1,5 gr	58.66667 [*]	7.22265	.000	35.5372	81.7961
1,0 gr	0 gr	-120.66667 [*]	7.22265	.000	-143.7961	-97.5372	
	0,5 gr	-43.00000 [*]	7.22265	.002	-66.1295	-19.8705	

	1,5 gr		15.66667	7.22265	.211	-7.4628	38.7961
1,5 gr	0 gr		-136.33333*	7.22265	.000	-159.4628	-113.2039
	0,5 gr		-58.66667*	7.22265	.000	-81.7961	-35.5372
	1,0 gr		-15.66667	7.22265	.211	-38.7961	7.4628
Bonferroni	0 gr	0,5 gr	77.66667*	7.22265	.000	52.5399	102.7934
		1,0 gr	120.66667*	7.22265	.000	95.5399	145.7934
		1,5 gr	136.33333*	7.22265	.000	111.2066	161.4601
	0,5 gr	0 gr	-77.66667*	7.22265	.000	-102.7934	-52.5399
		1,0 gr	43.00000*	7.22265	.002	17.8733	68.1267
		1,5 gr	58.66667*	7.22265	.000	33.5399	83.7934
	1,0 gr	0 gr	-120.66667*	7.22265	.000	-145.7934	-95.5399
		0,5 gr	-43.00000*	7.22265	.002	-68.1267	-17.8733
		1,5 gr	15.66667	7.22265	.371	-9.4601	40.7934
	1,5 gr	0 gr	-136.33333*	7.22265	.000	-161.4601	-111.2066
		0,5 gr	-58.66667*	7.22265	.000	-83.7934	-33.5399
		1,0 gr	-15.66667	7.22265	.371	-40.7934	9.4601

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 4. Surat Penggunaan Laboratorium



YAYASAN PEMBINA PENDIDIKAN INDONESIA (YPPi) WIDYAGAMA
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN (STIKES)

WIDYAGAMA HUSADA

Terakreditasi

Program Studi : * D3 Kebidanan * S1 Kesehatan Lingkungan * S1 Ilmu Keperawatan * Profesi Ners

SURAT IZIN PENGGUNAAN LABORATORIUM

Kepala Laboratorium Terpadu STIKES Widyagama Husada dengan ini memberikan izin penggunaan Laboratorium Dasar Terpadu untuk melaksanakan Studi Pendahuluan dan Penelitian kepada :

Nama : Chotimatus Kartika Octavia A.B
NIM : 1509.13251.181
Status Peneliti : Mahasiswa
Program Studi : S1 Kesehatan Lingkungan
Dosen Pembimbing : 1. Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes
2. Misbahul Subhi, S.KM., M.KL
Masa Waktu Penggunaan : Tanggal Mulai : 1 / Maret /2019
Tanggal Berakhir : 31 / Maret /2019

Judul Penelitian :
Efektivitas Kulit KAcang (*Arachis hypogea L*) sebagai bioabsorben Logam Berat VI (Cr VI)
Pada Limbah Industri Pelapisan Logam Krom

Malang, Februari 2019

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Terpadu

Koordinator Lab Kesehatan Lingkungan

Anyta Rahmawati, S.Si., MPH
NDP. 2014.163

Beni Hari Susanto, S.KL
NDP.2016.275

Lampiran 5. Surat Keterangan Laboratorium



**YAYASAN PEMBINA PENDIDIKAN INDONESIA (YPI) WIDYAGAMA
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN (STIKES)
WIDYAGAMA HUSADA**

Terakreditasi

Program Studi : * D3 Kebidanan * S1 Kesehatan Lingkungan * S1 Ilmu Keperawatan * Profesi Ners

SURAT KETERANGAN LABORATORIUM

Kepala Laboratorium Terpadu STIKES Widyagama Husada dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa :

Nama : Chotimatus Kartika Octavia A.B

NIM : 1509.13251.181

Status Peneliti : Mahasiswa

Program Studi : S1 Kesehatan Lingkungan

Dosen Pembimbing : 1. Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes
2. Misbahul Subhi, S.KM., M.KL

Telah selesai melakukan penelitian dengan judul “Efektivitas Kulit Kacang (*Arachis hypogea* L) sebagai bioabsorben Logam Berat VI (Cr VI) Pada Limbah Industri Pelapisan Logam Krom” di Laboratorium Dasar Terpadu STIKES Widyagama Husada dengan lama waktu pengujian selama 1 Bulan (1Maret 2019 s/d 31 Maret 2019).

Malang, 24 Juli 2019

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Terpadu

Koordinator Lab Kesehatan Lingkungan

Anyta Rahmawati, S.Si., MPH
NDP. 2014.163

Beni Hari Susanto, S.KL
NDP.2016.275

Lampiran 6. Surat Kesiediaan Bimbingan

**SURAT KESEDIAAN BIMBINGAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI S1 KESEHATAN LINGKUNGAN
STIKES WIDYAGAMA HUSADA
TAHUN AKADEMIK 2018-2019**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes
Jabatan : Dosen Pembimbing 1
Alamat : -
No Telp : 0817385578

Dengan ini menyatakan bersedia/tidak bersedia menjadi pembimbing 1 Skripsi
Prodi S1 Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada bagi mahasiswa:

Nama : Chotimatus Kartika Octavia A.B.
NIM : 1509.13251.181
Alamat : Jl. Raya Klampok No. 53 Singosari Kab. Malang
Judul TA : Efektivitas Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogea L.*) Sebagai
Bioadsorben Logam Berat Kromium VI (Cr VI) Pada Limbah
Industri Pelapisan Logam Krom

Malang,

Pembimbing Skripsi,



(Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes)
NDP. 2012.247

SURAT KESEDIAAN BIMBINGAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI S1 KESEHATAN LINGKUNGAN
STIKES WIDYAGAMA HUSADA
TAHUN AKADEMIK 2018-2019

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Misbahul Subhi, S.Km., M.KL
Jabatan : Dosen Pembimbing 2
Alamat : -
No Telp : 081333335939

Dengan ini menyatakan bersedia/tidak bersedia*) menjadi pembimbing 2 Skripsi
Prodi S1 Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada bagi mahasiswa:

Nama : Chotimatus Kartika Octavia A.B.
NIM : 1509.13251.181
Alamat : Jl. Raya Klampok No. 53 Singosari Kab. Malang
Judul TA : Efektivitas Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) Sebagai
Bioadsorben Logam Berat Kromium VI (Cr VI) Pada Limbah
Industri Pelapisan Logam Krom

Malang,

Pembimbing Skripsi,



Misbahul Subhi, S.KM.,M.KL
NDP. 2012.240

Lampiran 7. Surat Permohonan Penguji Proposal

	YAYASAN PEMBINA PENDIDIKAN INDONESIA (YPPI) WIDYAGAMA SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN (STIKES) WIDYAGAMA HUSADA Terakreditasi Program Studi : * D3 Kebidanan * S1 Kesehatan Lingkungan * S1 Ilmu Keperawatan * Profesi Ners	
Nomor	: 400 A-2/ STIKES/XII/2018	Malang, 13 Desember 2018
Perihal	: Permohonan Penguji Proposal	
Kepada :	Yth. Arie Dwi Artistina, S.KM., M.Kes Di Malang	
Dengan hormat,		
Mahasiswa Program Studi S1 Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada akan melaksanakan Ujian Proposal, Tahun Akademik 2018/2019. Oleh karena itu mohon kesediaan Bapak/Ibu menjadi penguji I Proposal tersebut.		
Adapun nama mahasiswa dan judul Proposal sebagai berikut:		
Nama	: Chotimatus Kartika Octavia A.B	
NIM	: 1509.13251.181	
Judul Tugas Akhir	: <i>Efektivitas kulit kacang tanah (Arachis hypogaea L.) sebagai bioadsorben logam berat kromium VI (Cr VI) pada limbah industri pelapisan logam krom.</i>	
Hari	: Sabtu, 15 Desember 2018	
Tempat	: Di kampus B, Ruang 3.9	
Jam	: 10.00 WIB	
Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.		
	Kaprodi S1 Kesehatan Lingkungan,	
		
	Misbahul Subhi, S.KM., M.KL NIDN. 0717098403	



**YAYASAN PEMBINA PENDIDIKAN INDONESIA (YPPI) WIDYAGAMA
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN (STIKES)
WIDYAGAMA HUSADA**

Terakreditasi

Program Studi : * D3 Kebidanan * S1 Kesehatan Lingkungan * S1 Ilmu Keperawatan * Profesi Ners

Nomor : **400** A-2/ STIKES/XII/2018 Malang, 13 Desember 2018
Perihal : Permohonan Penguji Proposal

Kepada :
Yth, Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes
Di Malang

Dengan hormat,

Mahasiswa Program Studi S1 Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada akan melaksanakan Ujian Proposal, Tahun Akademik 2018/2019 Oleh karena itu mohon kesediaan Bapak/Ibu menjadi penguji II Proposal tersebut.

Adapun nama mahasiswa dan judul Proposal sebagai berikut:

Nama : Chotimatus Kartika Octavia A.B
NIM : 1509.13251.181
Judul Tugas Akhir : *Efektivitas kulit kacang tanah (Arachis hypogaea L.) Sebagai bioadsorben logam berat kromium VI (Cr VI) pada limbah industry pelapisan logam krom.*
Hari : Sabtu, 15 Desember 2018
Tempat : Di kampus B ,Ruang 3.9
Jam : 10.00 WIB

Demikian, atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami sampaikan terima kasih.

Kaprodi S1 Kesehatan Lingkungan ,



Misbahul Subhi, S.KM., M.KL
NIDN. 0717098403



**YAYASAN PEMBINA PENDIDIKAN INDONESIA (YPPI) WIDYAGAMA
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN (STIKES)**

WIDYAGAMA HUSADA

Terakreditasi

Program Studi : * D3 Kebidanan * S1 Kesehatan Lingkungan * S1 Ilmu Keperawatan * Profesi Ners

Nomor : **400** / A-2/ STIKES/XIII/ 2018
Perihal : Permohonan Penguji Proposal

Malang, 13 Desember 2018

Kepada :
Yth. Misbahul Subhi, S.KM., M.KL
Di Malang

Dengan hormat,

Mahasiswa Program Studi S1 Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada akan melaksanakan Ujian Proposal, Tahun Akademik 2018/2019. Oleh karena itu mohon kesediaan Bapak/Ibu menjadi penguji III Proposal tersebut.

Adapun nama mahasiswa dan judul Proposal sebagai berikut:

Nama : Chotimatus Kartika Octavia A.B
NIM : 1509.13251.181
Judul Tugas Akhir : *Efektivitas kulit kacang tanah (Arachis hypogaea L.) Sebagai bioadsorben logam berat kromium VI (Cr VI) pada limbah industry pelapisan logam krom.*
Hari : Sabtu, 15 Desember 2018
Tempat : Di kampus B Ruang 3.9
Jam : 10.00 WIB

Demikian, atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami sampaikan terima kasih.

Kaprod S1 Kesehatan Lingkungan ,



Misbahul Subhi, S.KM., M.KL
NIDN. 0717098403

Lampiran 8. Lembar Rekomendasi Perbaikan Proposal Skripsi

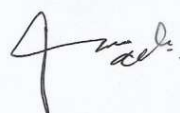
LEMBAR REKOMENDASI
PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI S1 KESEHATAN LINGKUNGAN
STIKES WIDYAGAMA HUSADA MALANG

Nama Penguji : Arie Dwi Alristina, S.KM., M.Kes

TANGGAL	REKOMENDASI		
	BAB	URAIAN	TTD
20/12/2018	BAB I Pendahuluan	Sistematika penulisan latar belakang, perbaikan tujuan khusus.	
	BAB IV Metodologi Penelitian	Prosedur penelitian, penentuan konsentrasi, analisa data, definisi operasional	
28/12/2018	BAB IV Metodologi Penelitian	Sistematika penulisan	

Malang, 29 Desember 2018



Penguji 1



(Arie Dwi Alristina, S.KM., M.Kes)

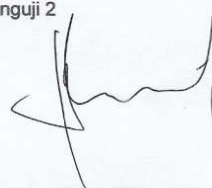
LEMBAR REKOMENDASI
PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI S1 KESEHATAN LINGKUNGAN
STIKES WIDYAGAMA HUSADA MALANG

Nama Penguji : Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes

TANGGAL	REKOMENDASI		
	BAB	URAIAN	TTD
27/12/2018	Cover	Perbaikan penulisan	
	BAB IV Metodologi Penelitian	Sampel penelitian, prosedur penelitian, metode penelitian	

Malang, 29 Desember 2018

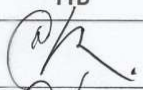

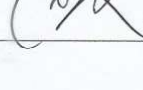
Penguji 2



(Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes)

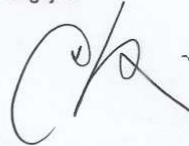
LEMBAR REKOMENDASI
PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI S1 KESEHATAN LINGKUNGAN
STIKES WIDYAGAMA HUSADA MALANG

Nama Penguji : Misbahul Subhi S.KM., M.KL

TANGGAL	REKOMENDASI		
	BAB	URAIAN	TTD
29/12/2018	BAB I Pendahuluan	Perbaikan tujuan khusus	
	BAB II Tinjauan Pustaka	Penambahan gambar kulit kacang tanah	
	BAB IV Metodologi Penelitian	Perbaikan definisi operasional	

Malang, 29 Desember 2018

Penguji 3



(Misbahul Subhi S.KM., M.KL)

Lampiran 9. Surat Studi Pendahuluan



**YAYASAN PEMBINA PENDIDIKAN INDONESIA (YPPI) WIDYAGAMA
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN (STIKES)**

WIDYAGAMA HUSADA

SK MENDIKNAS RI NOMOR 130/D/0/2007

Program Studi : * D3 Kebidanan * S1 Kesehatan Lingkungan * S1 Ilmu Keperawatan * Profesi Ners

Nomor : /A-1/STIKES/VIII/2019
Lampiran : -
Perihal : Studi poendahuluan Malang,

Kepada Yth:

Industri pelapisan logam krom

Di-

Kota Malang

Dengan hormat,

Mahasiswa Program Studi S1 Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada akan menyusun Skripsi Tahun Akademik 2018/2019, untuk itu diperlukan data-data pendukung sebagai syarat yang harus ditempuh.

Berkenaan dengan hal tersebut kami mengajukan permohonan kepada Bapak/ibu agar berkenan memberikan ijin kepada mahasiswa kami dibawah ini.

Adapun nama mahasiswa dan judul penelitian skripsi sebagai berikut:

Nama : Chotimatus Kartika Octavia A.B
NIM : 1509.13251.181
Judul TA : Efektivitas kulit kacang tanah (*Arachis Hypogaea L*) sebagai bioadsorben logam berat kromium VI pada limbah industri pelapisan logam krom.

Demikian, atas perhatian dan kerja samanya kami sampaikan terima kasih.

STIKES Widyagama Husada
Wakil Bidang III,

Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes

Lampran 10. Surat Ijin Penelitian



YAYASAN PEMBINA PENDIDIKAN INDONESIA (YPPI) WIDYAGAMA
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN (STIKES)

WIDYAGAMA HUSADA

SK MENDIKNAS RI NOMOR 130/D/0/2007

Program Studi : * D3 Kebidanan * S1 Kesehatan Lingkungan * S1 Ilmu Keperawatan * Profesi Ners

Nomor : 401/A-1/STIKES/VIII/2019
Lampiran : -
Perihal : Ijin Penelitian

Malang, 16 AUG 2019

Kepada Yth:

Industri pelapisan logam krom

Di-

Kota Malang

Dengan hormat,

Mahasiswa Program Studi S1 Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada akan menyusun Skripsi Tahun Akademik 2018/2019, untuk itu diperlukan data-data pendukung sebagai syarat yang harus ditempuh.

Berkenaan dengan hal tersebut kami mengajukan permohonan kepada Bapak/ibu agar berkenan memberikan Ijin kepada mahasiswa kami dibawah ini.

Adapun nama mahasiswa dan judul penelitian skripsi sebagai berikut:

Nama : Chotimatus Kartika Octavia A.B
NIM : 1509.13251.181
Judul TA : Efektivitas kulit kacang tanah (*Arachis Hypogaea* L) sebagai bioadsorben logam berat kromium VI pada limbah industri pelapisan logam krom.


Demikian, atas perhatian dan kerja samanya kami sampaikan terima kasih.

STIKES Widyagama Husada
Wakil Bidang III,



Twi Yunastuti, S.Si., M.Kes

Lampiran 11. Surat Permohonan Penguji Skripsi

	YAYASAN PEMBINA PENDIDIKAN INDONESIA (YPPI) WIDYAGAMA
	SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN (STIKES)
	WIDYAGAMA HUSADA
	SK MENDIKNAS RI NOMOR 130/D/0/2007
	Program Studi : * D3 Kebidanan * S1 Kesehatan Lingkungan * S1 Ilmu Keperawatan * Profesi Ners

Nomor : 99 A-2/ STIKES/VIII/2019
Perihal : Permohonan Penguji Skripsi

Malang, 20 AUG 2019

Kepada :
Yth. Arie Dwi Alristina, S.KM., M.Kes
Di Malang

Dengan hormat,


Mahasiswa Program Studi S1 Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada akan melaksanakan Ujian Skripsi, Tahun Akademik 2018/2019. Oleh karena itu mohon kesediaan Bapak/Ibu menjadi penguji I Skripsi tersebut.


Adapun nama mahasiswa dan judul Skripsi sebagai berikut:

Nama : Chotimatus Kartika Octavia A.B
NIM : 1509.13251.181
Judul Tugas Akhir : *Efektivitas kulit kacang tanah (Arachis Hypogea L) Sebagai bioadsorben logam berat kromium VI pada limbah industri pelapisan logam krom.*
Hari : Rabu, 21 Agustus 2019
Tempat : Di kampus B ,Ruang 3.8
Jam : 15.00 WIB

Demikian, atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami sampaikan terima kasih.

Kaprod S1 Kesehatan Lingkungan ,


Misbahul Subhi, S.KM., M.KL
NIDN. 0717098403





YAYASAN PEMBINA PENDIDIKAN INDONESIA (YPPI) WIDYAGAMA
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN (STIKES)

WIDYAGAMA HUSADA

SK MENDIKNAS RI NOMOR 130/D/0/2007

Program Studi : * D3 Kebidanan * S1 Kesehatan Lingkungan * S1 Ilmu Keperawatan * Profesi Ners

Nomor : 509 A-2/ STIKES/III/2019
Perihal : Permohonan Penguji Skripsi

Malang, 20 AUG 2019

Kepada Yth :
Tiwi Yuniastuti.S.Si.,M.Kes
Di Malang

Dengan hormat,

Mahasiswa Program Studi S1 Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada akan melaksanakan Ujian Skripsi, Tahun Akademik 2018/2019 Oleh karena itu mohon kesediaan Bapak/Ibu menjadi penguji II Skripsi tersebut.

Adapun nama mahasiswa dan judul Skripsi sebagai berikut:

Nama : Chotimatus Kartika Octavia A.B
NIM : 1509.13251.181
Judul Tugas Akhir : *Efektivitas kulit kacang tanah (Arachis Hypogea L) Sebagai bioadsorben logam berat kromium VI pada limbah industri pelapisan logam krom.*
Hari : Rabu, 21 Agustus 2019
Tempat : Di kampus B ,Ruang 3.8
Jam : 15.00 WIB

Demikian, atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami sampaikan terima kasih.

Kaprodi S1 Kesehatan Lingkungan ,

Misbahul Subhi, S.KM., M.KL
NIDN. 0717098403



YAYASAN PEMBINA PENDIDIKAN INDONESIA (YPPI) WIDYAGAMA
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN (STIKES)

WIDYAGAMA HUSADA

SK MENDIKNAS RI NOMOR 130/D/0/2007

Program Studi : * D3 Kebidanan * S1 Kesehatan Lingkungan * S1 Ilmu Keperawatan * Profesi Ners

Nomor : 509 / A-2/ STIKES/VIII/ 2019
Perihal : Permohonan Penguji Skripsi

Malang, 20 AUG 2019

Kepada Yth :
Misbahul Subhi.S.KM.,M.KL
Di Malang

Dengan hormat,

Mahasiswa Program Studi S1 Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada akan melaksanakan Ujian Skripsi, Tahun Akademik 2018/2019. Oleh karena itu mohon kesediaan Bapak/Ibu menjadi penguji III Skripsi tersebut.

Adapun nama mahasiswa dan judul Skripsi sebagai berikut:

Nama : Chotimatus Kartika Octavia A.B
NIM : 1509.13251.181
Judul Tugas Akhir : *Efektivitas kulit kacang tanah (Arachis Hypogea L) Sebagai bioadsorben logam berat kromium VI pada limbah industri pelapisan logam krom.*
Hari : Rabu, 21 Agustus 2019
Tempat : Di kampus B Ruangan 3.8
Jam : 15.00 WIB

Demikian, atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami sampaikan terima kasih.

Kaprodi S1 Kesehatan Lingkungan ,







Misbahul Subhi, S.KM., M.KL
NIDN. 0717098403

Lampiran 12. Lembar Rekomendasi Perbaikan Skripsi

**LEMBAR REKOMENDASI
PERBAIKAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI S1 KESEHATAN LINGKUNGAN
STIKES WIDYAGAMA HUSADA MALANG**

Nama Penguji : Arie Dwi Alistina, S.KM., M.Kes

TANGGAL	REKOMENDASI		
	BAB	URAIAN	TTD
21/08/2019	BAB IV Metode Penelitian	Perbaikan penulisan analisa data	
	BAB V Hasil Penelitian	Perbaikan tabel hasil uji dan tabel hasil pengujian statistik	
	BAB VI Pembahasan	Perbaikan sistematika penulisan, penambahan pembahasan	
	BAB VII Penutup	Perbaikan kesimpulan, penambahan saran	

Malang,




Penguji 1



(Arie Dwi Alistina, S.KM., M.Kes)

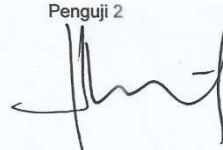
LEMBAR REKOMENDASI
PERBAIKAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI S1 KESEHATAN LINGKUNGAN
STIKES WIDYAGAMA HUSADA MALANG

Nama Penguji : Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes

TANGGAL	REKOMENDASI		
	BAB	URAIAN	TTD
21/08/2019	BAB V Hasil Penelitian	Perbaikan tabel hasil uji dan tabel hasil pengujian statistik	
	BAB VI Pembahasan	Penambahan pembahasan	
	BAB VII Penutup	Perbaikan kesimpulan, penambahan saran	

Malang,

Penguji 2



(Tiwi Yuniastuti, S.Si., M.Kes)

LEMBAR REKOMENDASI
PERBAIKAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI S1 KESEHATAN LINGKUNGAN
STIKES WIDYAGAMA HUSADA MALANG

Nama Penguji : Misbahul Subhi, S.KM., M.KL

TANGGAL	REKOMENDASI		
	BAB	URAIAN	TTD
21/08/2019	BAB V Hasil Peneltian	Sistematika penulisan, perbaikan tabel hasil uji dan tabel hasil pengujian statistik	
	BAB VII Penutup	Perbaikan kesimpulan, penambahan saran	

Malang,

Penguji 3



(Misbahul Subhi, S.KM., M.KL)

Lampiran 14. Surat Pernyataan Keaslian Tulisan

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan disini:

Nama : Chotimatus Kartika Octavia A.B.

NIM : 1509.13251.181

Program Studi : S-1 Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama
Husada

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya aku sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini adalah hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang,

Mengetahui

Yang membuat pernyataan

Kaprodi S1 Kesehatan Lingkungan



(Misbahul Subhi, S.KM., M.KL.)
NDP. 2012.240

(Chotimatus Kartika Octavia A.B.)
NIM. 1509.13251.181

CURRICULUM VITAE



Chotimatus Kartika Octavia A. B.

Malang, 18 Oktober 1997

“Indeed, the help of Allah is near”

(Al Baqarah:214)

Riwayat Pendidikan

SD Negeri Pagentan 1 Singosari Lulus Tahun 2009

SMP Negeri 1 Singosari Lulus Tahun 2012

SMA Negeri 7 Malang Lulus Tahun 2015

S1 Kesehatan Lingkungan STIKES Widyagama Husada