

572.526.25
Pem

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIMED

LAPORAN PENELITIAN
DANA RUTIN



**PEMANFAATAN KULIT UDANG DALAM PENURUNAN
KADAR LOGAM BERAT NIKEL DAN KROM**

Oleh :

- Dra. Sati Valencia Hutabarat (Ketua Peneliti)
- Dra. Erlintan Sinaga, M.Kes. (Anggota)
- Dra. Martina Napitupulu (Anggota)
- Dra. Betty Marisi Turnip, M.Pd. (Anggota)
- Dra. Adriana Julinda Lb. Gaol (Anggota)

| | |
|-------------|--------|
| TGL. TERIMA | |
| ASAL | |
| PENYEBIT | |
| IS. INDIK | 07/027 |

Dibiayai dari Dana Rutin UNIMED
Sesuai dengan Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK)
No. 0305/J39.10.3/KU/2006 Tanggal 14 September 2006

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
UNIMED
10 NOVEMBER, 2006**

**LEMBAR PENGESAHAN
PENELITIAN DANA RUTIN
TAHUN ANGGARAN 2006/2007**

1. a. JUDUL PENELITIAN : Pemanfaatan Kulit Udang Dalam Penurunan Kadar Logam Berat Nikel dan Krom.
b. MACAM ILMU : Pengembangan
c. KATEGORI PENELITIAN : II

2. KETUA PENELITIAN
a. Nama Lengkap dan Gelar : Dra. Sati Valencia Hutabarat
b. Jenis Kelamin : Perempuan
c. Golongan / NIP : III/a/131412319
d. Fakultas / Jurusan : FMIPA / Biologi
e. Universitas : UNIMED

3. JUMLAH PENELITI : 5 (Lima) orang

4. LOKASI PENELITIAN : Lab. USU

5. LAMA PENELITIAN : 4 (Empat) Bulan

6. BIAYA PENELITIAN : Rp. 3.000.000,- (Tiga juta rupiah)

7. SUMBER DANA : Dana Rutin UNIMED Medan.



Prof. Dr. H. Situmorang, M.Sc., Ph.D.
NIP. 131572430

Medan, 8 November 2006
Peneliti Utama,

Dra. Sati Valencia Hutabarat
NIP. 131412319



Prof. Dr. H. Abdul Muin Sibuea, M.Pd.
NIP. 131935473

ABSTRAK

PENURUNAN KADAR NIKEL DAN KROM PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI PELAPISAN LOGAM DENGAN MENGUNAKAN KULIT UDANG (Hutabarat S. 36 halaman)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kitin dan kitosan yang diekstraksi dari kulit udang melalui proses deproteinisasi, demineralisasi dan deasetilasi. Dan juga untuk memperoleh gambaran pemanfaatan kitosan terhadap kadar logam Nikel dan Krom limbah cair industri pelapisan logam agar dapat memenuhi persyaratan baku mutu limbah cair yang ada.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia USU, dengan mengambil limbah industri cair dari pelapisan logam di KIM (Kawasan Industri Medan). Penelitian dimulai dengan mengekstraksi kitin dari kulit udang, lalu diproses menjadi kitosan. Kitosan yang diperoleh yaitu kitosan udang dan kitosan kepiting (proses deproteinisasi, demineralisasi dan deasetilasi) diaplikasikan pada limbah cair industri pelapisan logam dengan menggunakan Jar-Test pada suhu kamar, dengan variasi konsentrasi (500, 750, 1000 mg/ml limbah cair) dan lama perlakuan (2, 4, 6, 8 dan 10 hari), lalu dilihat pengaruhnya terhadap penurunan kadar Ni dan Cr limbah cair.

Hal penelitian ini menunjukkan bahwa kadar Ni yang memenuhi persyaratan baku mutu limbah cair diperoleh pada perlakuan dengan kitosan udang 1000 mg; masing-masing pada hari ke-10.

Penurunan kadar Cr hingga memenuhi persyaratan baku mutu limbah cair (maksimum 0,5 mg/L) tidak tercapai dengan pemberian kitosan udang.

Rata-rata kadar Ni limbah cair yang terendah adalah setelah perlakuan dengan kitosan udang 2,34 mg/L. Rata-rata kadar Cr yang terendah diperoleh setelah perlakuan dengan kitosan udang yaitu 26,82 mg/L.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pengaruh perlakuan konsentrasi kitosan udang dan lama perlakuan berbeda nyata terhadap penurunan kadar Ni, sedangkan terhadap penurunan kadar Cr hanya pengaruh lama perlakuan yang berbeda nyata.

Kata kunci : Kulit Udang, Kitin, Kitosan

THE DECREASE OF THE CONTENTS OF NIKEL AND CROM IN LIQUID WASTE OF METAL LAYER INDUSTRY USING SHRIMP SKIN

ABSTRACT

This researched is aimed to know the characterization of kitin and kitosan which are extracted from shrimp skin through deproteinization, demineralization, and deasetilazion. It is also aimed to get a desription of the use of kitosan on the content of Ni and Cr in liquid wastes from metal layer industry in order to get standard conditions for the quality of existing liquid waste. This research was conducted at Chemical Laboratory of University of North Sumatra, using liquid industrial waste from metal layer at KIM (Kawasan Industri Medan – Medan Industrial District). This research was begun by extracting kitin from shrimp skin, then it was processed to be kitosan. Kitosan obtained was from shrimp skin (through the processes of deproteination, demineralization and deasetilation) and than it was applied to liquid wate of metal layer industry using Jar-Test at ambient temperature, the concentration variations were 500, 750, 1000 mg/ml of liquid waste and duration of treatment was 2, 4, 6, 8 and 10 days), then it was observed the effects on the decrease of the contents of Ni and Cr of the liquid waste. The result of the research showed that the content of Ni meeting the conditions of standard quality for liquid waste obtained from the treatment of shrimp kitosan was 1.000 mg. The decrease of the content of Cr until it met the standard conditions of quality for liquid waste (maximum 0.5 mg/l) was not achieved by giving shrimp kitosan. The lowest average content of Cr after the treatment using shrimp kitosan was 26.82 mg/l. The conclusion drawn from this research was that the effect of the treatment on the concentration of shrimp kitosan and the duration of the treatment was different significantly on the decreased content of Ni.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan Rahmat dan KaruniaNya, penelitian sekaligus pembuatan laporan yang berjudul : **“PENURUNAN KADAR NIKEL DAN KROM PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI PELAPISAN LOGAM DENGAN MENGGUNAKAN KULIT UDANG ”** dapat selesai.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui karakteristik kitin dan kitosan yang diekstraksi dari kulit udang melalui proses deproteinisasi, demineralisasi dan deasetilasi. Dan juga untuk memperoleh gambaran pemanfaatan kitosan terhadap kadar logam Nikel dan Krom limbah cair industri pelapisan logam agar dapat memenuhi persyaratan baku mutu limbah cair yang ada.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada Rektor, Dekan FMIPA dan Ketua Jurusan Biologi FMIPA UNIMED atas bantuan dan izinnya kepada penulis untuk melakukan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Proyek Dana Rutin Unimed Medan melalui pimpinannya yang telah membantu penulis dalam penyediaan dana bagi terselenggaranya penelitian ini. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian dan penulisan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari dalam penulisan ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karenanya kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Akhirnya, penulis berharap semoga laporan hasil penelitian ini dapat menambah informasi yang bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Medan, 8 Nopember 2006
Kepada Proyek Penelitian,

Dra. Sati Valencia Hutabarat
NIP. 131 412 319

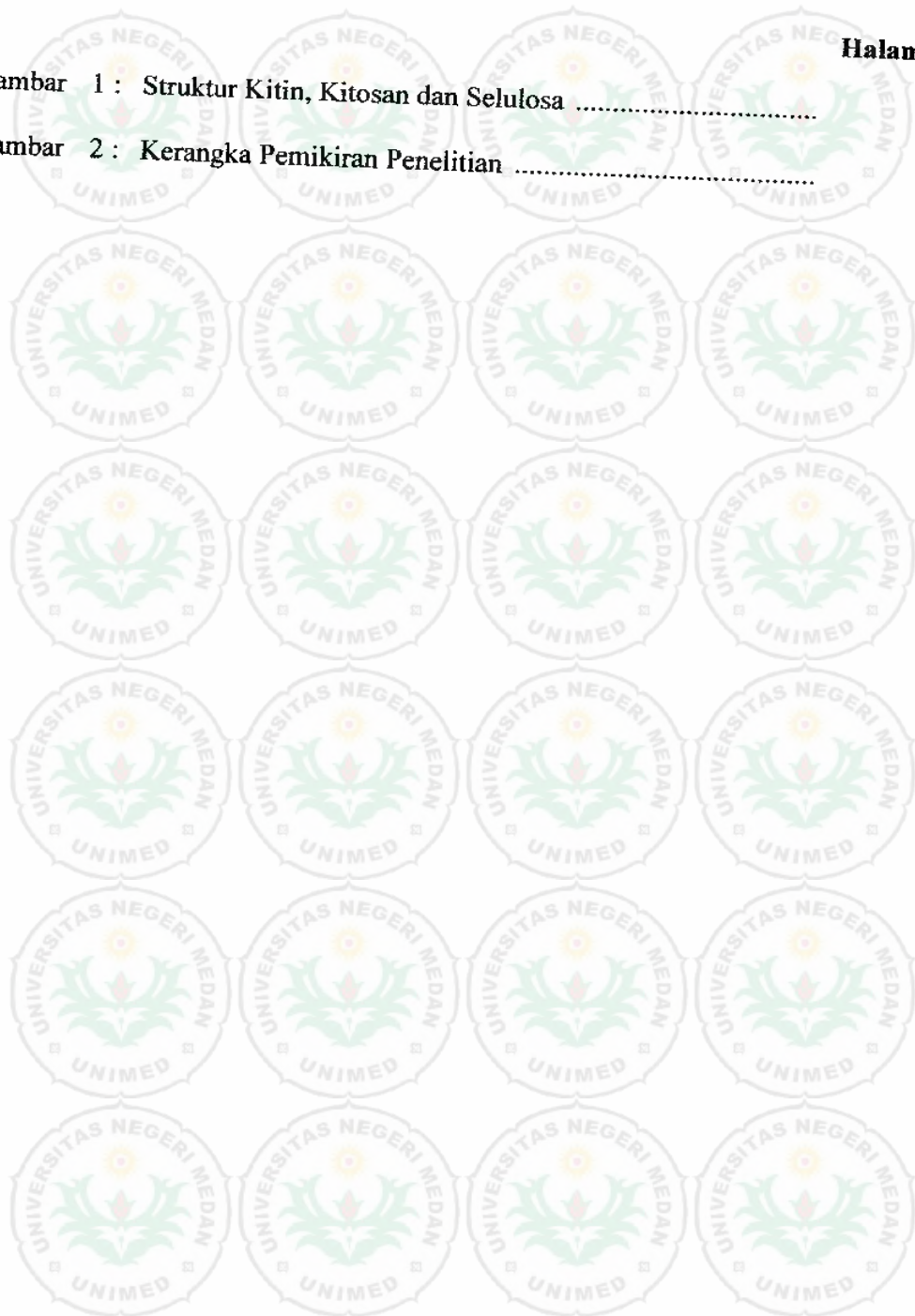
DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | i |
| ABSTRAK | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | vii |
| BAB I : PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Perumusan Masalah | 3 |
| 1.2. Hipotesis | 4 |
| BAB II : TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Kitin dan Kitosan | 5 |
| 2.2. Limbah Berbahaya | 6 |
| 2.3. Toksisitas Krom dan Nikel | 8 |
| 2.4. Pengelolaan Limbah Berbahaya | 9 |
| 2.5. Biomasa Sebagai Adsorben Logam Berat | 10 |
| 2.6. Teknik Perlakuan Limbah Cair | 11 |
| 2.7. Kerangka Pemikiran Penelitian | 13 |
| BAB III : TUJUAN PENELITIAN | 16 |
| Kontribusi Penelitian | 16 |
| BAB IV : METODE PENELITIAN | 17 |
| 4.1. Tempat dan Waktu | 17 |
| 4.2. Alat dan Bahan | 17 |
| 4.3. Pelaksanaan Penelitian | 18 |
| 4.4. Rancangan Percobaan | 19 |
| 4.5. Pengambilan Contoh Limbah Cair dan Parameter yang Diuji | 20 |
| BAB V : HASIL DAN PEMBAHASAN | 25 |
| 5.1. Karakteristik Kulit Udang, Kitin dan Kitosan | 25 |
| 5.1.1. Kulit Udang | 25 |
| 5.1.2. Kitin | 26 |
| 5.1.3. Kitosan | 27 |

| | |
|---|-----------|
| 5.2. Pemakaian Kitosan Dalam Menurunkan Kadar Ni dan Cr Limbah Cair | 28 |
| 5.2.1. Kitosan Udang Sebagai Adsorben Logam Ni dan Cr | 29 |
| BAB VI: KESIMPULAN DAN SARAN | 33 |
| 6.1. Kesimpulan | 33 |
| 6.2. Saran | 33 |
| DAFTAR PUSTAKA | 34 |
| LAMPIRAN | 36 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|----------------|
| Gambar 1 : Struktur Kitin, Kitosan dan Selulosa | 5 |
| Gambar 2 : Kerangka Pemikiran Penelitian | 15 |



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 1 : Karakteristik Kulit Udang, Kitin dan Kitosan | 25 |
| Tabel 2 : Uji Kelarutan Kitin Dalam Asam Formiat (CH_2O_2) ^a | 26 |
| Tabel 3 : Uji Kelarutan Kitosan Dalam Asam Asetat (CH_3COOH) ^a | 27 |
| Tabel 4 : Hasil Pengujian Kadar Ni dan Cr Limbah Cair Industri Pelapisan Logam | 28 |
| Tabel 5 : Kadar Ni Limbah Cair Setelah Diberi Kitosan Udang dengan Beberapa Variasi Konsentrasi Kitosan dan Lama Perlakuan .. | 30 |
| Tabel 6 : Kadar Cr Limbah Cair Setelah Diberi Kitosan Udang dengan Beberapa Variasi Konsentrasi dan Lama Perlakuan | 32 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|----------------|
| Lampiran 1 : Kualitas Limbah Cair Industri Pelapisan Logam | 36 |
| Lampiran 2 : Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Pelapisan Logam | 36 |
| Lampiran 3 : Proses Ekstraksi Kitin | 37 |
| Lampiran 4 : Data Hasil Pengujian Pemakaian Kitosan Pada Beberapa Konsentrasi dan Lama Perlakuan Terhadap Kadar Ni dan Cr Limbah Cair | 38 |

BAB I

PENDAHULUAN

Bertambahnya jumlah penduduk, aktivitas perubahan gaya hidup dan tingkat konsumsi penduduk akan menyebabkan peningkatan kegiatan berbagai industri sehingga meningkatkan limbah padat dan cair. Peran industri terhadap berbagai pencemaran lingkungan. Menurut Soemarwoto (2001), kegiatan industri memberi kontribusi pencemaran air sungai 25 – 30 % dari total beban pencemaran.

Limbah cair industri memiliki karakteristik fisika, kimia dan biologis yang berbeda – beda. Limbah cair dari berbagai industri seperti industri pupuk, pelapisan logam, pestisida, penyamakan kulit, industri cat, umumnya mengandung senyawa – senyawa logam. Disamping itu, pembuangan sampah dengan sistem pembuangan, aliran permukaan dari kawasan pertanian (pemakaian pupuk dan pestisida) akan memberi kontribusi terhadap pencemaran logam.

Logam berat merupakan polutan yang toksin dan memiliki kecenderungan terbioakumulasi dalam rantai makanan. Limbah cair dari industri logam, umumnya mengandung krom (Cr) , tembaga, nikel, seng dan Kadmium, sebab logam – logam ini digunakan dalam proses produksi.

Salah satu industri pelapisan logam pembuatan komponen sepeda di kota Medan, adalah dengan menggunakan nikel dan krom dalam proses produksinya ditemukan mengandung logam-logam berat pada limbah cair. Baku mutu limbah cair industri pelapisan logam berdasarkan keputusan Menteri. Lingkungan Hidup

No. 59 / 1995 (Lampiran 1). Hasil uji laboratorium tahun 2001 menunjukkan bahwa kadar Nikel dan total krom limbah cair industri pelapisan logam tersebut melebihi baku mutu yang diperkenankan (Lampiran 2) sehingga limbah cairnya perlu diberi perlakuan terlebih dahulu sebelum dibuang keluar lingkungan industri.

Menurut Brown (1999), pengelolaan limbah yang berwawasan lingkungan, terdapat 4 prinsip yaitu : (a.) minimisasi, (b.) pemakaian kembali, (c.) daur ulang (d.) proses kembali. Prinsip daur ulang adalah pemanfaatan limbah suatu industri menjadi bahan baku oleh industri lain dan menghasilkan suatu produk baru, misalnya : limbah kulit udang dari industri pengelolaan udang yang dapat diolah menjadi kitosan.

Timbulnya kesadaran dalam mengelola SDA yang berkelanjutan, menumbuhkan minat untuk mengeksploitasi senyawa-senyawa alami yang dapat diaplikasikan secara komersil. Sebaliknya polimer-polimer ini berasal dari sumber daya yang dapat diperbaharui.

Kitin adalah polimer alami yang terdapat pada fungi, insekta, kulit udang, lobster dan berbagai jenis hewan berangka luar lainnya. Setelah selulosa, kitin diperhitungkan sebagai polisakarida yang terdapat secara melimpah di alam. Untuk memperluas pemanfaatannya, maka kitin dapat diproses kembali menjadi kitosin yang strukturnya mirip dengan selulosa (Oguntimein, et al., 2002). Salah satu cara lain memanfaatkan limbah ini adalah dengan mengekstresikan senyawa kitin yang terdapat didalamnya, lalu dengan proses deasetilasi kitin diolah menjadi kitosan.

Mazzurelli (1977) menyatakan, karena kitin masih terikat dengan protein, mineral maka harus dilakukan proses deproteinisasi, demineralisasi, dan desetilasi kitin menjadi kitosin. Kitosin secara komersial telah dimanfaatkan dalam berbagai industri seperti industri pangan (pengawet, penstabil warna) bioteknologi, medis, kosmetika, pertanian, industri pupuk dan kertas. Kitosin yang digunakan dalam pemurnian air minum pengelolaan limbah cair.

Penanganan logam berat pada limbah cair industri pelapisan logam adalah dengan menggunakan kitosan, karena menurut Gao (2000), bahwa kitosan dapat mengabsorpsi berbagai unsur diantaranya Hg, Pb, Cd, Cu, Cr. Efektifitas kitosan dalam mengikat logam berat dipengaruhi oleh ukuran partikel, pH larutan, konsentrasi ion logam dalam larutan, lamanya reaksi, temperatur, pengadukan dan banyaknya kitosan yang dipergunakan (Scmulht, et . al ., 2001)

Bertitik tolak dari masalah yang dikemukakan di atas, maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian mengenai : Penurunan Kadar Nikel dan Krom pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam dengan Menggunakan Kitosan dari Kulit Udang.

1.1. Perumusan Masalah

Berdasarkan hal yang telah diuraikan di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik kitin dan kitosan yang telah diekstraksi dari kulit udang melalui proses deproteinisasi, demineralisasi dan deasetilasi ?
2. Bagaimana pengaruh pemanfaatan kitosan tersebut dengan beberapa variasi konsentrasi kitosan dan lama perlakuan terhadap kadar Ni dan Cr limbah cair industri pelapisan logam ?

1.2. Hipotesis

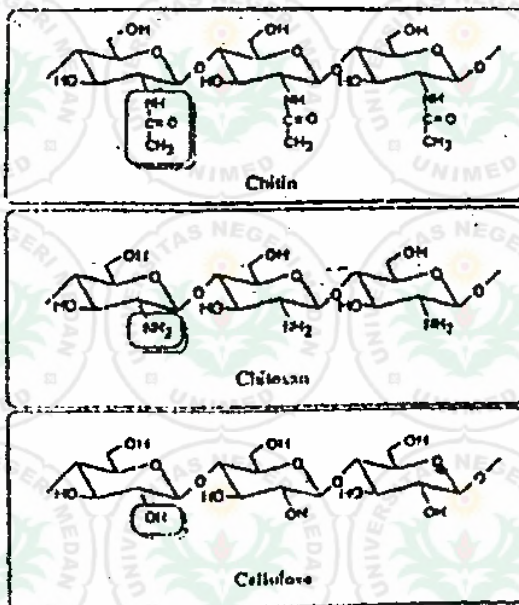
Penurunan kadar nikel dan krom dari limbah cair industri pelapisan logam yang diberi kitosan dipengaruhi oleh faktor-faktor sumber kitosan (dari kulit udang), konsentrasi kitosan yang digunakan dan lama perlakuan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kitin dan Kitosan

Kitin adalah polisakarida alami seperti selulosa, dekstran, alginat, dan sebagainya yang dapat terdegradasi secara alami dan non – toksik. Kitin merupakan polisakarida dengan rumus $\beta (1 - 4) - 2 - \text{asetamida} - 2 - \text{deokst} - D - \text{glucopynorose}$, sedangkan kitosan adalah hasil deasetilasi kitin. Kitin ditemukan pada pungi dan arthropoda yang merupakan komponen utama penyusun eksoskeleton (Merck Index , 1976). Rumus bangun kitin dan selulosa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kitin, Kitosan dan Selulosa

Dari struktur kitin terlihat bahwa kitin murni mengandung gugus asetamida ($\text{NH} - \text{CoCH}_3$) kitosan murni mengandung gugus amino (NH_2) sedangkan selulosa mengandung gugus hidroksida (Robert, 1992)

Kitin banyak ditemukan pada arthropoda yang krustacea (kerangka luar udang, kepiting, lobster), insekta, arachnoida dan sebagainya. Kitin yang terdapat pada kulit atau cangkang ini masih terikat dengan protein, CaCO_3 , pigmen dan lemak. Berbagai teknik dilakukan untuk memisahkannya. Tahap yaitu demineralisasi dengan HCl encer, deproteinisasi dengan NaOH pekat dan deasetilasi dengan menggunakan NaOH pekat (Brine, 1984).

2.2. Limbah berbahaya

Meningkatnya aktivitas, gaya hidup, tingkat konsumsi masyarakat, menyebabkan peningkatan industrialisasi yang berdampak pada lingkungan. Melalui limbahnya baik limbah padat maupun cair. Menurut Jackson, (2000), bahwa ada indikasi yang kuat dengan produksi limbah berbahaya sebagai bagian dari keseluruhan limbah industri, produksi global / limbah berbahaya diperkirakan pada tahun 1991 yaitu sudah sekitar $3,38 \times 10^{11}$ kg/tahun.

Limbah berbahaya didefinisikan sebagai bahan yang bila terlepas dalam jumlah kecil, dapat menghasilkan kerusakan hebat dan berlangsung lama terhadap kesehatan manusia atau lingkungan (Jackson, 2000). Menurut peraturan pemerintah No. 85 / 1999, limbah beracun adalah limbah yang mengandung pencemaran yang

bersifat racun bagi manusia dan lingkungan yang dapat menyebabkan kematian atau sakit yang serius apabila masuk kedalam tubuh melalui pernafasan, kulit atau mulut. Apabila bahan – bahan yang toksin ini masuk ke badan – badan air seperti sungai, danau, laut maka dampaknya akan semakin meluas bagi manusia dan organisme hidup lainnya.

Menurut Dara (2002), di badan – badan air secara alamiah terdapat polutan – polutan anorganik seperti asam – asam mineral, garam – garam an-organik, logam atau senyawa logam, unsur – unsur mikro, sianida, sulfat, dan nitrat. Selain itu juga terdapat senyawa – senyawa organik mineral dan kompleks logam dengan organik – organik yang ada dalam air alami. Insektisida antara metal – organik melibatkan zat-zat organik yang ada dialam. Interaksi ini dipengaruhi oleh keseimbangan redoks. Reaksi – reaksi asam – basa, terbentuknya koloid dan reaksi – reaksi yang melibatkan mikro organisme dalam air.

Sejumlah logam dan senyawa – senyawa logam yang dihasilkan dari kegiatan – kegiatan industri, dapat meningkatkan kadar suatu ion logam lebih dari batas alamiahnya dalam air. Menurut Dara (2002), senyawa yang paling toksik adalah logam berat seperti merkuri (Hg), kadnium (Cd), timbal (Pb). Logam berat ini memiliki daya tarik yang kuat terhadap sulfur (S) memasang ikatan S – H pada enzim, selanjutnya enzim menjadi Immobile. Selain itu, ion – ion dari logam berat juga dapat bereaksi dengan gugus asam karboksil (-COOH) dan gugus amino (-NH₂). Keterpaparan ion – ion logam berat dalam waktu lama pada tempat – tempat

tertentu, menyebabkan degradasi. Fungsi – fungsi ekosistem, dan dapat merugikan makhluk hidup yang berada disekitarnya (Riets, et al, 2000).

Salah satu industri yang limbah cairnya mengandung ion – ion logam adalah industri pelapisan logam. Dalam proses produksinya, industri ini melapisi suatu objek logam dengan sejenis logam lainnya, untuk mencegah terjadinya korosi pada objek tersebut. Contoh yang sederhana adalah suatu batangan besi dilapisi dengan plat seng, kemudian permukaan seng dilapisi dengan krom.

Menurut Leinonen (1999), limbah cair industri pelapisan logam umumnya mengandung logam – logam krom, nikel, tembaga, seng, kadmium, dan kobalt.

2.3. Toksisitas Krom dan Nikel

Krom (Cr^{+3} dan Cr^{+6}) dan nikel dapat ditemukan pada limbah cair industri pelapisan logam yang menggunakan logam tersebut dalam proses produksinya. Baku mutu limbah cair industri pelapisan logam memberi batasan tertentu untuk Cr^{+6} dan total krom.

Krom valensi tiga, dalam jumlah tertentu, merupakan unsur yang essensial bagi manusia dan hewan untuk mempertahankan proses metabolisme glukosa. Pemasukan krom ini secara oral dalam jumlah berlebihan dapat menimbulkan kerusakan hati dan ginjal. Krom valensi enam yang lebih toksik dari Cr^{+3} , bersifat karsinogenik dan mutagenik bagi manusia. Toksisitas krom terhadap organisme akuatik masih lebih rendah dibandingkan Cd, Hg dan Pb. Pada tingkat konsentrasi 10 ppm dalam air, krom diperkirakan toksik bagi beberapa alga.

Nikel dalam dosis tertentu esensial bagi beberapa mikroorganisme dan hewan, tetapi toksik bagi fungi dan tanaman. Bagi manusia, nikel diperkirakan menghambat kerja beberapa enzim, sedangkan debu nikel dilaporkan bersifat karsinogenik (Dara, 2002).

2.4 Pengelolaan Limbah Berbahaya

Dalam pengelolaan limbah cair yang mengandung logam berat, berbeda dengan logam berbahaya lain (contoh sianida), ternyata logam – logam berat tidak dapat dinaktifkan sama sekali. Akibatnya, perlakuan pada limbah cair yang tercemar dengan polutan ini adalah dengan menarik unsur atau senyawa logam tersebut dari fase cair (Jckson dan Jackson, 2000). Pada konsentrasi tinggi, logam berat dapat dipisahkan dari air dengan menggunakan penambahan suatu zat yang dapat mengendapkan logam – logam sebagai garam – garam yang tidak dapat larut.

Rieth, et al., (2000) mengemukakan lima teknik pemisahan ion – ion logam dari limbah cair yaitu proses pertukaran ion, adsorpsi langsung terhadap logam, filtrasi dengan polimer (resin) dan teknik lainnya. Menurut Schmuhl, et al., (2001), meskipun filtrasi dan presipitasi secara kimia merupakan teknik efektif, ekonomis dan cepat memisahkan ion logam konsentrasi tinggi tetapi tidak tepat bagi ion – ion logam konsentrasi rendah (trace level).

Menurut Rittman dan McCarty (2001), hampir semua perlakuan dalam penanganan zat – zat anorganik yang berbahaya bertujuan untuk memekatkan, mengendapkan, memisahkan dan mengumpulkan sehingga migrasinya ke manusia

atau lingkungan penerima dapat dicegah. Misalnya reduksi secara kimiawi atau biologis Cr (VI) ke Cr (III), akan merubah sifat krom dari unsur yang sangat toksik, mudah larut dan aktif menjadi unsur dengan toksisitas dan kelarutan rendah.

2.5 Biomasa Sebagai Adsorben Logam Berat

Suatu metode yang banyak dikembangkan untuk memisahkan logam berat dari limbah cair, adalah dengan menggunakan adsorben dan biomassa yang telah ditingkatkan kapasitas adsorbsinya melalui teknik perlakuan. Biomassa yang dapat diaplikasikan secara komersial adalah biomassa yang tersedia secara melimpah, misalnya hasil buangan dari suatu proses pengolahan; tidak memerlukan teknik pengolahan yang rumit, sehingga dapat diproduksi dengan relatif murah (Adeyiga, et al., 1998).

Banyak penelitian menggunakan biomassa, diantaranya Baess, et al., (1996) memanfaatkan tempurung kelapa yang telah dimodifikasi sebagai adsorben yang potensial dalam penanganan logam berat pada limbah cair industri: Ca dan Zn dapat diserap sel – sel mati rumput laut coklat (*Sargassum sp.*) dengan sangat efisien (da Costa, et al., 2001). Yan dan Viraraghavan (2000) dengan fungi *Mucor rouxii* yang telah diberi perlakuan dengan deterjen dan basa, ternyata mampu meningkatkan kapasitas bioadsorbsi-nya terhadap logam berat Pb^{+2} , Cd^{+2} , Ni^{+2} dan Zn^{+2} .

2.6 Teknik Perlakuan Limbah Cair

Menurut Tebbut (1977), ada tiga proses dasar yang umumnya dilakukan dalam penelolahan limbah cair yaitu proses fisika, kimia dan biologi, yang tergantung dari jenis zat – zat pencemar. Proses fisika (penyaringan, sedimentasi, filtrasi dan aerasi) dilakukan untuk pencemaran akibat karakteristik fisik zat pengotor seperti ukuran partikel, berat jenis, viskositas dan sebagainya. Proses kimia (koagulasi, presipitasi dan pertukaran ion) diperlukan tergantung dari sifat – sifat kimia zat pencemar atau dengan memanfaatkan sifat – sifat kimia dari peereaksi yang ditambahkan. Proses biologi digunakan dengan memanfaatkan reaksi – reaksi biokimia, untuk memisahkan pencemar organik yang larut ataupun yang berbentuk koloid.

Aplikasi perlakuan kimia pada limbah cair tergantung dari sifat kimia zat - zat pencemar dan reaksi - reaksi kimia yang diperlukan, antara lain netralisasi dengan asam basa, elektrolisis, hidrolisis, oksidasi-reduksi, presipitasi kimia, ko-presipitasi logam, ekstraksi kimia dan pertukaran ion. Pertukaran ion berarti memisahkan katio – kation atau anion – anion dari larutan ke suatu resin atau zat padat, yang dapat diperbaharui kembali dengan perlakuan menggunakan asam, basa atau garam. Proses ini umumnya digunakan dalam pengelolaan limbah cair industri pelapisan logam (Manahan, 1994).

Kitosan sebagai hasil deasetilasi kitin merupakan salah satu polimer yang dapat mengadsorbsi sejumlah ion – ion logam transisi dan paskah transisi. Menurut Muzzarelli dalam Gao (2000), kitosan mampu mengikat ion-ion dari sejumlah

larutan pada pH netral. Hirano dalam Gao (2000) menyatakan kitosan mudah larut pada beberapa media asam dan dapat menyerap Hg, Cu, Cr,Pb dan Cd. Roberts (1992) meneliti daya adsorpsi maksimum kitosan terhadap ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ pada pH 5,0 – 5,7. Sementara itu hasil analisa Schmuhl et al. (2001) menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi kitosan yang tertinggi terhadap Cr (VI) dari limbah cair, dicapai pada pH 5.

Rorrer dan Way (1999) menyatakan bahwa logam berat akan terikat pada adsorben kitosan dan dapat dipisahkan dengan menurunkan pH menjadi 2. Filho et al., (2000) menyimpulkan bahwa polimerisasi kitin dengan Vinyl-pyrolidin memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap Ni^{+2} . Menurut Saito et al., (1987), kitosan berpotensi digunakan untuk memperoleh kembali ion-ion logam berat dari asam-asam organik maupun asam-asam anorganik dari suatu limbah cair.

Kecepatan adsorpsi kitosan terhadap ion-ion logam dalam limbah cair dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain banyak kitosan yang digunakan, kehalusan kitosan, temperatur larutan, pola dan kecepatan pengadukan, adanya ion-ion lain yang mempengaruhi serta pH larutan. Pada larutan campuran beberapa ion-ion logam, kitosan memiliki lebih dari satu sisi aktif pada permukaan polimernya, untuk logam – logam yang berbeda (Muzzarelli, 1977 dan Schmuhl, et al.,2001).

Pengembangan polimer alami seperti kitosan dengan sifat adsorpsinya yang baik, berpotensi untuk diaplikasikan dalam penurunan kadar logam pada limbah cair berbagai industri pelapisan logam. Pemanfaatan kitosan secara meluas dalam pengelolaan limbah cair dan aplikasi lainnya, akan meningkatkan upaya eksploitasi

kitosan dari berbagai sumbernya, yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan limbah padat industri pengolahan udang, kepiting (Olsen, et al., 1996); dan upaya eksplorasi sumber – sumber baru kitosan. Salah satu industri pelapisan logam komponen sepeda di Medan, menggunakan nikel (NiSO_4) dan krom ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) dalam proses produksinya.

Tahap prosesnya adalah sebagai berikut : (1) Pembersihan minyak dari lingkaran dengan soda api, (2) pembersihan karat dengan HCl, (3). pembilasan dengan air (limbah cair I), (4) Pengeringan, (5) Pelapisan nikel, (6) Pembilasan dengan air (limbah cair II), (7) Pelapisan krom, (8) Pembilasan dengan air (limbah cair III), (9) Pengeringan.

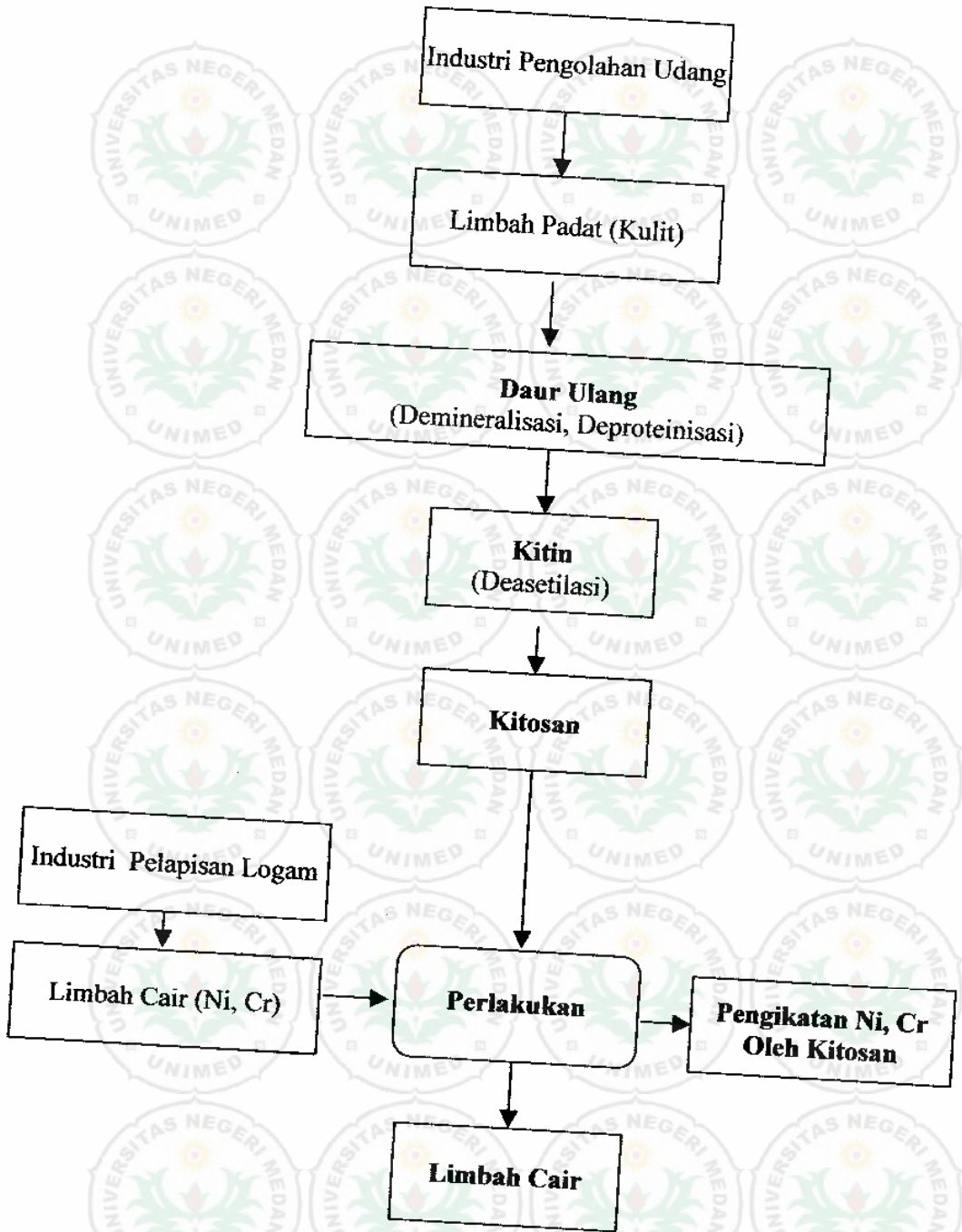
Ada tiga titik keluaran limbah cair dengan kandungan logam yang berbeda, yang secara keseluruhan akan bercampur dan keluar dari lingkungan industri melalui saluran pembuangan akhir.

2.7. Kerangka Pemikiran Penelitian

Kerangka pemikiran adalah sebagai berikut :

1. Dengan berkembangnya industri, maka beban pencemaran lingkungan akibat limbah padat dan limbah cair juga meningkat.
2. Salah satu prinsip pengelolaan limbah padat yang berwawasan lingkungan adalah daur ulang (*recycle*).

3. Eksploitasi polimer-polimer alami dari sumberdaya yang dapat diperbaharui, non-toksik dan dapat terdegradasi secara alami, hendaknya dimanfaatkan dan dikembangkan kulit udang.
4. Limbah cair yang mengandung logam dari industri pelapisan logam dapat dikelola dengan memanfaatkan karakteristik kitosan, agar dapat memenuhi persyaratan baku mutu yang ada. (Kerangka pemikiran dapat dilihat pada Gambar 2).



Gambar 2. Kerangka Pemikiran Penelitian

BAB III

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik kitin dan kitosan yang diekstraksi dari kulit udang melalui proses deproteinisasi, demineralisasi dan deasetilasi.
2. Untuk memperoleh gambaran pemanfaatan kitosan terhadap kadar logam Nikel dan Krom limbah cair industri pelapisan logam.

KONTRIBUSI PENELITIAN

1. Pengembangan ilmu pengetahuan, untuk mendapatkan informasi hasil ekstraksi kitosan dari kulit udang.
2. Memberi masukan bagi industri pelapisan logam mengenai pemanfaatan kitosan dalam penurunan kadar Krom dan Nikel pada limbah cair dan beberapa faktor yang mempengaruhinya.

BAB IV**METODE PENELITIAN****4.1. Tempat dan Waktu**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia FMIPA USU Medan. Penelitian berlangsung selama 4 bulan yang dimulai dari bulan Agustus s/d Nopember 2006.

4.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah alat timbang, alat ukur, dan peralatan gelas yang umum dalam analisa laboratorium, ditambah dengan : Spektrofotometer Serapan Atom atau AAS (HITACHI Z – 8200, Polarize Zeeman), Oven (MEMMERT), Kjeltex Auto (1030 ANALYSER TECATOR), Furnace/Tanur, pH meter, Jar-Test.

Pereaksi yang digunakan adalah HCL, HNO₃, asam formiat 98 – 100 % (CH₂O₂), NaOH, CH₃COOH (Teknis dan pro alysis dari MERCK) dan larutan baku Ca, Ni, Cr 1000 mg/L.

Penelitian ini menggunakan kulit udang (Penaeus Monodon) dari industri pengolahan udang beku PT. Centra Windu Sejahtera di Kawasan Industri Medan (KIM).

4.3. Pelaksanaan Penelitian

Dalam penelitian ini ada tiga tahap yang dilakukan yaitu ekstraksi kitin, proses deasetilasi kitin menjadi kitosan dan proses perlakuan limbah cair.

4.3.1. Proses Ekstraksi Kitin

Proses ekstraksi kitin yang dilakukan untuk mendapatkan kitin dari kulit udang menggunakan modifikasi metode Hackman dalam Muzzarelli (1977).

Rincian proses ekstraksi kitin sebagai berikut :

Kitin dari kulit udang

1. Kulit udang dicuci dengan air (2) Dideproteinisasi dengan larutan NaOH 2 M (1 : 8), selama 24 jam, (3) Dicuci dengan H₂O hingga pH netral, (4) Di demineralisasi dengan larutan HCL 2 M (1 : 8) selama 24 jam (5) Dicuci dengan H₂O hingga pH netral, (6) Dikeringkan pada suhu kamar (7) Dihaluskan, (8) Uji kelarutan dengan asam formiat (CH₂O₂) 98 – 100 % (9). Jika uji kelarutan positif maka diperoleh kitin udang.

4.3.2. Proses Deasetilasi Kitin menjadi Kitosan

Proses deasetilasi kitin menjadi kitosan menggunakan metode yang sama pada kitin yang diperoleh dari kulit udang, yaitu metode Alimuniar dan Zainuddin (1992), sebagai berikut :

1. Kitin direndam dalam larutan NaOH 40 % (kitin udang) dan NaOH 50 % (kitin kepiting) dengan perbandingan 1 : 14, pada suhu kamar selama 6 hari, pengadukan dilakukan setiap hari.
2. Dicuci dengan H₂O hingga pH netral, dikeringkan pada suhu kamar.
3. Dihaluskan (80 mesh) dan dilakukan uji kelarutan dalam asam asetat (CH₃COOH) 1 %

4.3.3. Proses perlakuan limbah cair

Kitosan digunakan dalam menurunkan kadar Ni dan Cr limbah cair dari industri pelapisan logam komponen sepeda, dengan proses perlakuan seperti Lampiran 1. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis kitosan, konsentrasi kitosan dan lama perlakuan dengan rincian :

- a. Jenis Kitosan : Kitosan Udang
- b. Konsentrasi kitosan :
 1. 500 mg/ 250 mL limbah cair
 2. 750 mg/250 mL limbah cair
 3. 1000 mg/250 mL limbah cair
- c. Lama Perlakuan :
 1. 2 hari , 4 hari, 6 hari , 8 hari dan 10 hari.

4.4. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga faktor jenis kitosan (A), konsentrasi kitosan (B) dan lama reaksi (C)

yang terdiri dari 3, 3 dan 5 taraf. Setiap kombinasi perlakuan dilakukan dua kali ulangan.

Model linier yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijkl} = U + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + E_{ijkl}$$

Di mana : $i, j, k, l = 3, 3, 5, 2$

$A_i, B_j, C_k =$ Pengaruh perlakuan utama

$(AB)_{ij}, (AC)_{ik}, C_k =$ Pengaruh interaksi dua perlakuan

$(ABC)_{ijk} =$ Pengaruh interaksi ketiga perlakuan

$E_{ijkl} =$ Pengaruh acak perlakuan

$Y_{ijkl} =$ Nilai pengamatan untuk tiap perlakuan

$U =$ Nilai rata – rata

4.5. Pengambilan Contoh Limbah Cair dan Parameter yang Diuji

Contoh limbah cair akan diambil dari saluran pembuangan akhir PT. Amir Hasan Manufacturing setelah pelapisan nikel dan krom selesai; sekitar tengah hari, pada saat mana diperkirakan beban pencemaran maksimum.

Beberapa parameter yang diamati dan diuji pada penelitian ini adalah :

1. Karakteristik kulit udang serta kitin dan kitosan hasil ekstraksi tadi seperti :
 - a. Kadar air (%)
 - b. Kadar Ca kulit udang kering ($\mu\text{g/g}$ berat kering)

- c. Kadar abu (% berat kering)
 - d. Total nitrogen dan kadar protein (% berat kering)
 - e. Uji kelarutan kitin dalam asam formiat 98 – 100 % dan kelarutan kitosan dalam asam asetat 1 %
2. Pengaruh pemberian kitosan pada limbah cair terhadap :
 - a. Kadar Ni (mg/L), b. Kadar Cr (mg/L)
 3. **Cara menguji kadar air.** Pengukuran kadar air, akan dilakukan dengan menimbang sejumlah contoh, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105° C selama tiga jam, dan didinginkan dalam eksikator hingga diperoleh bobot tetap.

$$\text{Kadar air} = \frac{w_1}{w} \times 100\%$$

w = bobot contoh sebelum dikeringkan (g)

w₁ = kehilangan bobot setelah dikeringkan (g).

4. **Cara menguji kadar Ca.** Pengukuran kadar Ca dilakukan dengan membandingkannya dengan larutan baku Ca, sesuai kondisi spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 422,7 nm.
5. **Cara menguji kadar abu.** Sejumlah contoh akan ditimbang, lalu akan diabukan pada tanur dengan suhu 550° C sampai pengabuan sempurna. Lalu akan didinginkan dalam eksikator, dan harus ditimbang hingga bobotnya tetap.

$$\text{Kadar abu} = \frac{w_1 - w_2}{w} \times 100\%$$

w = bobot contoh sebelum diabukan (g)

w_1 = bobot contoh + sesudah diabukan (g)

w_2 = bobot kosong (g)

6. **Total nitrogen dan kadar protein.** Sejumlah contoh akan ditimbang, lalu akan dimasukkan kedalam labu Kjeldahl, akan ditambah campuran K_2SO_4 , $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ dan H_2SO_4 pekat. Lalu akan didestruksi pada 400^0 C hingga larutan menjadi jernih kehijauan, akan didinginkan dan diencerkan dengan aquadest. Selanjutnya akan ditentukan total Nitrogen dan Proteinnya dengan alat Kjeltac Auto.
7. **Uji kelarutan Kitin dan Kitosan.** Kitin kering akan dilarutkan dalam satu persen asam formiat 98 – 100% dengan cara dibiarkan selama 12 jam dalam freezer, dicairkan pada suhu ruang dan diulang beberapa kali hingga kitin larut. Sedangkan uji kelarutan kitosan dilakukan dengan melarutkan kitosan dalam asam asetat 1%.
8. **Absorben Ni dan Cr oleh Kitosan.** Kemampuan kitosan dalam mengadsorpsi Ni dan Cr dari limbah cair dilakukan dengan menggunakan Jar – test dengan cara sebagai berikut :
 - a. Sejumlah kitosan (500 mg; 750 mg; 1000 mg) dan 250 ml limbah cair akan dimasukkan kedalam Jar-test, diaduk dengan kecepatan 200 putaran permenit (rpm) selama 30 menit, pada suhu ruang lalu didiamkan.

- b. Setiap periode tertentu (2, 4, 6, 8 dan 10 hari) 10 ml filtrat bagian atas akan diambil dengan syringe untuk mencegah terikutnya partikel kitosan, ditambah 10 mL HNO_3 1 N, lalu ditetapkan dengan aquabides hingga 10 ml.
- c. Larutan diaduk homogen, disaring, lalu filtrat diukur kadar Ni dan Cr dengan spektrofotometer serapan atom. Pengukuran kadar Ni dilakukan dengan membandingkan dengan larutan baku Ni, sesuai kondisi alat pada panjang gelombang 232.0 nm. Kadar Cr diukur dengan membandingkan dengan larutan baku Cr, pada panjang gelombang 359,3 nm. Hasil akhir dihitung dengan memasukkan faktor pengencer.

5. Pengolahan Data.

Pengolahan data statistik pada penelitian ini menggunakan program aplikasi SPSS 11.0 dengan penjelasan (Santoso dan Tjiptono, 2001) sebagai berikut :

5.1. Signifikansi hasil korelasi

Hipotesis: H_0 = tidak ada hubungan (korelasi) antara dua variabel

H_1 = ada hubungan (korelasi) antara dua variabel

Dasar pengambilan keputusan berdasarkan probabilitas (p) :

- Jika $p > 0.05$ (atau 0.01), maka H_0 diterima
- Jika $p < 0.05$ (atau 0.01), maka H_0 ditolak atau H_1 diterima

5.2. Signifikasi koefisien regresi

Hipotesis : H_0 = koefisien Regresi tidak Signifikan

H_1 = Koefisien Regresi Signifikan

Pengambilan keputusan pada taraf $\alpha = 5\%$ berdasarkan probabilitas

(p) :

a. Jika $p > 0.05$, maka H_0 diterima

b. Jika $p < 0.05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Karakteristik Kulit Udang, Kitin dan Kitosan

Hasil pengujian terhadap kulit udang kering, kitin dan kitosan meliputi kadar air, kadar abu, total nitrogen, kadar protein dan kadar Cr dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Kulit Udang, Kitin dan Kitosan

| No | Bahan | Kadar Air (%) | Kadar Abu (% bk) | Total Nitrogen (% bk) | Kadar Protein (% bk) | Kadar Cr (% bk) | Hasil (%) |
|----|---------------|---------------|------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|-----------|
| 1. | Kulit udang | 16,20 | 41,30 | 7,77 | 48,69 | 147 | - |
| 2. | Kitin Udang | 6,05 | 0,13 | 6,48 | 40,53 | - | - |
| 3. | Kitosan Udang | 23,41 | 0,10 | 8,13 | 48,82 | - | 74 |

Bk = berat kering

5.1.1. Kulit Udang

Hasil pengujian beberapa parameter kulit udang dapat dilihat pada Tabel 1.

Kadar abu kulit udang yaitu 41,30 % sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kulit udang mengandung berbagai mineral.

5.1.2. Kitin

Kitin udang kepiting adalah hasil ekstraksi dengan proses deproteinisasi dan demineralisasi kulit udang.

Kitin merupakan komponen yang membentuk struktur eksoskeleton udang, kepiting, belangkas, dengan kisaran 30 – 60 %. Kitin berperan sebagai suatu unsur penguat jaringan bersama-sama dengan protein (Peter, 1993). Proses deproteinisasi menggunakan larutan NaOH 2M ataupun 5% akan mengurangi protein dari kulit udang. Kadar air, kadar abu, total nitrogen dan kadar protein kitin dapat dilihat seperti pada Tabel 1.

Uji kelarutan kitin dengan menggunakan asam formiat serta hasil pengamatan warna zat dan warna larutan yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Kelarutan Kitin Dalam Asam Formiat (CH₂O₂)^a.

| No | Parameter | Kitin Udang |
|----|---|----------------------------|
| 1. | Warna zat | Kuning muda |
| 2. | Kelarutan dalam asam formiat 98 – 100 % | Larut |
| 3. | Warna larutan kitin 1 % dalam asam formiat 98 – 100 % | Transparan, tidak berwarna |

^ahasil pengamatan.

Kitin yang diperoleh dari ekstraksi kulit udang ternyata larut dalam asam formiat 98 – 100 %. Kelarutan kitin 1 % dalam asam ini tidak terjadi seketika melainkan pada hari kelima setelah melalui beberapa tahapan pembekuan dalam freezer. Hal ini sesuai dengan Noguchi et.al. dalam Austin (1984) yang membuat larutan kitin 4 % dalam asam formiat pada suhu kamar, dibekukan, dicairkan perlahan-lahan dalam suhu kamar dan diulang beberapa kali hingga diperoleh larutan yang bening dan agak kental.

5.1.3. Kitosan

Karakteristik kitosan seperti kadar air, kadar abu, total nitrogen dan protein, persentase hasil serta uji kelarutan dan warna larutannya dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 3.

Kitosan yang diperoleh merupakan hasil proses diasetilasi kitin dengan menggunakan NaOH 40 % untuk kitin udang.

Tabel 3. Uji Kelarutan Kitosan Dalam Asam Asetat (CH_3COOH)^a.

| No | Parameter | Kitosan Udang |
|----|---|----------------------------|
| 1. | Warna zat | Putih – krem |
| 2. | Kelarutan dalam asam asetat 1 % | Larutan agak kental |
| 3. | Warna larutan kitosan 1 % dalam asam asetat 1 % | Transparan, tidak berwarna |

^ahasil pengamatan.

Dari Tabel 3 terlihat bahwa kitosan yang semula berwarna putih – krem dan krem, dalam asam asetat 1 % akan menghasilkan larutan yang bening atau transparan dengan kekentalan yang berbeda. Kitosan komersial memiliki berat molekul $10^4 - 10^5$ dalton (Peter, 1993) tergantung dari sumbernya, dengan demikian ada kemungkinan berat molekul ketiga kitosan bervariasi.

Konversi kitin ke kitosan selama proses diasetilasi dapat diamati melalui kelarutannya dalam larutan asam asetat 1 %, karena kitosan mudah larut sedangkan kitin tidak larut.

5.2. Pemakaian Kitosan Dalam Menurunkan Kadar Ni dan Cr Limbah Cair.

Hasil pengujian kadar logam Ni dan Cr limbah cair industri pelapisan logam dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Ni dan Cr Limbah Cair Industri Pelapisan Logam

| No | Pengukuran | Kadar Ni (mg/L) | Kadar Cr (mg/L) |
|----|------------------|-----------------|-----------------|
| 1. | I | 10,0 | 53,4 |
| 2. | II | 10,0 | 53,0 |
| 3. | III | 9,9 | 52,3 |
| 4. | IV | 9,7 | 50,9 |
| 5. | V | 9,7 | 50,3 |
| 6. | VI | 9,6 | 49,6 |
| 7. | VII | 9,6 | 47,0 |
| 8. | VIII | 9,6 | 46,9 |
| 9. | IX | 9,5 | 46,4 |
| 10 | X | 9,5 | 45,1 |
| | Total | 97,1 | 494,8 |
| | Rata-rata | 9,7 | 49,5 |

Karakteristik limbah cair seperti warna pH dan rata-rata Kadar Ni dan Cr tertera pada Tabel 5. Limbah cair terlihat berwarna coklat tua dan keruh yang menggambarkan banyaknya partikel terlarut, sedangkan pH yang rendah yaitu 4,53 menunjukkan limbah cair dalam suasana asam, di bawah pH yang diperkenankan dilihat dari proses pelapisan logam pada Lampiran 3 seperti pembersihan dengan HCl, pelapisan nikel dan pelapisan krom, maka unsur-unsur logam yang utama terdapat pada limbah cair berupa Fe, Ni dan Cr.

Kadar Ni limbah cair sebesar 9,7 mg/L ternyata hampir 10 kali melebihi baku mutu atau 970 % lebih besar dari batas yang diperkenankan untuk dapat dibuang. Demikian juga halnya dengan Cr, dengan kadar 49,5 mg/L melebihi 99 kali atau 990 % lebih besar dari baku mutu.

5.2.1. Kitosan Udang Sebagai Adsorben Logam Ni dan Cr

Pemakaian kitosan udang dalam menurunkan kadar Ni dengan variabel lama perlakuan dan banyak pemakaian kitosan tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Kadar Ni Limbah Cair Setelah Diberi Kitosan Udang dengan Beberapa Variasi Konsentrasi Kitosan dan Lama Perlakuan

| Kitosan Udang (Ing/250 ml) | Lama Perlakuan (Hari) | Kadar Ni (mg/L) | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------------|------------|-----------|
| | | Ulangan I | Ulangan II | Rata-rata |
| 500 | 2 | 4,5 | 3,3 | 4,45 |
| | 4 | 4,4 | 3,6 | 3,45 |
| | 6 | 2,7 | 3,1 | 2,90 |
| | 8 | 2,0 | 2,3 | 2,15 |
| | 10 | 1,6 | 1,9 | 1,75 |
| 750 | 2 | 3,5 | 4,2 | 3,85 |
| | 4 | 2,3 | 3,3 | 2,80 |
| | 6 | 2,0 | 2,9 | 2,45 |
| | 8 | 1,8 | 2,3 | 2,05 |
| | 10 | 1,1 | 1,3 | 1,2 |
| 1000 | 2 | 2,3 | 2,4 | 2,35 |
| | 4 | 1,7 | 1,8 | 1,75 |
| | 6 | 1,7 | 1,8 | 1,75 |
| | 8 | 1,4 | 1,6 | 1,80 |
| | 10 | 0,7 | 0,8 | 0,75 |

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar Ni limbah cair cenderung menurun dengan peningkatan lama perlakuan dan peningkatan jumlah pemakaian kitosan udang. Pemakaian kitosan udang 1000 mg pada hari ke - 10 ternyata dapat menurunkan kadar Ni limbah cair (0,75 mg/L) hingga dibawah baku mutu yang diperkenankan (1,0 mg/L). Dibandingkan kadar Ni limbah cair sebelum diberi perlakuan kitosan 9,7 (mg/L), maka terjadi penurunan tertinggi yaitu 92 % dengan pemakaian 1000 mg kitosan udang pada hari ke 10.

Korelasi antara penurunan kadar Ni dengan lama perlakuan adalah sangat nyata dimana probabilitas atau $p = 0,000 < 0,05$, pada selang kepercayaan $\alpha = 1 \%$ dengan angka korelasi - 0,539.

Dari hasil analisa regresi pengaruh pemberian kitosan udang terhadap penurunan kadar Ni limbah cair seperti pada Lampiran 5, diperoleh persamaan regresi $Y = 5,943 - 0,270 x_1 - 0,00264 x_2$; dimana x_1 = lama perlakuan, x_2 = konsentrasi kitosan udang, dengan $R = - 0,935$ dan $R^2 = 0,875$ yang berarti bahwa 87,5 % penurunan kadar Ni dapat dijelaskan oleh variabel lama perlakuan dan konsentrasi kitosan udang.

Untuk melihat perbedaan rata-rata kadar Ni antara ketiga jumlah kitosan udang yang digunakan maka dilakukan analisa sidik ragam atau ANOVA (Analysis of Variance). Analisa Sidik Ragam menunjukkan bahwa pengaruh lama perlakuan $P = 0,05$ dan konsentrasi kitosan udang $p = 0,05$ berbeda nyata pada $\alpha 5\%$ sedangkan interaksi antara lama perlakuan dengan konsentrasi kitosan udang ($p = 0,152 < 0,05$) tidak berbeda nyata terhadap penurunan kadar Ni limbah cair pada $\alpha 5\%$.

Dari hasil penelitian terlihat penurunan kadar Cr dengan menggunakan kitosan udang sebagai adsorben seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Kadar Cr Limbah Cair Setelah Diberi Kitosan Udang Dengan Beberapa Variasi Konsentrasi dan Lama Perlakuan

| Kitosan Udang (Ing/250 ml) | Lama Perlakuan (Hari) | Kadar Ni (mg/L) | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------------|------------|-----------|
| | | Ulangan I | Ulangan II | Rata-rata |
| 500 | 2 | 35,3 | 36,8 | 36,05 |
| | 4 | 27,2 | 33,7 | 30,45 |
| | 6 | 24,7 | 32,3 | 28,50 |
| | 8 | 20,9 | 25,5 | 23,20 |
| | 10 | 17,8 | 18,0 | 17,90 |
| 750 | 2 | 34,0 | 36,6 | 35,30 |
| | 4 | 26,2 | 34,1 | 30,15 |
| | 6 | 24,2 | 31,8 | 28,00 |
| | 8 | 18,5 | 25,7 | 22,10 |
| | 10 | 17,0 | 18,0 | 17,50 |
| 1000 | 2 | 33,4 | 33,6 | 33,50 |
| | 4 | 30,1 | 30,3 | 30,20 |
| | 6 | 29,1 | 29,3 | 29,20 |
| | 8 | 24,2 | 24,2 | 24,20 |
| | 10 | 16,0 | 16,1 | 16,05 |

Pemakaian kitosan udang ternyata belum dapat menurunkan kadar Cr limbah cair hingga di bawah baku mutu 0,5 mg/L. Hasil yang terendah hanya dapat menurunkan hingga 16,05 mg.L, masih jauh dari baku mutu yang diperkenankan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan Penelitian

- Pengaruh perlakuan konsentrasi kitosan udang dan lama perlakuan berbeda nyata terhadap penurunan kadar Ni, sedangkan terhadap penurunan kadar Cr hanya pengaruh lama perlakuan yang berbeda nyata.
- Kadar Ni yang memenuhi persyaratan baku mutu limbah cair (maksimum 1,0 mg/L) diperoleh pada perlakuan dengan kitosan udang 1000 mg.
- Penurunan kadar Cr hingga memenuhi persyaratan baku mutu limbah cair (maksimum 0,5 mg/L) tidak tercapai dengan pemberian kitosan udang.
- Rata-rata kadar Ni terendah dihasilkan oleh perlakuan dengan kitosan udang 2,34 mg/L. Rata-rata Cr yang terendah diperoleh setelah perlakuan dengan kitosan udang yaitu 26,82 mg/L.

6.2. Saran Penelitian

- Kitosan yang diekstraksi dari kulit udang pada penelitian ini, dapat digunakan untuk menurunkan kadar Ni limbah cair industri pelapisan logam komponen sepeda, hingga di bawah baku mutu yang diperkenankan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51, Tahun 1995.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi kitosan dengan memperhitungkan adanya logam lain dalam limbah cair seperti Fe.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimuniar, A. dan R. Zainuddin. 1992. An Economical Technique for C.j., P.A. Sanford, J.P. Zikakis (Eds). Elsevier Applied Sciences, London, pp. 627 – 632.
- Brine, C.J. 1987. Introduction Chitin : Accomplishments and perspectives. In. Academic Press, Orlando, pp. xvii – xxii.
- Brown, D.T. 1999. The 4 Rs - A Framework for Responsible Waste Management. <http://www.brocku.ca/epi/ciet/foerrs.htm>.
- da Costa, A.C.A., A.P.M. Taveres, F.P. de France. 2001. The Release of Light Metals from a Brown Seaweed (*Sargassum* sp.) during Zinc Biosorption in a Continuous System. In : **process Biotechnology**. Vol. 4 : 3.
- Dara. S.S. 2002. **A Textbook of Environmental chemistry and Pollution Control** . Chand & Company Ltd. Ram Nagar, New Delhi, pp.65 – 68 .
- Filho, J.A.da R., E.E. Bach, E.R. Barrak. Novel Material for Nickel Recuperation. In : **Material Research**, Vol. 4 : 3, 53 – 57
- Gao, Y., K.H. Lee, M. Oshima, S. Motomizu 2000. Adsorption Behavior of Metal Ions on Cross-Linked Chitosan and the Determination of Oxoanions after pretreatment with a Chitosan Column. In : **Analytical Science**, Vol : 16, 1303 – 1308
- Jackson, A.R .W . dan Jackson J.M. 2000. Environment science : The Natural Environment and Human Impact . Perason Education Limited, Edinburg Gate, pp. 368 – 367.
- Merck Index. **An Encyclopedia of Chemical and Drugs**. Windholz, M.,S. Budavari, L.Y. Stroumtsos, M. Noether (Eds). Merck & Co. Inc. Rahway , USA, pp. 259, 576.
- Muzzarelli, R.A.A., 1997. **Chitin**. Pergamon Press Ltd . Oxpord, England.

- Oguntimein, G.B., Aladejana, V., Payne, G. 2002. Potential Application of Chitosan in Waste Water Treatment. *Agricultur Biotechnology*. <http://www.ache.org/conferen ce/tech program /paperdetail.asp>
- Olsen, E.S. , H.C. Ratnaweera, R. Pehrson. 1996. A. Novel Treatment Process for Dairy Wastewater with Chitosan Produced From Shrimp- Shell Waste. In : **Water Science and Technology**. Vol.34 : 11, 33 –40.
- Robert, G.A.F., 1992. **Chitin Chemistry**. The Macmillan Press Ltd., london.
- Saito, H., R. Tabeta, K. Ogawa. 1987. Comformation of Chitosan, Its Metalc Complexes, and Acid Salts Revealed by Hight – Resolution Solid – State ^{13}C NMR. In : **Industrial Poly Saccarides**. Yalpani, M. (Ed.). 371.

Lampiran 1. Kualitas Limbah Cair Industri Pelapisan Logam

| Parameter | Satuan | Hasil | Buku Mutu * | Metode |
|---------------------|--------|---------|-------------|---------------|
| Padatan Tersuspensi | mg/L | 248 | 20 | Gravimetri |
| pH | - | 5,86 | 6,0-9,0 | Potensiometri |
| Cadmium (Cd) | mg/L | <0,0004 | 0,05 | AAS |
| Krom Total (Cr) | mg/L | 10,402 | 0,5 | AAS |
| Sianida (CN) | mg/L | 0,23 | 0,2 | Potensiometri |
| Tembaga (Cu) | mg/L | 0,1777 | 0,6 | AAS |
| Nikel (Ni) | mg/L | 3,77 | 1,0 | AAS |

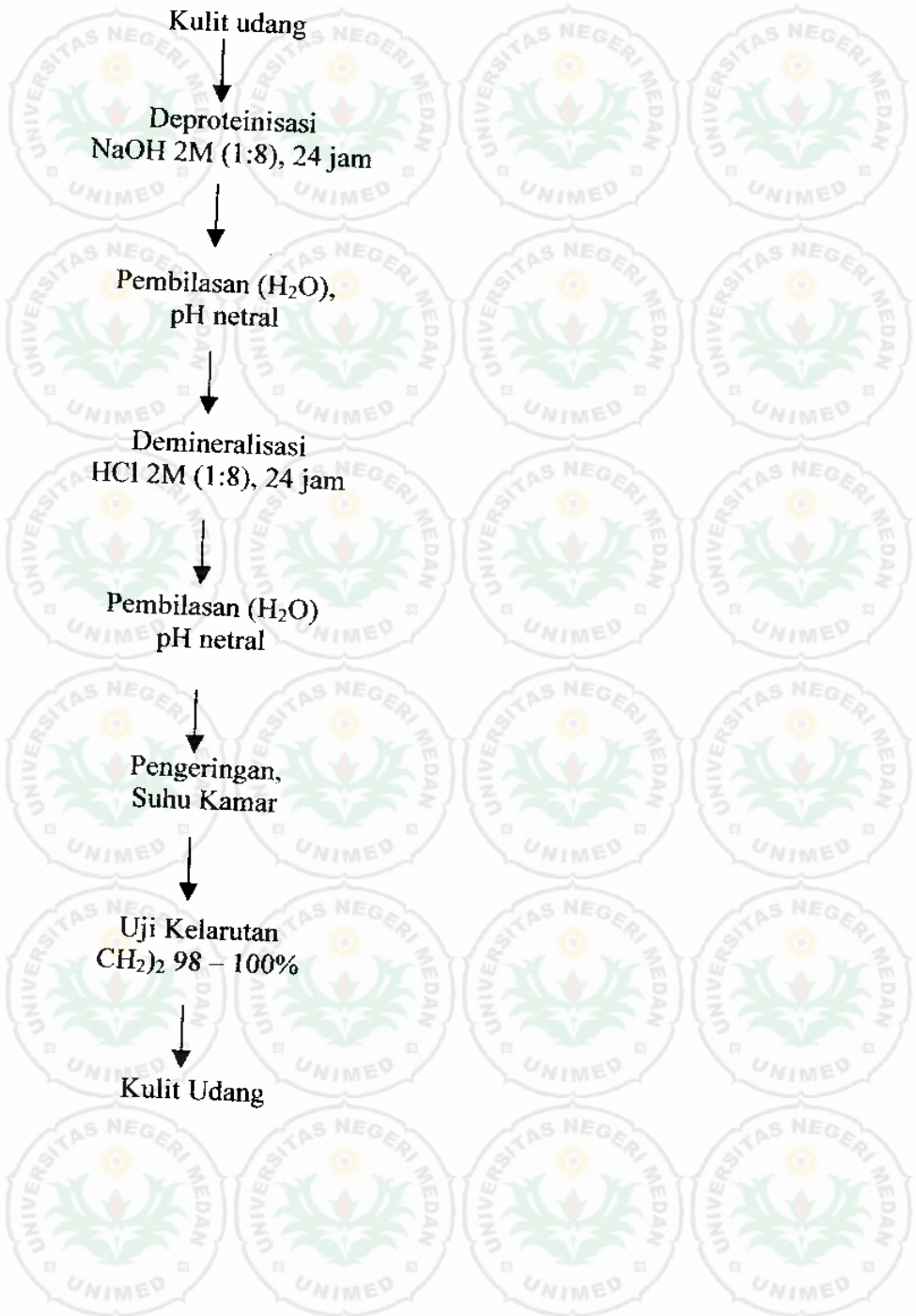
* Kep - 51 / MENLH / 1995 (Lampiran B II)

Lampiran 2. Buku Mutu Limbah Cair untuk Industri Pelapisan Logam **

| PARAMETER | KADAR MAKSIMUM (mg/L) | BEBAN PENCEMARAN MAKSIMUM (g/m ²) |
|-----------------------|----------------------------|---|
| TTS | 20 | 0,40 |
| Sianida Total (CN) | 0,2 | 0,004 |
| Krom Total (Cr) | 0,5 | 0,010 |
| Tembaga (Cu) | 0,6 | 0,012 |
| Seng Zn) | 1,0 | 0,020 |
| Nikel Ni) | 1,0 | 0,020 |
| Kadium (Cd) | 0,05 | 0,001 |
| Timbal (Pb) | 0,1 | 0,002 |
| pH | 6,0-9,0 | 6,0-9,0 |
| Debit Limbah Maksimum | 20 L/m ² produk | 20 L/m ² produk |

* Kep - 51 / MENLH / 1995 (Lampiran B II)

Lampiran 3. Proses Ekstraksi Kitin



Lampiran 4. Data Hasil Pengujian Pemakaian Kitosan Pada Beberapa Konsentrasi dan Lama Perlakuan Terhadap Kadar Ni dan Cr Limbah Cair.

| No. | Jenis | Konsentrasi Kitosan (mg/250 ml) | Lama Perlakuan (Hari) | Ulangan | Kadar Cr (mg/L) | Kadar Ni (mg/L) |
|-----|-------|---------------------------------|-----------------------|---------|-----------------|-----------------|
| 1. | KU | 500 | 2 | I | 4,5 | 36,8 |
| 2. | KU | 500 | 2 | II | 3,3 | 27,2 |
| 3. | KU | 500 | 4 | I | 4,4 | 35,3 |
| 4. | KU | 500 | 4 | II | 3,6 | 33,7 |
| 5. | KU | 500 | 6 | I | 2,7 | 24,2 |
| 6. | KU | 500 | 6 | II | 3,1 | 32,3 |
| 7. | KU | 500 | 8 | I | 2,0 | 20,9 |
| 8. | KU | 500 | 8 | II | 2,3 | 25,5 |
| 9. | KU | 500 | 10 | I | 1,6 | 17,8 |
| 10. | KU | 500 | 10 | II | 1,9 | 18,0 |
| 1. | KU | 750 | 2 | I | 3,5 | 34,0 |
| 2. | KU | 750 | 2 | II | 4,2 | 36,6 |
| 3. | KU | 750 | 4 | I | 2,3 | 26,2 |
| 4. | KU | 750 | 4 | II | 3,3 | 34,1 |
| 5. | KU | 750 | 6 | I | 2,0 | 24,2 |
| 6. | KU | 750 | 6 | II | 2,9 | 31,8 |
| 7. | KU | 750 | 8 | I | 1,8 | 18,5 |
| 8. | KU | 750 | 8 | II | 2,3 | 25,7 |
| 9. | KU | 750 | 10 | I | 1,1 | 17,6 |
| 10. | KU | 750 | 10 | II | 1,3 | 18,0 |
| 1. | KU | 1000 | 2 | I | 2,3 | 33,4 |
| 2. | KU | 1000 | 2 | II | 2,4 | 33,6 |
| 3. | KU | 1000 | 4 | I | 1,7 | 30,1 |
| 4. | KU | 1000 | 4 | II | 1,8 | 30,3 |
| 5. | KU | 1000 | 6 | I | 1,7 | 29,1 |
| 6. | KU | 1000 | 6 | II | 1,6 | 29,3 |
| 7. | KU | 1000 | 8 | I | 1,4 | 24,2 |
| 8. | KU | 1000 | 8 | II | 1,6 | 24,2 |
| 9. | KU | 1000 | 10 | I | 0,7 | 16,0 |
| 10. | KU | 1000 | 10 | II | 0,8 | 16,1 |

KV = Kitosan Udang



UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

(STATE UNIVERSITY OF MEDAN)

Jl. Wiliem Iskandar Psr. V Kotak Pos No.1589 – Medan 20221
Telp. (061) 6613365, 6613276, 6618758 Fax.(061) 6614002 - 6613319

SURAT PERINTAH MULAI KERJA (SPMK)

Nomor : 0305/J39.10.3/KU/2006

Tanggal : 14 September 2006

Pada hari ini, Kamis Tanggal Empat belas bulan September Tahun Dua ribu enam, kami yang bertanda tangan dibawah ini :

1. **Drs. Evendi Ritonga, M.Pd.** : Berdasarkan Surat Keputusan Rektor UNIMED. : 00040/J39/KEP/2006, tanggal 9 Januari 2006 dalam hal ini Pejabat Pembuat Komitmen/Kuasa Penanggungjawab Administrasi Umum UNIMED (Kegiatan 5584) bertindak untuk dan atas nama Rektor untuk selanjutnya dalam SPMK ini disebut sebagai : **PIHAK PERTAMA.**
2. **Prof. Dr. H. Abdul Muin Sibuea, M.Pd.** : Ketua Lembaga Penelitian UNIMED, Berdasarkan Surat Keputusan Pejabat Pembuat Komitmen/Kuasa Administrasi Umum UNIMED (Kegiatan 5584) No.213/J39.10.KU/2006, tanggal 14 September 2006 dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Pelaksanaan Kegiatan Penelitian Pengembangan Karya Ilmiah/Seminar/Iptek dan Seni. Untuk selanjutnya dalam SPMK ini disebut sebagai **PIHAK KEDUA.**

Kedua belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan Perjanjian Kerja dengan ketentuan sebagai berikut :

PASAL 1 JENIS PEKERJAAN

PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA, dan PIHAK KEDUA menerima tugas tersebut untuk melaksanakan/koordinasi pelaksanaan 4 (empat) kegiatan Pelaksanaan Penelitian berjudul :

1. Penelitian Pendidikan, Keolahragaan dan Kesehatan serta Seminar Hasil Penelitian, 2. Penelitian Ilmu Humaniora (Sosial, Ekonomi dan Bahasa/Seni) serta Seminar Hasil Penelitian, 3. Penelitian Sains, Teknologi dan Rekayasa serta Seminar Hasil Penelitian, 4. Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dan Penelitian Peningkatan Kualitas Pengajaran (PPKP) serta Seminar Hasil Penelitian.

PASAL 2 NILAI PEKERJAAN

PIHAK PERTAMA memberi dana Pelaksanaan untuk 4 (empat) Kegiatan Penelitian tersebut sebesar Rp.94.000.000.- (Sembilan puluh empat juta rupiah), termasuk pajak-pajak yang dibebankan kepada Dana DIPA Administrasi Umum (Kegiatan 5584) TA. 2006, dan pembayarannya secara bertahap sebagai berikut :

PASAL 3 CARA PEMBAYARAN

1. Tahap I (Pertama) sebesar 70% yaitu Rp.65.800.000.- (Enam puluh lima juta delapan ratus ribu rupiah), dibayar sewaktu Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK) ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.
2. Tahap II (Kedua) sebesar 30% yaitu Rp.28.200.000.- (Dua puluh delapan juta dua ratus ribu rupiah), dibayar setelah PIHAK KEDUA menyerahkan Laporan Hasil Kegiatan 100 % kepada PIHAK PERTAMA.
3. PIHAK PERTAMA mentransfer dana kegiatan pelaksanaan kepada Pihak Kedua melalui Bank BNI Cabang Pembantu Aksara Medan Nomor Rekening AC 102025747.

PASAL 4
JANGKA WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN

PIHAK KEDUA wajib menyelesaikan Pelaksanaan Kegiatan dimaksud dalam pasal 1 SPMK ini selama 245 (Dua ratus empat puluh lima) hari kelender mulai tanggal 1 April 2006 dan selambat-lambatnya tanggal 1 Desember 2006.

PASAL 4
LAPORAN

1. PIHAK KEDUA menyampaikan 4(empat) Laporan akhir Kegiatan Penelitian Pelaksanaan Penelitian kepada PIHAK PERTAMA sebanyak 12 (dua belas) eksemplar yang akan didistribusikan kepada:
 - 1) PIHAK PERTAMA sebanyak 3 (tiga) laporan, masing-masing 1 (satu) asij dan 2 (dua) copy.
 - 2) Lembaga Penelitian sebanyak 4 (empat) laporan, masing-masing 1 (satu) eksemplar beserta artikel dan berkas lain yang diminta oleh LP UNIMED.
 - 3) Kantor Pelayanan dan Perbendaharaan Negara (KPPN) Medan sebanyak 1(satu) eksemplar.
 - 4) Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Kepada masyarakat (DP3M) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Depdiknas RI sebanyak 4 (empat) laporan, masing-masing 2(dua) eksemplar.
2. Sistematika Laporan Akhir Kegiatan Pelaksanaan Penelitian harus memenuhi ketentuan seperti yang ditetapkan dalam buku Panduan Pelaksanaan Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Edisi VI Tahun 2002 yang dikeluarkan oleh DP3M Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Depdiknas RI.
3. Bersamaan dengan Laporan Akhir Pelaksanaan, PIHAK KEDUA juga menyampaikan Ringkasan Hasil Kegiatan dan artikel ilmiah.
4. Bukti pengeluaran menjadi arsip pada PIHAK KEDUA.

PASAL 5
SANKSI

Apabila PIHAK KEDUA dalam melaksanakan kegiatan seperti tercantum pada pasal 1, mengalami keterlambatan dalam penyelesaian laporan hasil kegiatan, maka PIHAK KEDUA dikenakan sanksi :

1. Denda sebesar 1⁰/₀₀ perhari dengan maksimum denda sebesar 5 % dari nilai Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK).
2. Tidak akan diikutsertakan dalam pelaksanaan kegiatan berikutnya.
3. PIHAK KEDUA akan dikenakan sanksi administrasi oleh Kuasa Pengguna Anggaran UNIMED.

PASAL 6

Surat Perintah Mulai Kerja ini dibuat rangkap 6 (enam) dengan ketentuan sebagai berikut :

- 2 (dua) lembar pada : Administrasi Umum UNIMED
- 1 (satu) lembar pada : Penanggungjawab Kegiatan
- 3 (tiga) lembar pada : Kantor Pelayanan dan Perbendaharaan Negara (KPPN) Medan.

Pihak Kedua :
Ketua Pelaksana,



Prof. Dr. H. Abdul Muin Sibuea, M.Pd.
NIP 130 935 473

Pihak Pertama :
Pejabat Pembuat Komitmen/
Kuasa Penanggungjawab Kegiatan (5584)



Drs Evendi Ritonga, M.Pd.
NIP 131 272 205



UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
(STATE UNIVERSITY OF MEDAN)
LEMBAGA PENELITIAN
(RESEARCH INSTITUTE)

Jl. Willem Iskander, Pasar V Kotak Pos No. 1589 - Medan 20221, Telp. (061) 6638757 - 6613365, Psw. 228 Fax. (061) 6614002, 6613319
E-mail: ipunimed@indo.net.id

Nomor : 055/J.39.7/PL/2006
Lamp. :
Hal : Penelitian Dana Rutin 2006

03 Juli 2006

Kepada : Yth, Sdr. 1. Dekan FBS 3. Dekan FT 5. Dekan FIK
2. Dekan FIS 4. Dekan FMIPA 6. Dekan FE
masing-masing di lingkungan Unimed

Dengan hormat bersama ini, kami sampaikan kepada Saudara Usulan Penelitian Dana Rutin Yang dapat diterima/ditaksanakan TA. 2006 sbb :

| No. | Nama/Peneliti | Fakultas |
|------|---|----------|
| I. | Bidang Pendidikan, Keolahragaan dan Kesehatan | |
| 1. | Drs. Baharuddin ST, M.Pd | |
| 2. | Ahmad Sahat Perdamean, S.Pd | FT |
| 2. | Drs. Ajat Sudrajat, M.Si | FBS |
| 4. | Drs. Azar Kasim Nst, M.Hum | MIPA |
| 5. | Drs. Zulfan Heri, M.Pd | FBS |
| 6. | Doris Apriani Ritonga, S.Pd | FIK |
| | | FYK |
| II. | Bidang Penelitian Humaniora (Sosial, Ekonomi & Bahasa dan Seni) | |
| 1. | Ir. Meuthia Fadilla, M.Eng, Sc | FT |
| 2. | Arfan Ihksan, SE, M.Si | FE |
| 3. | Dra. Armaini Rambe, M.Si | FT |
| 4. | Azizul Khelid, SE, M.Si | FE |
| 5. | Dra. Ratih Baiduri, M.Si | FIS |
| 6. | OK. Sofyan Hidayat, SE, AK | FE |
| III. | Bidang Penelitian Sains, Teknologi dan Rekayasa | |
| 1. | Nahesson Hotmarama Panjaitan, ST, MT | |
| 2. | Dra. Ani Sutiani, M.Si | FT |
| 3. | Drs. Mufti Subdibyo, M.Si | FMIPA |
| 4. | Dra. Marlinda Nilamsari Rangkuti, M.Si | FMIPA |
| | | FMIPA |



UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
(STATE UNIVERSITY OF MEDAN)
LEMBAGA PENELITIAN
(RESEARCH INSTITUTE)

Militer Iskandar, Pasar V Kotak Pos No. 1589 - Medan 20221, Telp. (061) 6636757 - 6613365, Psw. 228 Fax. (061) 6614002, 6613319
E-mail: lpunimed@indo.net.id

| | | |
|----|--|----------|
| 5. | Agus Kembaren, M.Si | FMIPA |
| 6. | Dra. Sati Velensia Hutabarat | FMIPA |
| IV | Bidang Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dan Penelitian Peningkatan Kualitas Pembelajaran (PPKP) | Fakultas |
| 1. | Dra. Marnala Tobing, M.Pd | FT |
| 2. | Rugaya, S.Si, M.Si | FMIPA |
| 3. | Mulyono, S.Si, M.Si | FMIPA |
| 4. | Marwan Affandi, ST | FT |
| 5. | Dra. Nancy Sinambela | FT |
| 6. | Dra. Karya Sinulingga, M.Si | FMIPA |

Untuk kelancaran proses Pelaksanaan Penelitian tersebut ada beberapa hal yang perlu diperhatikan :

- Tidak ada satu pun anggota peneliti yang sama dengan peneliti yang lain walaupun antar Fakultas.
- Perbaikan anggota peneliti diberikan kesempatan dari tanggal 7-10 Juli 2006 (Diharap Ketua peneliti menghubungi LP Unimed).
- Penelitian mulai dari tanggal pengumuman ini diumumkan.
- Laporan akhir penelitian di kumpulkan terakhir pada tanggal 24 November 2006.
- Seminar hasil Penelitian akan diadakan pada tanggal 28 s/d 30 November 2006.
- Laporan akhir penelitian harus sudah masuk di Lembaga Penelitian Unimed paling lambat tanggal 8 Desember 2006.
- Apabila ada hal-hal yang belum jelas dapat menghubungi Lembaga Penelitian pada setiap hari jam kerja.

Sehubungan hal tersebut kami mohon bantuan Saudara untuk menyampaikan informasi ini kepada Dosen./Peneliti di lingkungan Kerja Saudara. Atas kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.



Dr. H. Abdul Muin Sibuea, M.Pd

LP NIP. 330935473