

EKSTRAKSI ION Cr(III) DENGAN TEKNIK MEMBRAN CAIR EMULSI MENGGUNAKAN ASAM STEARAT SEBAGAI PENGOMPLEKS

SKRIPSI

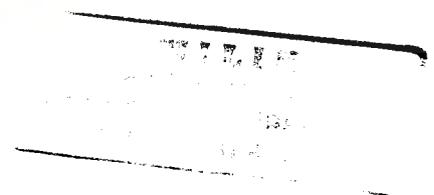
MPK 21/06

Ang
e

VINNY ALIVIE ANGGARSARI



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2006**



**EKSTRAKSI ION Cr(III) DENGAN TEKNIK MEMBRAN
CAIR EMULSI MENGGUNAKAN ASAM STEARAT
SEBAGAI PENGOMPLEKS**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Kimia pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Airlangga
Surabaya**

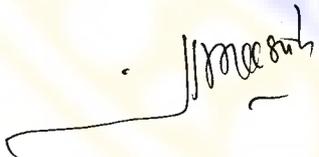
Oleh :

VINNY ALIVIE ANGGARSARI
NIM : 080212462

Tanggal Lulus : 5 Mei 2006

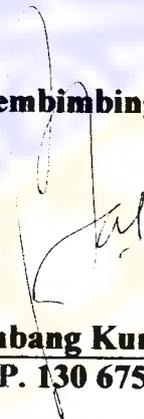
Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Dra. Miratul Khasanah, M.Si
NIP. 131 999 646

Pembimbing II,



Drs. Bambang Kurniadi, Apt
NIP. 130 675 602

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Ekstraksi Ion Cr(III) dengan Teknik Membran Cair Emulsi
Menggunakan Asam Stearat sebagai Pengompleks
Penyusun : Vinny Alivie Anggarsari
NIM : 080212462
Tanggal Ujian : 5 Mei 2006

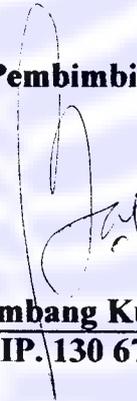
Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Dra. Miratul Khasanah, M.Si
NIP. 131 999 646

Pembimbing II,



Drs. Bambang Kurniadi, Apt
NIP. 130 675 602

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia
FMIPA Universitas Airlangga,

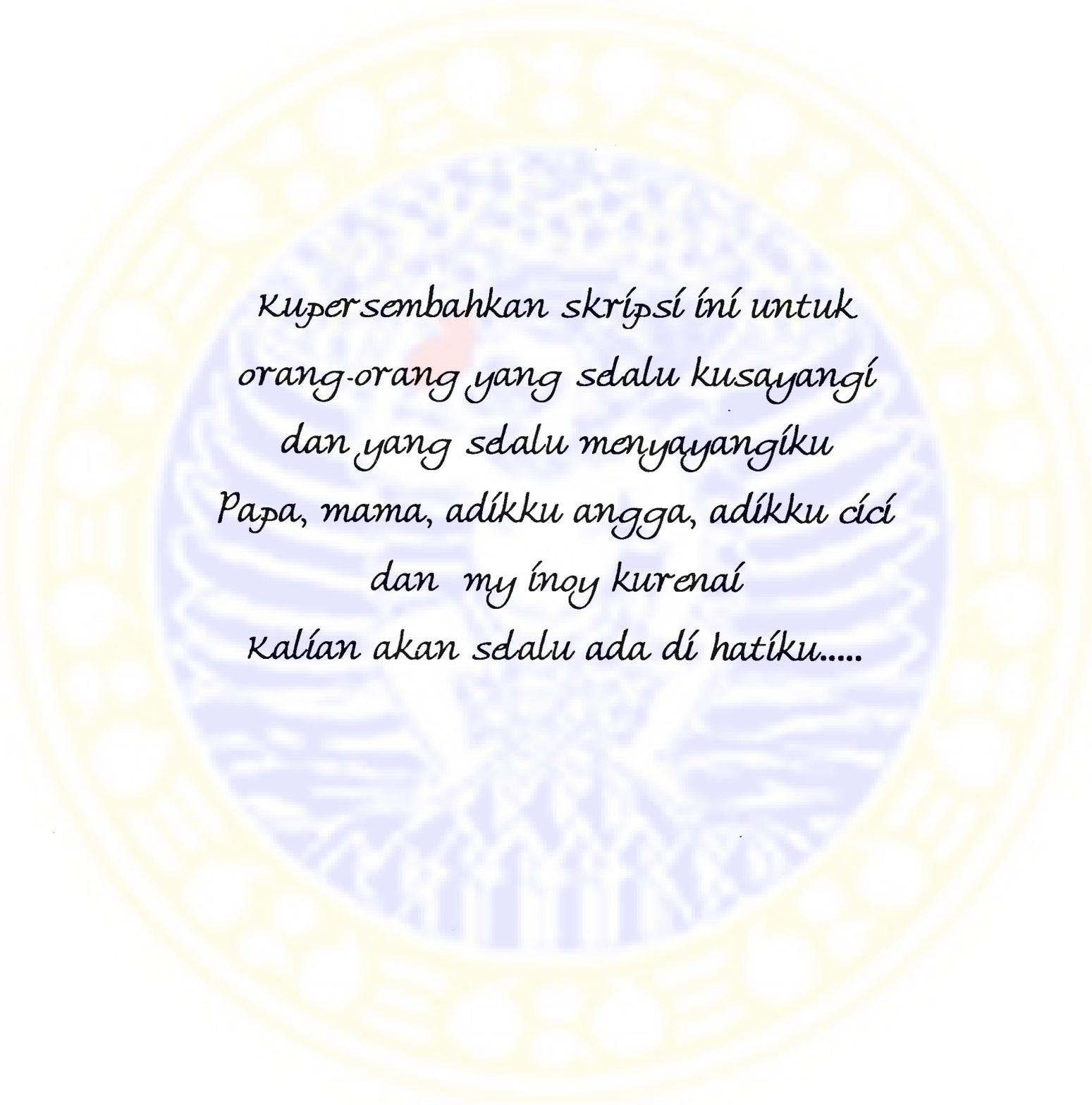


Dra. Eptik Srie Tjahjandarie, Ph.D.
NIP. 131 801 627

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seijin penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.



*Kupersembahkan skripsi ini untuk
orang-orang yang selalu kusayangí
dan yang selalu menyayangiku
Papa, mama, adíkkú angga, adíkkú cící
dan my ínoy kurenáí
Kalian akan selalu ada dí hatíku.....*

DO'A SEORANG AYAH

Tuhanku,

Jadikanlah anakku seorang yang tahu akan adanya Engkau
dan mengenal bahwa diri-Mu lah dasar segala pengetahuan
Bimbinglah ia di jalan yang penuh tantangan dan kesukaran
agar ia tegar hati dan perkasa

Ajarilah ia supaya sanggup berdiri di tengah badai
dan mengasahi mereka yang tidak berhasil

Tuhanku,

Bentuklah anakku menjadi seorang yang cukup kuat
untuk mengetahui kelemahan dirinya

Berani menghadapi hatinya manakala ia takut
Seorang yang tabah dan tidak tunduk pada sosial kekalahan
Yang tulus, rendah hati dan penyantun pada sosial kemenangan

Tuhanku,

Bentuklah anakku menjadi seorang yang bercita-cita luhur
berhati suci, sanggup memerintah dirinya
sebelum ia berhasrat untuk memimpin orang lain
Mengejar masa depan tanpa melupakan masa lalu
setelah itu membentuk dirinya

Tuhanku,

Karunialah ia dengan rasa humor
agar ia dapat serius dengan tidak berlebihan
Berilah ia kejujuran, kerendahan hati, kesederhanaan
dan kesabaran dari semua keagungan-Mu

Jika semua itu telah terjadi

Berilah aku berbisik

" Tak sia-sia aku hidup sebagai Ayahnya "

Mac Arthur

Tak ada insan yang memiliki
1000 kelebihan tanpa 1 kekurangan
juga

Tak ada insan yang memiliki
1000 kekurangan tanpa 1 kelebihan

Kemenangan bukanlah sesuatu
yang datang tiba-tiba
tapi

Sebuah pencapaian yang perlu
perencanaan yang matang

Kesuksesan bukanlah suatu tujuan
tapi

Suatu proses kemenangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur yang sedalam – sedalamnya penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat, rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Ekstraksi Ion Cr(III) dengan Teknik Membran Cair Emulsi Menggunakan Asam Stearat sebagai Pengompleks”

Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan atas Nabi Besar Muhammad SAW, pemimpin serta panutan, yang senantiasa sebagai inspirator serta pendorong segala gerak langkah penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Papa, mama, adikku dan seluruh keluargaku tercinta yang telah memberikan kasih sayang, kepercayaan dan dukungan baik moral maupun material.
2. Dra. Tjitjik Srie Tjahjandarie, Ph. D. selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga.
3. Dra. Miratul Khasanah, M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran dan nasehat dalam penulisan skripsi ini.
4. Drs. Bambang Kurniadi, Apt selaku Dosen Pembimbing II yang telah sabar memberikan bimbingan dan masukan dalam penulisan skripsi ini.
5. Drs. Joesoef Syah, M. Si selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan saran dan nasehat kepada penulis.
6. Staf pengajar Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga yang telah memberikan ilmu kepada penulis.

7. Staf laboratorium Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga yang telah banyak memberikan bantuan dan semangat dalam penulisan skripsi ini.
8. Keluarga besar Harsojo yang telah banyak memberikan dukungan dan do'a kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
9. Nang-ku "*inoy kurenai*" yang tiada henti-hentinya memberikan dukungan, semangat dan kasih sayang kepada penulis.
10. Sahabat-sahabatku *leli, nora, icha, adjo dan indra*
11. Teman-teman kost Ketabar III C no. 1 A *mba' ade, mba' komang, mba' pepi, wulan, lina, komang kecil dan mas ujang.*
12. Teman-teman kimia angkatan 2002 *iden, ndonk, yunuz, ririn, dee, joe, nyom, shanty, wiwik, seno, imel, roy, elly, alfa, haning, efi, masitah, nia, rani, widi dj, ratih, anna, rochma, widi upi, silvy, nuri, amel, dia, uul, uus, rathniel, ranma ½, pitra, hani, saentul dan alex.*
13. Teman-teman kimia angkatan 2000, 2001, 2003, 2004 dan 2005.
14. Semua pihak yang telah berperan dan membantu dalam penulisan skripsi ini.

Akhir kata penulis mengharapkan, semoga skripsi ini dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan jurusan kimia pada khususnya.

Surabaya, Mei 2006
Penyusun

Vinny Alivie Anggarsari

Vinny Alivie Anggarsari, 2006. Ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks. Skripsi di bawah bimbingan Dra. Miratul Khasanah, M. Si dan Drs. Bambang Kurniadi, Apt., Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga, Surabaya

ABSTRAK

Telah dilakukan ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks. Fasa membran terdiri dari SPAN-80 sebagai surfaktan, asam stearat sebagai zat pengompleks dan parafin cair sebagai pelarut. Fasa internalnya adalah H_2SO_4 1 M dan fasa eksternalnya adalah larutan ion Cr(III). Emulsi dibuat dengan cara mencampurkan fasa internal dan fasa membran dengan perbandingan volume 3 : 4 dan kecepatan pengadukan 1800 rpm selama 7 menit. Kondisi optimum yang diperoleh untuk mengekstraksi ion Cr(III) menggunakan asam stearat sebagai pengompleks dengan teknik membran cair emulsi meliputi waktu ekstraksi selama 5 menit, perbandingan volume fasa emulsi dengan volume fasa eksternal 1 : 5 dan kecepatan pengadukan 900 rpm. Ion Cr(III) pada konsentrasi 50 ppm hingga 800 ppm dapat diekstraksi menggunakan kondisi optimum tersebut dengan efisiensi ekstraksi sebesar 61,42 % hingga 72,74 %.

Kata kunci : ekstraksi, ion Cr(III), membran cair emulsi, asam stearat.

Vinny Alivie Anggarsari, 2006. Extraction of chrom (III) ion with emulsion liquid membrane technique using stearic acid as complexing agent. Final project was under guidance Dra. Miratul Khasanah, M. Si and Drs. Bambang Kurniadi, Apt., Chemistry Department, Mathematic and Natural Science Faculty, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Extraction of chrom (III) ion with emulsion liquid membrane technique using stearic acid as complexing agent has been studied. The membrane phase consist of SPAN-80 as surfactant, stearic acid as complexing agent and liquid paraffin as solvent. The internal phase was H_2SO_4 1 M and the external phase was chrom (III) ion solution. The emulsion was made by mixing internal phase and membrane phase with ratio of volume 3 : 4 and speed of stirrer was 1800 rpm in 7 minutes. The optimum condition which obtained was used to extract chrom (III) ion using stearic acid as complexing agent with emulsion liquid membrane technique consist of time of extraction 5 minutes, the ratio of emulsion phase's volume and external phase's volume was 1 : 5 and speed of stirrer was 900 rpm. Chrom (III) ion at 50 ppm until 800 ppm was extracted using those optimum conditions with extraction efficiency ranging from 61,42 % until 72,74 %.

Key words : extraction, chrom (III) ion, emulsion liquid membrane, stearic acid.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Membran Cair.....	6
2.1.1 Membran cair emulsi.....	7
2.1.2 Kestabilan emulsi.....	8
2.2 Mekanisme Pemisahan dengan Teknik Membran Cair Emulsi..	10
2.2.1 Permeasi selektif.....	11
2.2.2 Reaksi kimia dalam fasa internal.....	11
2.2.3 Reaksi kimia dalam membran cair.....	12
2.3 Pemisahan Ion Logam dengan Ekstraksi Pelarut dan Membran Cair Emulsi.....	14
2.4 Logam Kromium (Cr).....	15
2.4.1 Sumber kromium.....	17
2.4.2 Pengaruh kromium pada manusia.....	18
2.5 Asam Stearat.....	19
2.6 Surfaktan SPAN-80.....	19
2.7 Ekstraksi Ion Cr(III) dengan Teknik Membran Cair Emulsi Menggunakan Pengompleks Asam Stearat.....	20
2.8 Efisiensi Ekstraksi Ion Logam dengan Teknik Membran Cair Emulsi.....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	23
3.2.1 Alat-alat penelitian.....	23
3.2.2 Bahan-bahan penelitian.....	23

3.3 Pembuatan Larutan.....	24
3.3.1 Pembuatan larutan natrium asetat 2M.....	24
3.3.2 Pembuatan larutan asam asetat 2M.....	24
3.3.3 Pembuatan larutan buffer asetat dengan pH 5,75.....	24
3.3.4 Pembuatan larutan H ₂ SO ₄ 1M.....	24
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.5 Prosedur Penelitian.....	26
3.5.1 Pembuatan emulsi.....	26
3.5.2 Pembuatan kurva baku ion Cr(III).....	26
3.5.3 Ekstraksi ion Cr(III) dalam larutan dengan teknik membran cair emulsi.....	26
3.5.4 Penetapan efisiensi ekstraksi ion Cr(III) dalam larutan dengan teknik membran cair emulsi.....	27
3.5.5 Penentuan kondisi optimum ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi.....	28
3.5.5.1 Pengaruh waktu ekstraksi terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III).....	28
3.5.5.2 Pengaruh perbandingan volume emulsi (V _E) dengan volume fasa eksternal (V _A) terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III).....	28
3.5.5.3 Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr (III).....	28
3.5.6 Pengaruh konsentrasi larutan Cr(III) terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III).....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Pembuatan Emulsi.....	30
4.2 Pembuatan kurva Baku Ion Cr(III).....	32
4.3 Penentuan Kondisi Optimum Ekstraksi Ion Cr(III) Dengan Teknik Membran Cair Emulsi.....	33
4.3.1 Pengaruh waktu ekstraksi terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III).....	34
4.3.2 Pengaruh perbandingan fasa emulsi (V _E) dengan volume fasa eksternal (V _A) terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III).....	36
4.3.3 Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III).....	38
4.3.4 Pengaruh konsentrasi larutan Cr(III) terhadap efisiensi ekstraksi.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul tabel	Halaman
2.1	Baku mutu limbah cair krom untuk masing-masing industri.....	18
4.1	Data absorbansi ion Cr(III).....	33
4.2	Data hasil optimasi waktu ekstraksi.....	35
4.3	Data hasil optimasi perbandingan $V_E : V_A$	37
4.4	Data hasil optimasi kecepatan pengadukan.....	39
4.5	Data pengaruh konsentrasi larutan Cr(III).....	42

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
1a	Membran cair emulsi.....	6
1b	Membran cair yang tidak bergerak.....	7
2	Dispersi emulsi membran cair.....	8
3	Bagan molekul surfaktan.....	9
4a	Surfaktan dalam emulsi w/o.....	10
4b	Surfaktan dalam emulsi o/w.....	10
5	Mekanisme pemisahan permeasi selektif campuran senyawa A dan B.....	11
6	Mekanisme reaksi kimia dalam fasa internal.....	12
7	Mekanisme reaksi kimia dalam membran cair.....	13
8	Struktur asam stearat.....	19
9	Struktur SPAN-80.....	20
10	Pemisahan ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi.....	21
11	Kurva baku larutan standar Cr(III).....	33
12	Kurva hubungan waktu ekstraksi dan efisiensi ekstraksi.....	35
13	Kurva hubungan perbandingan $V_E : V_A$ dan efisiensi ekstraksi.....	37
14	Kurva hubungan kecepatan pengadukan dan efisiensi ekstraksi.....	39
15	Kurva hubungan pengaruh konsentrasi larutan Cr(III) dan efisiensi ekstraksi.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul lampiran
1	Data absorbansi larutan standar Cr(III)
2	Data penentuan kondisi optimum waktu ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks
3	Data penentuan kondisi optimum perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dan volume fasa eksternal (V_A) dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks
4	Data penentuan kondisi optimum kecepatan pengadukan dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks
5	Data pengaruh konsentrasi ion Cr(III) terhadap efisiensi ekstraksi dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks

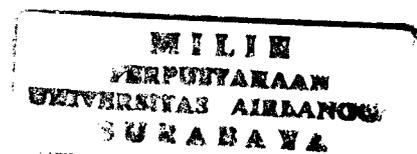
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Perkembangan dan pertumbuhan industri yang semakin pesat dapat menimbulkan dampak positif maupun dampak negatif. Salah satu dampak positif yang dapat ditimbulkan adalah meningkatnya taraf hidup masyarakat. Sedangkan dampak negatifnya antara lain adalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh hasil buangan dari kegiatan industri yang disebut limbah. Limbah tersebut dapat berbentuk padatan, cairan maupun gas. Limbah ini jika dibuang langsung tanpa pengolahan yang baik berpeluang mencemari lingkungan sehingga dapat mengganggu kesehatan penduduk di sekitarnya.

Salah satu limbah industri yang dapat mencemari lingkungan adalah limbah yang mengandung logam berat. Logam berat yang dapat mencemari lingkungan antara lain adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), kadmium (Cd), tembaga (Cu), dan krom (Cr). Logam krom (Cr) banyak digunakan dalam industri elektroplating. Dalam lingkungan air ambang batas logam krom adalah 0,5 ppm (Jorgensen dan Johnsen, 1989). Krom di perairan berupa krom (III) dan (VI) merupakan racun berbahaya bagi kehidupan organisme bila kadar krom melebihi batas toleransi. Bila air dan organisme yang tercemari krom tersebut dikonsumsi oleh manusia, maka logam krom akan terakumulasi dalam jaringan tubuh manusia. Akumulasi krom dalam jaringan tubuh manusia akan menimbulkan efek racun berupa kanker paru-paru, *ulkus* pada saluran hidung dan kulit, reaksi



hipersensitivitas pada kulit dan secara akut dapat menginduksi *nekrosis tubulus* ginjal (Lu, 1995).

Proses pengolahan limbah logam berat dapat dilakukan melalui beberapa cara antara lain cara pertukaran ion, pengendapan, pemisahan dengan membran, dan ekstraksi pelarut (Bintarti, 1999). Pengolahan limbah dengan cara ekstraksi dapat dilakukan dengan cara ekstraksi pelarut, ekstraksi dengan membran padat dan ekstraksi dengan membran cair emulsi.

Ekstraksi membran cair emulsi melibatkan tiga macam fasa. Fasa pertama adalah fasa tempat zat-zat yang akan dipisahkan terlarut yang disebut sebagai fasa eksternal. Fasa kedua adalah fasa yang mengandung zat pengompleks (fasa membran), sedangkan fasa ketiga adalah larutan pembebas yang berfungsi untuk menarik kembali zat-zat yang terekstraksi. Fasa ketiga ini disebut fasa internal. Pemisahan dengan teknik membran cair emulsi lebih efisien bila dibandingkan pemisahan dengan teknik ekstraksi pelarut. Hal ini disebabkan karena pada teknik ekstraksi pelarut, ekstraksi berlangsung dalam dua tahap yaitu proses ekstraksi dan ekstraksi balik. Sedangkan pada proses teknik membran cair emulsi, ekstraksi berlangsung secara simultan dan berkesinambungan dalam satu proses ekstraksi, sehingga waktu, tenaga dan biaya yang diperlukan lebih sedikit.

Teknik membran cair emulsi untuk pemisahan pertama kali diperkenalkan oleh N.N. Li pada tahun 1968 untuk mengekstraksi senyawa fenol dalam limbah cair. Boyadziev dan Kyuchoukov (1980) telah melakukan ekstraksi ion logam Zn(II), Cu(II), Cd(II) dan Pb(II) dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam lemak dengan jumlah atom karbon antara 14 sampai 20

sebagai zat pengompleks, kerosin sebagai fasa membran, SPAN-80 sebagai surfaktan dan asam sulfat sebagai fasa internal.

Sistem membran cair emulsi dibedakan atas sistem air dalam minyak atau *water in oil* (w/o) dan sistem minyak dalam air atau *oil in water* (o/w). Pada sistem w/o, pemindahan materi berlangsung dari fasa eksternal yang larut dalam air ke fasa internal yang juga larut dalam air. Pada sistem o/w, pemindahan materi berlangsung dari fasa eksternal yang larut dalam minyak ke fasa internal yang juga larut dalam minyak (Buchari, 1997).

Indrayanto (2005) telah melakukan ekstraksi ion Cr(III) menggunakan teknik membran cair emulsi. Membran cair yang digunakan terdiri dari parafin cair sebagai pelarut, SPAN-80 sebagai surfaktan dan asam oleat sebagai zat pengompleks. Fasa internal yang digunakan adalah larutan asam sulfat 1 M. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh kondisi optimum ekstraksi ion Cr(III) yaitu perbandingan volume fasa emulsi (V_E) terhadap fasa eksternal (V_A) 1 : 5 dan kecepatan pengadukan 750 rpm selama 40 menit. Emulsi yang digunakan terbuat dari campuran antara fasa internal dan fasa membran dengan perbandingan volume 1 : 1 yang diaduk dengan kecepatan pengadukan 1800 rpm selama 25 menit. Efisiensi ekstraksi ion Cr(III) 100 ppm yang diperoleh adalah 71,17 %.

Saudah (2001) telah melakukan ekstraksi ion Cu(II) menggunakan teknik membran cair emulsi. Membran cair yang digunakan terdiri dari parafin cair sebagai pelarut, SPAN-80 sebagai surfaktan dan asam stearat sebagai zat pengompleks. Fasa internal yang digunakan adalah larutan asam sulfat 1 M. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh kondisi optimum ekstraksi ion Cu(II)

dengan perbandingan volume fasa emulsi (V_E) terhadap fasa eksternal (V_A) 1 : 5 dan kecepatan pengadukan 750 rpm selama 10 menit. Emulsi yang digunakan terbuat dari campuran antara fasa internal dan fasa membran dengan perbandingan volume 3 : 4 yang diaduk dengan kecepatan pengadukan 1800 rpm selama 7 menit. Efisiensi ekstraksi ion Cu(II) 100 ppm yang diperoleh adalah 85,85 %.

Pada penelitian ini akan dipelajari ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks. Sistem emulsi membran cair yang digunakan adalah sistem air dalam minyak atau *water in oil* (w/o), karena ion logam yang terdapat di dalam fasa eksternal larut dalam air. Pada penelitian ini kondisi ekstraksi ion Cr(III) menggunakan kondisi optimum ekstraksi ion Cu(II) hasil penelitian Saudah (2001).

Parameter yang akan dipelajari pada penelitian ini adalah kondisi optimum ekstraksi yang meliputi waktu ekstraksi, perbandingan volume emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) dan kecepatan pengadukan. Penentuan kondisi optimum untuk masing-masing variabel dilakukan secara terpisah, kondisi optimum satu variabel digunakan untuk optimasi variabel lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah asam stearat dapat digunakan sebagai pengompleks untuk ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi ?

2. Bagaimanakah kondisi optimum ekstraksi yang meliputi waktu ekstraksi, perbandingan volume fasa emulsi (V_E) terhadap volume fasa eksternal (V_A) dan kecepatan pengadukan yang diperlukan untuk mengekstraksi ion Cr(III) agar diperoleh efisiensi ekstraksi optimum ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui apakah asam stearat dapat digunakan sebagai pengompleks untuk ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi
2. Menentukan kondisi optimum waktu ekstraksi, perbandingan volume fasa emulsi (V_E) terhadap volume fasa eksternal (V_A) dan kecepatan pengadukan yang diperlukan untuk mengekstraksi ion Cr (III) agar diperoleh efisiensi ekstraksi optimum

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi optimum ekstraksi dengan teknik membran cair emulsi agar dapat menjadi metode alternatif dalam proses pengolahan limbah yang mengandung krom (III) dengan cara efisien dan bernilai ekonomis tinggi.

BAB II

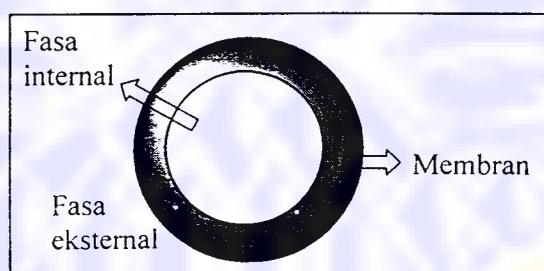
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Membran Cair

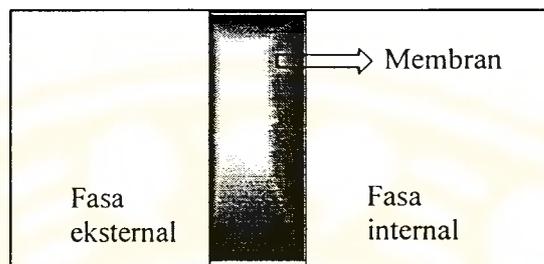
Membran cair adalah fasa yang terletak di antara fasa yang terbungkus di dalam emulsi (fasa internal) dan fasa kontinu (fasa eksternal). Fasa eksternal adalah tempat ion logam atau zat yang akan diekstraksi (ekstraktan) terlarut. Sedangkan fasa internal adalah tempat ion logam atau zat yang telah diekstraksi (ekstraktan) terkumpul (Cahn dan Li, 1976).

Membran cair yang terdiri dari lapisan cairan tipis pada umumnya dapat memisahkan dua campuran cairan atau gas dan juga dapat mengontrol transfer massa di antara kedua fasa tersebut (Bargeman, 1986).

Membran cair dibedakan menjadi dua tipe yaitu membran cair yang tidak bergerak dan membran cair emulsi. Adapun perbedaannya dapat dilihat berdasarkan skema berikut ini (Mulder, 1996).



Gambar 1a. Membran cair emulsi



Gambar 1b. Membran cair yang tidak bergerak

2.1.1 Membran Cair Emulsi

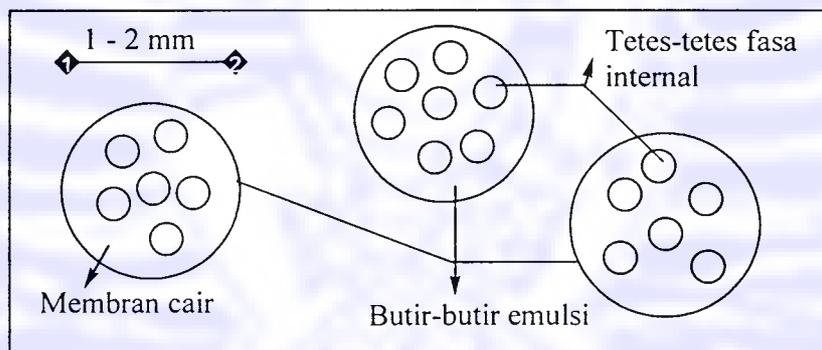
Teknik pemisahan dengan membran cair emulsi merupakan metode pemisahan dengan selektivitas tinggi untuk pemisahan senyawa organik, anorganik dan ion logam (Bargeman, 1986). Berbeda dengan ekstraksi pelarut konvensional, proses ekstraksi dan ekstraksi balik pada ekstraksi dengan membran cair emulsi berlangsung secara simultan dalam satu tahap. Metode ini diperkenalkan pertama kali oleh N. N. Li (1968), untuk pemisahan campuran senyawa aromatis dan hidrokarbon parafin (Bargeman, 1986).

Pada membran cair emulsi terdapat tiga macam fasa yaitu fasa eksternal, fasa membran dan fasa internal. Fasa eksternal merupakan tempat zat-zat yang akan dipisahkan (ekstraktan) terlarut. Fasa membran adalah fasa yang terdapat di antara fasa internal dan fasa eksternal yang di dalamnya terdapat surfaktan dan pelarut. Fasa internal adalah tempat zat-zat yang akan diekstraksi berkumpul dan di dalam fasa ini terdapat larutan pembebas (Mulder, 1996).

Membran cair dapat dibentuk dengan membuat emulsi dari dua fasa yang tidak saling larut, yaitu fasa membran dan fasa internal dengan cara pengadukan. Membran merupakan fasa yang terletak di antara fasa yang terbungkus dalam emulsi dan fasa eksternal. Dua fasa yang tidak saling larut menunjukkan karakter

hidrofil dan hidrofob. Terdapat dua kemungkinan yaitu fasa hidrofil terdispersi dalam fasa hidrofob atau fasa hidrofob terdispersi dalam fasa hidrofil (Voight, 1994).

Sistem emulsi pada membran cair dibedakan menjadi dua macam yaitu emulsi air dalam minyak atau *water in oil (w/o)* dan emulsi minyak dalam air atau *oil in water (o/w)*. Pada sistem *w/o*, fasa membrannya mempunyai kelarutan yang tinggi dalam fasa organik (minyak). Karena itu sistem ini digunakan untuk memisahkan materi dari fasa eksternal yang larut dalam air ke fasa internal yang larut dalam air juga. Pada sistem *o/w*, fasa membrannya larut dalam fasa air. Sehingga sistem ini dapat digunakan untuk memisahkan materi dari fasa eksternal yang larut dalam minyak ke fasa internal yang larut dalam minyak juga (Buchari, 1997). Hal ini dapat dijelaskan dengan gambar berikut.



Gambar 2. Dispersi emulsi membran cair

2.1.2 Kestabilan Emulsi

Agar dapat dipisahkan secara sempurna, butiran-butiran emulsi haruslah stabil walaupun dilakukan pengadukan ketika dikontakkan dengan fasa eksternalnya. Ukuran butiran emulsi bergantung pada sifat dan konsentrasi surfaktan dalam emulsi, viskositas emulsi, intensitas pengadukan dan lama

pengadukan. Ukuran butir emulsi yang ideal adalah antara 1 hingga 2 μm (Cahn dan Li, 1976). Membran emulsi dikatakan stabil apabila memiliki fasa membran yang tidak saling larut dengan fasa eksternal. Jadi, apabila pelarut yang digunakan pada fasa eksternal adalah air maka emulsi yang digunakan harus berjenis w/o. Sebaliknya apabila pelarut pada fasa eksternal adalah cairan organik maka emulsi yang digunakan harus berjenis o/w. Untuk mengatur kestabilan membran emulsi, ke dalam fasa membran tersebut ditambahkan surfaktan yang berfungsi sebagai kontrol kestabilan membran emulsi (Bargeman dan Smolders, 1986).

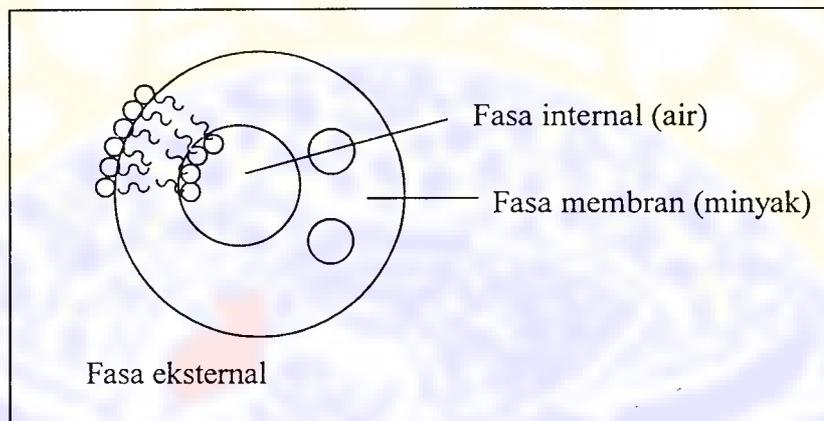
Surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai bagian kepala yang bersifat polar (hidrofilik) dan bagian ekor yang bersifat non polar (hidrofobik). Bagian yang polar akan berada pada fasa air dan bagian yang non polar akan berada pada fasa organik. Adapun skema surfaktan adalah sebagai berikut :



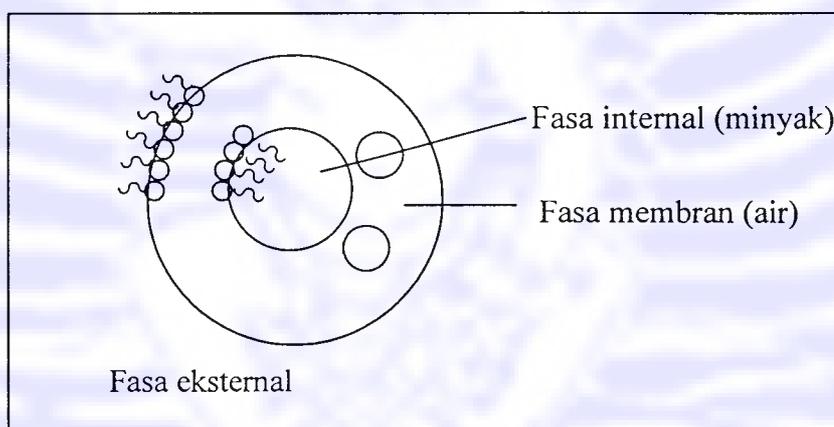
Gambar 3. Bagan Molekul Surfaktan

Surfaktan selalu lebih larut dalam fasa pendispersi daripada dalam fasa terdispersi. Oleh karena itu jika emulsinya berjenis o/w maka surfaktan yang digunakan harus lebih larut dalam air karena air adalah fasa pendispersi dan minyak adalah fasa terdispersi. Apabila emulsinya berjenis w/o maka surfaktan yang digunakan harus lebih larut dalam minyak karena minyak adalah fasa pendispersi dan air adalah fasa terdispersi. Sistem kesetimbangan hidrofilik lipofilik (KHL) dari surfaktan dapat digunakan untuk memilih pengemulsi atau

campuran pengemulsi. Umumnya surfaktan yang memiliki nilai KHL tinggi digunakan untuk emulsi o/w dan surfaktan yang memiliki nilai KHL yang rendah digunakan untuk emulsi w/o (Lachman, 1994).



Gambar 4a. Surfaktan dalam emulsi w/o



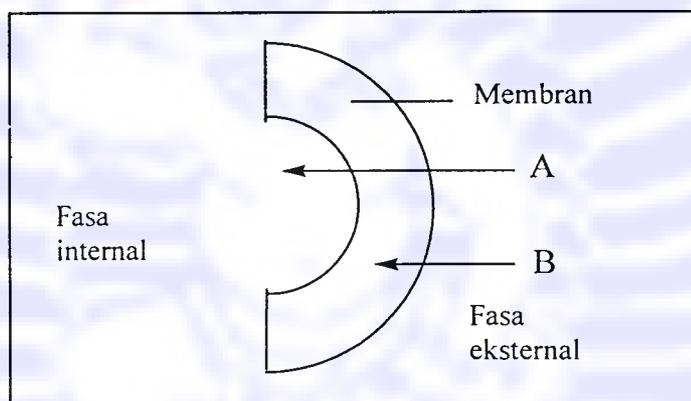
Gambar 4b. Surfaktan dalam emulsi o/w

2.2 Mekanisme Pemisahan dengan Teknik Membran Cair Emulsi

Mekanisme pemisahan menggunakan teknik membran cair emulsi digolongkan menjadi tiga macam, yaitu : permeasi selektif, reaksi kimia dalam fasa internal dan reaksi kimia dengan membran cair (Meyers, 1992).

2.2.1 Permeasi Selektif

Pada permeasi selektif, mekanisme pemisahannya didasarkan pada perbedaan laju permeasi antara senyawa-senyawa yang akan dipisahkan dengan menggunakan membran cair emulsi. Suatu senyawa yang mempunyai laju permeasi lebih besar (senyawa A) dibandingkan senyawa lain (senyawa B) maka pada akhir ekstraksi konsentrasi A dalam fasa internal akan lebih besar dibandingkan konsentrasi B. Cara ini dapat dijumpai pada saat pemisahan senyawa hidrokarbon (Meyers, 1992). Skema mekanisme pemisahan secara permeasi selektif antara campuran senyawa A dan B dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Mekanisme pemisahan permeasi selektif campuran senyawa A dan B

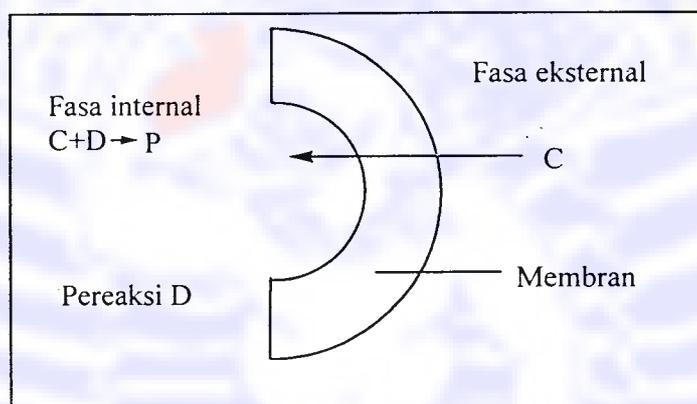
Keterangan :

A dan B adalah senyawa yang akan diekstraksi

2.2.2 Reaksi Kimia dalam Fasa Internal

Reaksi kimia dalam fasa internal terjadi karena adanya pereaksi yang larut dalam fasa internal. Reaksi ini akan mengubah senyawa-senyawa yang akan diekstraksi menjadi bentuk yang tidak permeabel dalam fasa membran, sehingga

dapat mencegah terjadinya ekstraksi balik. Pada pemisahan senyawa yang bersifat asam seperti fenol, H_2S dan HCN maka pereaksi yang digunakan berupa larutan basa. Sebaliknya untuk pemisahan senyawa yang bersifat basa seperti ammonia maka pereaksi yang digunakan berupa larutan asam. Mekanisme reaksi kimia dalam fasa internal dapat dilihat pada Gambar 6. Dimana senyawa C berdifusi ke dalam membran menuju fasa internal. Pada fasa internal senyawa ini akan bereaksi dengan pereaksi D membentuk senyawa P yang tidak permeabel.



Gambar 6. Mekanisme reaksi kimia dalam fasa internal

Keterangan :

C : zat yang akan diekstraksi

D : zat pembebas yang terlarut dalam fasa internal

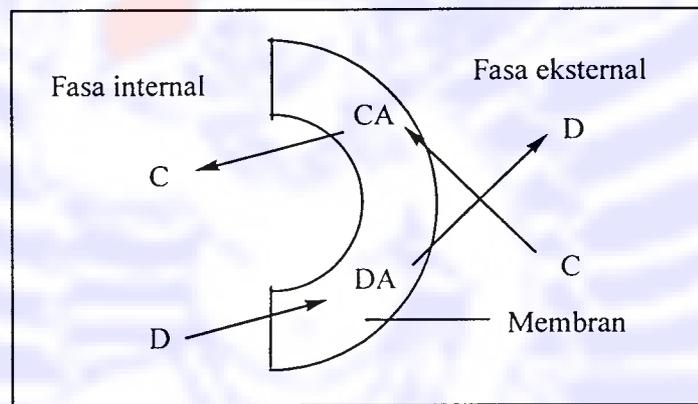
P : senyawa yang terbentuk antara zat yang akan diektraksi dengan zat pembebas

(Noviandri, 1992)

2.2.3 Reaksi Kimia dalam Membran Cair

Reaksi kimia dalam membran cair dapat terjadi karena adanya reaksi kimia antara ekstraktn dengan pereaksi yang dilarutkan dalam fasa membran.

Pada permukaan bagian luar membran, ion zat pengompleks (A) akan bereaksi dengan ekstraktan (C) membentuk kompleks logam yang larut dalam membran. Kemudian kompleks ini akan berdifusi ke dalam membran menuju fasa internal. Pada permukaan bagian dalam membran ekstraktan (C) akan dilepaskan dari senyawa kompleks dengan bantuan zat pembebas (D) ke dalam fasa internal. Kemudian zat pengompleks (DA) akan berdifusi kembali ke permukaan bagian luar membran membentuk kompleks baru. Adapun mekanismenya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Mekanisme reaksi kimia dalam membran cair

Keterangan :

C : zat yang akan diekstraksi

A : ion zat pengompleks atau zat pembawa

D : zat pembebas

(Noviandri, 1992)

Suatu senyawa dapat digunakan sebagai pengompleks bila memenuhi persyaratan sebagai berikut .

1. Harus dapat larut dalam membran.

2. Dapat mengkomplekskan kation dengan cukup kuat pada permukaan luar membran. Ikatan antara logam dan ligan tidak terlalu kuat agar kation mudah dilepas pada permukaan dalam membran.
3. Dapat berdifusi dengan cepat dalam membran.

2.3 Pemisahan Ion Logam dengan Ekstraksi Pelarut dan Membran Cair Emulsi

Pemisahan ion logam dari larutan dapat dilakukan dengan cara ekstraksi. Teknik pemisahan dengan cara ekstraksi dibedakan menjadi dua macam, yaitu ekstraksi pelarut dan ekstraksi dengan membran. Ekstraksi dengan membran digolongkan menjadi ekstraksi dengan membran padat dan membran cair. Teknik ekstraksi pelarut dan ekstraksi dengan membran cair emulsi memiliki kesamaan yaitu melibatkan tiga fasa, yaitu fasa air yang mengandung ion logam yang akan diekstraksi, fasa organik yang di dalamnya terdapat zat pengompleks dan fasa air yang di dalamnya terdapat larutan pembebas. Larutan pembebas ini berfungsi untuk menarik kembali ion-ion logam yang terekstraksi.

Pemisahan ion logam dengan teknik ekstraksi pelarut berlangsung dalam dua tahap. Tahap pertama adalah ekstraksi ion logam dalam fasa air dengan zat pengompleks dalam fasa organik sehingga terbentuk kompleks logam yang larut dalam fasa organik. Tahap kedua adalah penarikan kembali ion logam dari fasa organik menggunakan larutan pembebas sehingga diperoleh ion logam hasil ekstraksi dalam fasa air.

Pemisahan ion logam dengan teknik membran cair emulsi dilakukan dengan cara mendispersikan suatu emulsi ke dalam fasa eksternal melalui proses

pengadukan. Emulsi tersebut dibuat dengan cara mencampurkan fasa internal yang mengandung larutan pembebas ke dalam fasa organik yang mengandung zat pengompleks dan surfaktan. Pada proses ekstraksi, ion-ion logam akan bereaksi dengan zat pengompleks membentuk kompleks logam yang larut dalam fasa organik pada permukaan bagian luar membran. Kompleks tersebut kemudian berdifusi ke dalam membran. Pada permukaan bagian dalam membran, kompleks logam akan bereaksi dengan larutan pembebas sehingga ion logam akan dilepas ke dalam fasa internal. Zat pengompleks yang telah melepaskan ion logam akan bergerak kembali ke permukaan bagian luar membran untuk membentuk kompleks dengan ion logam lagi. Proses ekstraksi dan ekstraksi balik dengan teknik membran cair emulsi berlangsung secara simultan dalam satu tahap. Selain itu zat pengompleks dapat digunakan untuk mengekstraksi ion logam berulang kali dalam satu proses ekstraksi (Noviandri, 1992).

2.4 Logam Kromium (Cr)

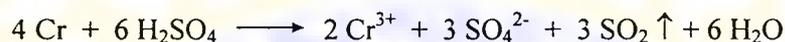
Sebagai salah satu unsur logam berat, kromium mempunyai nomor atom 24 dengan berat atom 51,990. Kromium adalah logam yang berupa kristalin putih, melebur pada suhu 1769 °C. Logam kromium larut dalam asam klorida pekat ataupun encer. Bila tidak terkena udara akan terbentuk ion-ion kromium(II) menurut reaksi :



Dengan adanya oksigen dari atmosfer, kromium akan teroksidasi menjadi kromium trivalen.



Sedangkan dalam asam sulfat pekat kromium mudah larut.



Dalam air, kromium membentuk tiga jenis ion yaitu kation-kation kromium(II), kromium(III) dan anion kromat maupun dikromat.

Ion kromium(II) diturunkan dari kromium(II) oksida, CrO. Ion ini membentuk larutan yang berwarna biru. Ion ini kurang stabil, karena merupakan zat pereduksi yang kuat.

Ion kromium(III) adalah ion yang stabil dan diturunkan dari dikromium trioksida, Cr₂O₃. Dalam larutan ion ini berwarna hijau atau lembayung. Dalam larutan hijau terdapat kompleks [Cr(H₂O)₅Cl]²⁺ atau [Cr(H₂O)₄Cl₂]⁺, sedangkan dalam larutan lembayung terdapat ion [Cr(H₂O)₆]³⁺ (Svehla, 1990).

Logam kromium tidak terdapat di alam dalam bentuk bebas, tetapi dalam bentuk oksidanya yaitu umumnya berupa kromit (FeO.Cr₂O₃) dan sedikit berbentuk crocoite (PbO.CrO₃) (Cotton dan Wilkinson, 1986). Kromium yang dijumpai selalu berupa campuran Cr(III) dan Cr(VI) dengan didominasi kandungan Cr(III) dalam bentuk Cr(OH)₃ dan Cr(VI) dalam bentuk CrO₄²⁻ atau HCrO₄⁻. Cr(III) lebih stabil dibandingkan dengan Cr(VI) pada kondisi netral dan asam, tetapi pada pH > 12 Cr(VI) lebih stabil.

2.4.1 Sumber Kromium

Sumber terbesar dari polutan kromium adalah berasal dari industri pelapisan logam, penyamakan kulit, tekstil, baterai, dan cat. Kromium banyak digunakan sebagai bahan pelapis pada bermacam-macam peralatan, mulai dari peralatan rumah tangga sampai ke mobil. Selain itu kromium dapat juga digunakan sebagai inhibitor korosi air pendingin dan pemanas (Browning, 1969).

Berdasarkan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.KEP-SI/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, disebutkan bahwa kegiatan industri mempunyai potensi menimbulkan pencemaran lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan pengendalian terhadap pembuangan limbah cair dengan menetapkan Baku Mutu Limbah Cair. Yang dimaksud dengan Baku Mutu Limbah Cair adalah batas maksimum limbah cair yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan. Sedangkan limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan.

Limbah kromium kebanyakan berada dalam bilangan oksidasi +6. Untuk setiap industri berdasarkan KEP-SI/MENLH/10/1995 diberlakukan batas kadar maksimum untuk berbagai parameter. Kadar maksimum limbah kromium untuk masing-masing industri dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Krom untuk masing-masing Industri

Industri	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum
Soda kaustik/khlor	0,5 ^a	1,5 ^a g/ton
Pelapisan logam	0,5 ^b	0,010 ^b g/m ²
	0,1 ^c	0,002 ^b g/m ²
Penyamakan kulit	0,6 ^d	0,024 ^d kg/ton
	0,10 ^e	0,004 ^e kg/ton
Tekstil	1 ^f	0,1 ^f kg/ton
		0,02 ^g kg/ton
		0,006 ^h kg/ton
Baterai kering	0,06 ⁱ	0,09 ⁱ mg/kg produk
Cat	0,2 ^j	0,1 ^j g/m ²

(Kusnoputranto, H., 1997)

Keterangan :

a, b, d, e, f, g, h, i : krom total

c, j : krom heksavalen

d : proses penyamakan kulit menggunakan krom

e : proses penyamakan kulit menggunakan daun-daunan

f : tekstil terpadu

g : pencelupan

h : pencetakan (printing)

i : baterai alkaline-mangan

2.4.2 Pengaruh Kromium pada Manusia

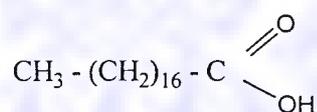
Ion Cr(VI) lebih beracun dan berbahaya dibandingkan dengan Cr(III) terhadap manusia maupun makhluk hidup lainnya (Liptak, 1974). Kromium dapat

menyebabkan kerusakan pada jaringan kulit apabila terkena permukaan kulit, terutama Cr(VI). Bila hal ini terulang lagi akan menyebabkan kulit menjadi sensitif dan akan menjadi alergi kulit.

Pengaruh toksik kromium sebagian besar terjadi pada pekerja industri penyepuhan krom. Debu dan hasil pembakaran dari proses kromium menyebabkan kerusakan kerongkongan dan paru-paru (Darmono, 1995). Kromium yang termakan dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan sehingga mengakibatkan pusing, mual, diare.

2.5 Asam Stearat

Asam stearat mempunyai nama lain asam oktadekanoat. Asam stearat merupakan asam lemak jenuh. Asam stearat mempunyai rumus molekul $C_{18}H_{36}O_2$ dengan berat molekul 284,47, mempunyai titik didih $383\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan titik leleh $67 - 70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Asam stearat tidak larut dalam air, 1 gram larut dalam 21 ml alkohol, 5 ml benzena, 2 ml kloroform, 20 ml aseton, 6 ml CCl_4 , atau 3,4 ml CS_2 (Stecher, 1980). Adapun struktur asam stearat adalah sebagai berikut.

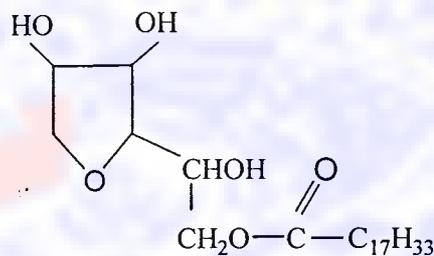


Gambar 8. Struktur Asam Stearat

2.6 Surfaktan SPAN-80

SPAN-80 dikenal dengan nama sorbitan monooleat mempunyai rumus molekul $C_{24}H_{44}O_6$. Senyawa ini tersusun dari campuran asam monooleat dan

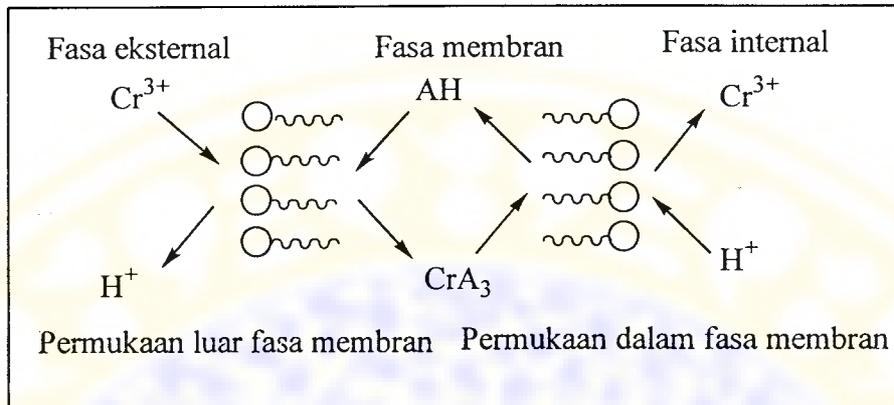
sorbitol. Pada suasana asam dan basa SPAN-80 mudah mengalami hidrolisis sebab senyawa ini tidak stabil (Nemeh, 1992). SPAN-80 mempunyai tegangan permukaan dalam air (1%) 3 dyne/cm, densitas 1,06-1,10 dan pada suhu 25 °C berbentuk cair (Stecher, 1980). SPAN-80 dengan harga KHL 4,3 termasuk senyawa yang tidak larut dalam air tetapi dapat terdispersi dalam minyak dan pelarut organik. Struktur molekul SPAN-80 adalah sebagai berikut :



Gambar 9. Struktur SPAN-80

2.7 Ekstraksi Ion Cr(III) dengan Teknik Membran Cair Emulsi Menggunakan Pengompleks Asam Stearat

Pada proses ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi digunakan asam sulfat 1 M sebagai fasa internal. Kemudian untuk fasa membran digunakan parafin cair, SPAN-80 sebagai surfaktan dan asam stearat sebagai zat pengompleks. Larutan yang mengandung ion Cr(III) berfungsi sebagai fasa eksternal. Kondisi ekstraksi ion Cr(III) menggunakan kondisi optimum ekstraksi ion Cu(II) hasil penelitian Saudah (2001).

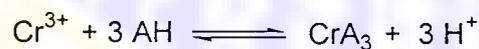


Gambar 10. Pemisahan ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi

Keterangan :

A : Ion zat pengompleks asam stearat

Pada permukaan bagian luar membran, ion Cr^{3+} akan bereaksi dengan ion pengompleks stearat (A) membentuk kompleks krom - stearat (CrA_3) yang larut dalam fasa membran. Kemudian kompleks krom - stearat (CrA_3) akan berdifusi ke bagian dalam membran, ion Cr^{3+} akan dilepaskan ke dalam fasa internal dengan bantuan larutan pembebas. Ion pengompleks (A) akan bereaksi dengan ion hidrogen membentuk AH, yang kemudian berdifusi ke bagian luar membran. Pada bagian luar membran ion hidrogen akan dilepaskan ke fasa eksternal dan ion stearat (A) akan bereaksi lagi dengan ion Cr^{3+} membentuk kompleks krom-stearat (CrA_3) yang baru. Pemisahan dengan teknik membran cair emulsi adalah proses pemisahan secara simultan dalam satu tahap dengan reaksi sebagai berikut :



2.8 Efisiensi Ekstraksi Ion Logam dengan Teknik Membran Cair Emulsi

Efisiensi ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\% E = \frac{[X]_B}{[X]_A} \times 100\%$$

Dengan :

E : Efisiensi ekstraksi ion logam Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi

[X]_A : Jumlah ion logam Cr(III) dalam fasa eksternal sebelum ekstraksi (ppm)

[X]_B : Jumlah ion logam Cr(III) dalam fasa internal, yaitu selisih antara jumlah ion logam Cr(III) dalam fasa eksternal sebelum dan sesudah ekstraksi (ppm)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga mulai bulan Februari 2006 sampai bulan April 2006.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat-alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Spektrometer Serapan Atom Varian AA 55 Series, pH meter Jenway 3040 *Ion Analyser*, motor pengaduk merk Eastern Stirrer model I yang dilengkapi pengaduk dan pengatur skala 0 sampai 100 (0 sampai 3000 rpm) merk Dayton type 3 PN1010, serta peralatan gelas yang biasa digunakan di laboratorium.

3.2.2 Bahan-bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berderajat kemurnian pro analisis (pa). Bahan-bahan tersebut adalah larutan *stock* Cr(III) 1000 ppm (dari Cr(NO₃)₃ sesuai dengan etiket), natrium asetat trihidrat, asam asetat glasial, asam stearat, asam sulfat 96%, SPAN-80, parafin cair dan akuades.

3.3 Pembuatan Larutan

3.3.1 Pembuatan larutan natrium asetat 2 M

Ditimbang 27,2 gram natrium asetat trihidrat ($\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$), kemudian dilarutkan dengan akuades dalam gelas beker sampai volume 100 ml.

3.3.2 Pembuatan larutan asam asetat 2 M

Dimasukkan 50 ml akuades dalam gelas beker dan ditambahkan 11,4 ml asam asetat glasial, kemudian diencerkan sampai volume 100 ml.

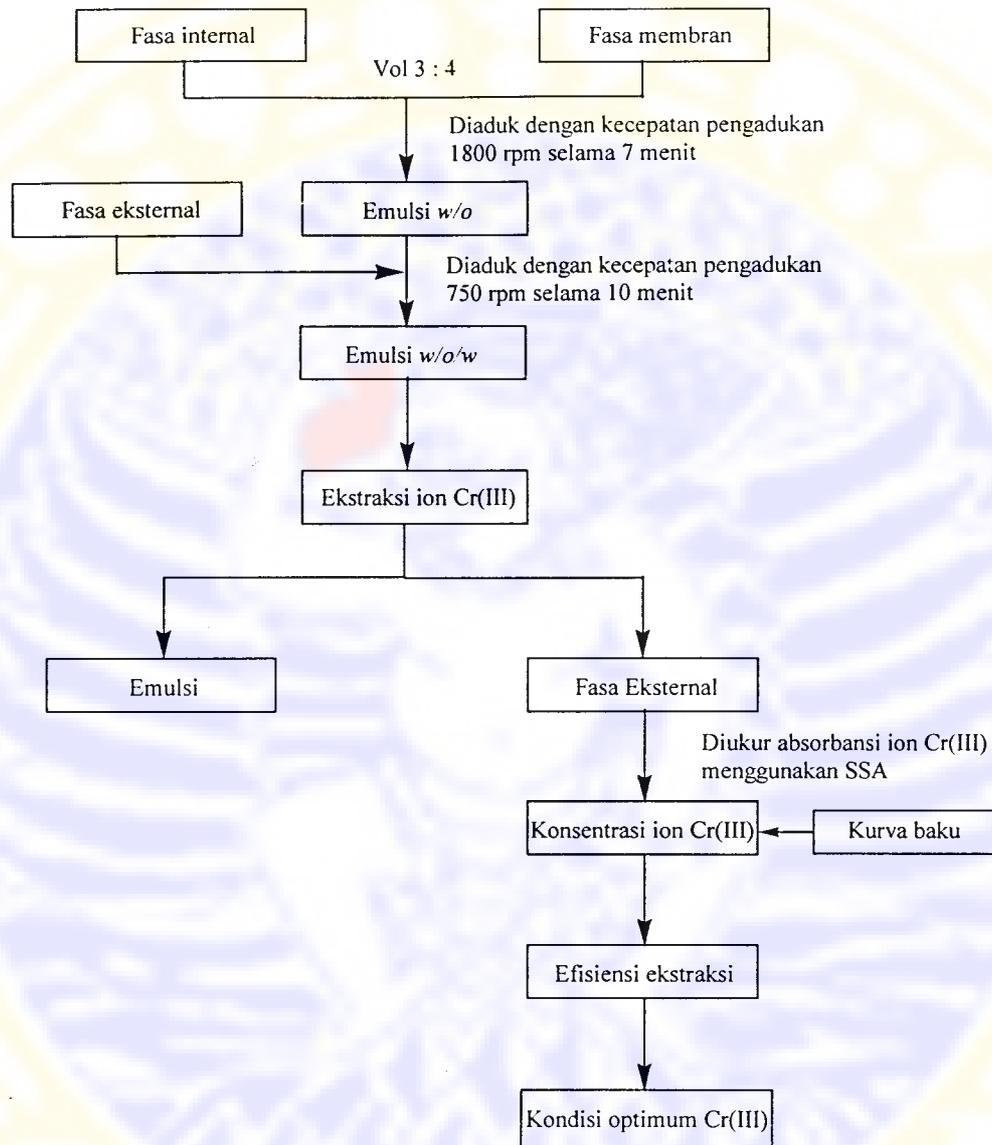
3.3.3 Pembuatan larutan buffer asetat dengan pH 5,75

Ke dalam 10 ml larutan asam asetat 2 M dimasukkan 98,4 ml larutan natrium asetat 2 M. Kemudian larutan diaduk sampai homogen, dan diukur pH-nya dengan pH meter.

3.3.4 Pembuatan larutan H_2SO_4 1 M

Dimasukkan 50 ml akuades ke dalam gelas beker dan ditambahkan 5,55 ml asam sulfat 96%. Kemudian diencerkan sampai volume 100 ml.

3.4 Diagram Alir Penelitian



3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan emulsi

Emulsi dibuat dengan cara mencampurkan fasa internal dan fasa membran dengan perbandingan volume 3 : 4. Fasa internal terdiri dari 38 ml larutan H_2SO_4 1 M, sedangkan fasa membran terdiri dari 41,5 ml parafin cair, 1 ml SPAN-80 dan 7,5 ml asam stearat. Campuran diaduk dengan kecepatan pengadukan 1800 rpm selama 7 menit (Saudah, 2001).

3.5.2 Pembuatan kurva baku ion Cr(III)

Dibuat sederetan larutan standar Cr(III) konsentrasi 25, 50, 75 dan 100 ppm dari larutan induk Cr(III) 1000 ppm dengan pH 5,75 dengan cara diambil 2,5; 5; 7,5 dan 10 ml larutan induk Cr(III) 1000 ppm kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan dengan 2 ml larutan buffer asetat. Setelah itu larutan tersebut diencerkan dengan akuades sampai tanda batas. Dilakukan pengukuran absorbansi untuk masing-masing larutan standar Cr(III) menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA). Dilakukan replikasi dua kali (duplo) untuk masing-masing larutan standar. Kemudian dibuat kurva hubungan antara absorbansi dan konsentrasi larutan Cr(III).

3.5.3 Ekstraksi ion Cr(III) dalam larutan dengan teknik membran cair emulsi

Ekstraksi dilakukan dengan cara mencampurkan sebanyak 30 ml emulsi dan 150 ml fasa eksternal sehingga perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dan volume fasa eksternal (V_A) 1 : 5, diaduk dengan kecepatan pengadukan 750 rpm selama 10 menit (Saudah, 2001). Konsentrasi ion Cr(III) sesudah ekstraksi

ditetapkan dengan Spektrometer Serapan Atom (SSA) menggunakan metode kurva baku dengan cara mengukur absorbansi ion Cr(III) dalam fasa eksternal sesudah ekstraksi. Absorbansi yang terukur diplotkan pada kurva baku Cr(III) yang telah dibuat sehingga konsentrasi ion Cr(III) dapat ditentukan.

3.5.4 Penetapan efisiensi ekstraksi ion Cr(III) dalam larutan dengan teknik membran cair emulsi

Efisiensi ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\% E = \frac{[X]_B}{[X]_A} \times 100\%$$

Dengan ketentuan :

E : Efisiensi ekstraksi ion logam Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi

[X]_A : Jumlah ion logam Cr(III) dalam fasa eksternal sebelum ekstraksi (ppm)

[X]_B : Jumlah ion logam Cr(III) dalam fasa internal, yaitu selisih antara jumlah ion logam Cr(III) dalam fasa eksternal sebelum dan sesudah ekstraksi (ppm)

Jika efisiensi ekstraksi ion Cr(III) dengan menggunakan kondisi optimum Saudah (2001) tidak memberikan hasil yang maksimal, maka perlu dilakukan penentuan kondisi optimum ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi.

3.5.5 Penentuan kondisi optimum ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi

Larutan ekstraksi yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 30 ml emulsi dan 150 ml larutan Cr(III) 100 ppm dengan pH 5,75 (Saudah, 2001).

3.5.5.1 Pengaruh waktu ekstraksi terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III)

Sebanyak 30 ml emulsi dicampur dengan 150 ml larutan ion Cr(III) diekstraksi dengan variasi waktu ekstraksi 3, 5, 10, 25, 30, 40 dan 60 menit. Kemudian dilakukan analisis larutan Cr(III) pada fasa eksternal dan dihitung nilai efisiensi ekstraksinya. Dibuat kurva hubungan antara waktu ekstraksi dengan nilai efisiensi ekstraksi. Dari kurva yang diperoleh ditetapkan waktu ekstraksi optimum.

3.5.5.2 Pengaruh perbandingan volume emulsi (V_E) dan volume fasa eksternal (V_A) terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III)

Ekstraksi dilakukan dengan cara mencampurkan emulsi sebanyak 30 ml dengan fasa eksternal menggunakan variasi perbandingan $V_E : V_A$ antara 1 : 3; 1 : 5; 1 : 7 dan 1 : 11. Kondisi optimum waktu ekstraksi yang telah dilakukan pada prosedur 3.4.5.1 digunakan dalam percobaan ini. Kemudian dilakukan analisis larutan Cr(III) pada fasa eksternal dan dihitung nilai efisiensi ekstraksinya. Dibuat kurva hubungan antara perbandingan $V_E : V_A$ dengan nilai efisiensi ekstraksi. Dari kurva yang diperoleh ditetapkan perbandingan $V_E : V_A$ optimum.

3.5.5.3 Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III)

Ekstraksi dilakukan dengan cara mencampurkan emulsi dengan fasa eksternal menggunakan variasi kecepatan pengadukan 750, 900, 1050 dan 1200

rpm. Kondisi optimum waktu ekstraksi dan perbandingan $V_E : V_A$ yang telah dilakukan pada prosedur 3.5.5.1 dan 3.5.5.2 digunakan dalam percobaan ini. Kemudian dilakukan analisis larutan Cr(III) pada fasa eksternal dan dihitung nilai efisiensi ekstraksinya. Dibuat kurva hubungan antara kecepatan pengadukan dengan nilai efisiensi ekstraksi. Dari kurva yang diperoleh ditetapkan kecepatan pengadukan optimum.

3.5.6 Pengaruh konsentrasi larutan Cr(III) terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III)

Emulsi yang telah dibuat dan kondisi optimum pada percobaan sebelumnya digunakan untuk ekstraksi larutan Cr(III) dengan variasi konsentrasi antara 50, 100, 200, 400, 600 dan 800 rpm. Kemudian dilakukan analisis larutan Cr(III) pada fasa eksternal dan dihitung nilai efisiensi ekstraksinya. Dibuat kurva hubungan antara konsentrasi larutan Cr(III) dengan nilai efisiensi ekstraksi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mempelajari ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks. Pada penelitian ini kondisi ekstraksi ion Cr(III) menggunakan kondisi optimum ekstraksi ion Cu(II) hasil penelitian Saudah (2001). Membran cair yang digunakan terdiri dari SPAN-80 sebagai surfaktan, asam stearat sebagai zat pengompleks dan parafin cair sebagai pelarut. Larutan pembebas (fasa internal) yang digunakan adalah larutan asam sulfat 1 M. Emulsi dibuat dengan cara mencampurkan fasa internal dan fasa membran dengan perbandingan volume 3 : 4 dengan kecepatan pengadukan 1800 rpm selama 7 menit. Ekstraksi dilakukan dengan cara mencampurkan fasa emulsi dan fasa eksternal dengan perbandingan volume 1 : 5 yang diaduk dengan kecepatan pengadukan 750 rpm selama 10 menit (Saudah, 2001).

4.1 Pembuatan Emulsi

Pembuatan emulsi dilakukan dengan cara mencampurkan fasa internal dan fasa membran dengan perbandingan volume 3 : 4. Fasa internalnya adalah larutan H₂SO₄ 1 M sebanyak 38 ml yang berfungsi sebagai larutan pembebas ion Cr(III) yang telah terekstraksi, sedangkan fasa membrannya terdiri dari 41,5 ml parafin cair, 1 ml SPAN-80 dan 7,5 ml asam stearat. Campuran tersebut diaduk dengan kecepatan pengadukan 1800 rpm selama 7 menit (Saudah, 2001). Emulsi yang

terbentuk berwarna putih kental dan berjenis *water in oil* (w/o). Oleh karena ion Cr(III) yang terdapat dalam fasa eksternal larut dalam air, maka pada penelitian ini dibuat emulsi berjenis *water in oil* (w/o).

Pada pembuatan emulsi jenis *water in oil* (w/o) perlu ditambahkan surfaktan yang memiliki nilai kesetimbangan hidrofilik lipofilik (KHL) 3-6. SPAN-80 merupakan surfaktan yang memiliki nilai KHL 4,3, sehingga dapat digunakan dalam pembuatan emulsi berjenis *water in oil* (w/o). Penambahan surfaktan dalam proses pembuatan emulsi bertujuan untuk menstabilkan emulsi yang terbentuk (Bargeman dan Smolders, 1986). Surfaktan menstabilkan emulsi dengan cara menurunkan tegangan permukaan air, dengan mematahkan ikatan hidrogen pada permukaan air, dengan cara menaruh bagian hidrofilik pada permukaan air dan bagian hidrofobik menjauhi permukaan air (Fessenden dan Fessenden, 1992).

Asam lemak yang dapat digunakan sebagai zat pengompleks adalah asam lemak yang memiliki jumlah atom karbon antara 14 sampai 20 buah (Boyadziev, 1980). Asam stearat merupakan asam lemak yang memiliki 18 buah atom karbon, sehingga asam stearat dimungkinkan dapat berfungsi sebagai zat pengompleks. Menurut Noviandri (1992), syarat pengompleks yang dapat digunakan sebagai zat pembawa adalah harus dapat larut dalam membran, dapat berdifusi dengan cepat dalam membran, dapat mengomplekskan kation dengan cukup kuat pada permukaan luar membran dan ikatan antara logam dengan pengompleks tidak terlalu kuat pada permukaan dalam membran agar kation dapat dilepaskan pada fasa internal.

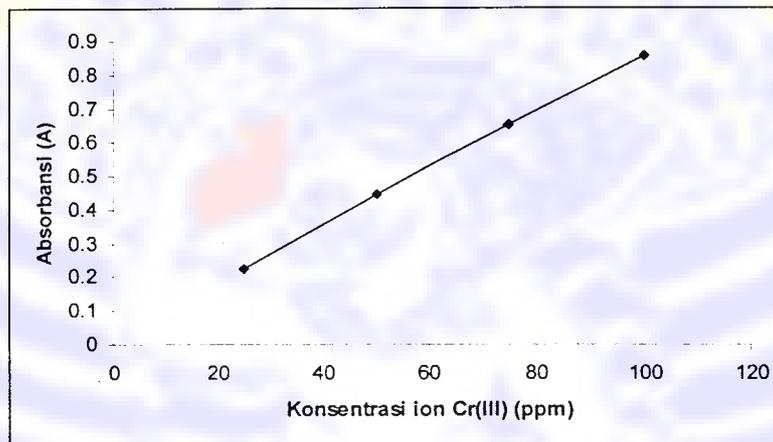
Kompleks ion Cr(III) dengan asam stearat memiliki nilai tetapan stabilitas (K_{stab}) tertentu. Namun sampai saat ini belum ada literatur yang menunjukkan nilai tetapan stabilitas (K_{stab}) dari kompleks ion Cr(III) dengan asam stearat. Nilai tetapan stabilitas (K_{stab}) pembentukan kompleks ion Cr(III) dengan asam stearat yang baik adalah saat kompleks ion Cr(III) dengan asam stearat dapat terikat dengan baik pada permukaan luar fasa membran hingga melewati membran, namun ikatan kompleks tersebut dapat terlepas pada permukaan dalam fasa membran, sehingga ion Cr(III) dapat dibebaskan ke dalam fasa internal dan asam stearat dapat kembali berdifusi ke permukaan luar fasa membran untuk membentuk kompleks dengan ion Cr(III) yang ada pada fasa eksternal. Parafin cair yang digunakan dalam proses pembuatan emulsi berfungsi sebagai pelarut, karena asam stearat dan SPAN-80 larut dalam parafin cair.

4.2 Pembuatan Kurva Baku Ion Cr(III)

Penetapan konsentrasi ion Cr(III) dilakukan dengan menggunakan metode kurva baku. Kurva baku dibuat dengan cara mengukur absorbansi larutan standar Cr(III) dengan variasi konsentrasi 25, 50, 75 dan 100 ppm menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 428,9 nm. Dari data absorbansi yang diperoleh dibuat persamaan regresi antara konsentrasi ion Cr(III) terhadap absorbansi. Data absorbansi larutan standar Cr(III) dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan kurva hubungan konsentrasi ion Cr(III) terhadap absorbansi ditampilkan pada Gambar 11, sedangkan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 4.1 Data absorbansi ion Cr(III)

Konsentrasi ion Cr(III) (ppm)	Absorbansi 1	Absorbansi 2	Rata-rata absorbansi
25	0,225	0,228	0,226
50	0,443	0,447	0,445
75	0,642	0,663	0,652
100	0,847	0,865	0,856



Gambar 11. Kurva baku larutan standar Cr(III)

Dari kurva baku larutan standar Cr(III) diperoleh persamaan regresi $y = 0,0205 + 0,0084 x$ dan koefisien korelasi sebesar 0,9998. Kurva baku ini selanjutnya digunakan untuk menentukan konsentrasi ion Cr(III) dalam fasa eksternal sesudah ekstraksi.

4.3 Penentuan Kondisi Optimum Ekstraksi Ion Cr(III) Dengan Teknik Membran Cair Emulsi

Saudah (2001) telah melakukan ekstraksi ion Cu(II) dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kondisi optimum yang diperoleh pada

ekstraksi ion Cu(II) adalah perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dan volume fasa eksternal (V_A) 1 : 5 dan kecepatan pengadukan 750 rpm selama 10 menit pada pH 5,75. Efisiensi ekstraksi yang diperoleh untuk ion Cu(II) 100 ppm adalah 85,85 %.

Dengan menggunakan kondisi optimum Saudah (2001) tersebut dilakukan ekstraksi ion Cr(III) dengan konsentrasi 100 ppm. Setelah proses ekstraksi, dilakukan pengukuran konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA), dan diperoleh konsentrasi 46,55 ppm sehingga diperoleh harga efisiensi ekstraksi sebesar 53,45 %. Nilai efisiensi ekstraksi ion Cr(III) yang diperoleh lebih kecil dari nilai efisiensi ekstraksi ion Cu(II) (85,85 %). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi optimum hasil penelitian Saudah (2001) kurang sesuai untuk diterapkan pada ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penetapan kondisi optimum ekstraksi ion Cr(III) yang meliputi variabel waktu ekstraksi, perbandingan volume fasa emulsi (V_E) terhadap volume fasa eksternal (V_A) dan kecepatan pengadukan.

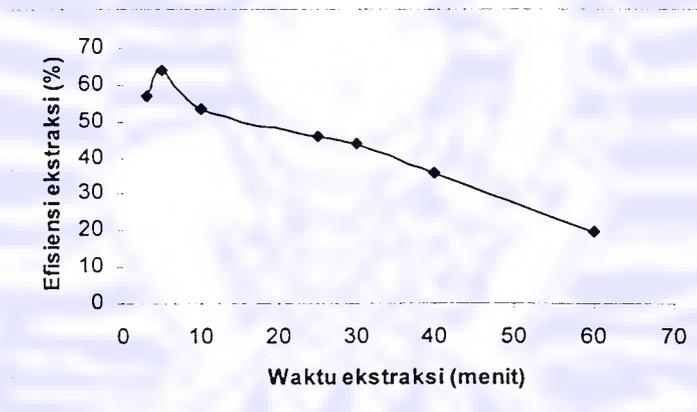
4.3.1 Pengaruh waktu ekstraksi terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III)

Waktu ekstraksi optimum sangat diperlukan untuk mengekstraksi ion Cr(III) secara maksimal, karena semakin lama waktu ekstraksi diharapkan semakin banyak kompleks ion Cr(III) dengan asam stearat yang terbentuk, berdifusi ke dalam fasa membran dan semakin banyak pula ion Cr(III) yang dibebaskan ke dalam fasa internal. Dengan ini diharapkan nilai efisiensi ekstraksi menjadi semakin besar. Waktu ekstraksi optimum ditentukan dengan melakukan

ekstraksi menggunakan variasi waktu ekstraksi selama 3, 5, 10, 25, 30, 40 dan 60 menit. Data hasil optimasi waktu ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan kurva hubungan waktu ekstraksi dan efisiensi ekstraksi ditampilkan pada Gambar 12, sedangkan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 4.2 Data hasil optimasi waktu ekstraksi

Waktu ekstraksi (menit)	Rata-rata Efisiensi ekstraksi (%)
3	57,06
5	64,10
10	53,45
25	46,01
30	43,87
40	35,60
60	19,58



Gambar 12. Kurva hubungan waktu ekstraksi dan efisiensi ekstraksi

Gambar 12 menunjukkan bahwa nilai efisiensi ekstraksi pada waktu 3 menit sampai 5 menit mengalami peningkatan, sedangkan pada waktu ekstraksi lebih dari 5 menit hingga 60 menit nilai efisiensi ekstraksi mengalami penurunan. Kecilnya nilai efisiensi ekstraksi pada waktu ekstraksi yang terlalu singkat (lebih

kecil daripada 5 menit) kemungkinan disebabkan karena kurangnya kesempatan ion Cr(III) menembus permukaan luar fasa membran dan bermigrasi di dalam membran serta menembus permukaan dalam fasa membran. Sedangkan kecilnya nilai efisiensi ekstraksi pada waktu ekstraksi yang terlalu lama (lebih besar daripada 5 menit) dapat disebabkan karena pecahnya emulsi atau jenuhnya fasa internal oleh ion Cr(III).

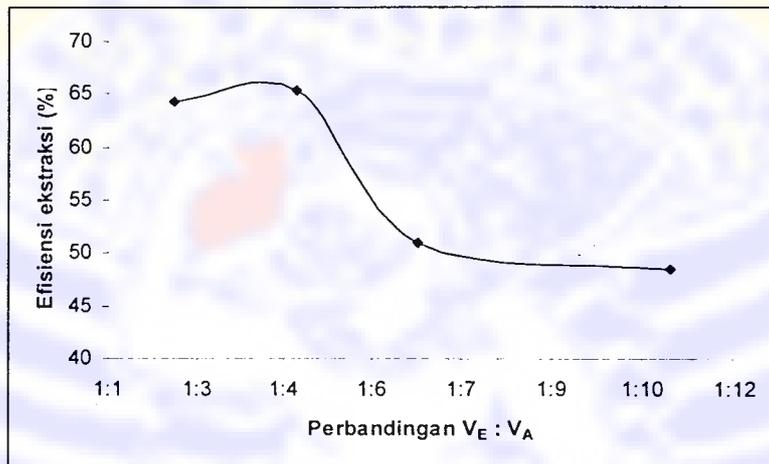
Dari data tersebut terlihat bahwa ekstraksi menggunakan waktu ekstraksi selama 5 menit memberikan nilai efisiensi ekstraksi yang paling besar. Oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya digunakan waktu ekstraksi selama 5 menit.

4.3.2 Pengaruh perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III)

Perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) optimum ditentukan dengan memvariasi volume fasa eksternal, sedangkan volume fasa emulsi dibuat tetap. Ekstraksi ion Cr(III) dilakukan dengan variasi perbandingan volume fasa emulsi (V_E) terhadap volume fasa eksternal (V_A) sebesar 1 : 3, 1 : 5, 1 : 7 dan 1 : 11, menggunakan waktu ekstraksi optimum yang telah diperoleh pada percobaan sebelumnya yaitu selama 5 menit. Data hasil optimasi perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan kurva hubungan perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) dan efisiensi ekstraksi ditampilkan pada Gambar 13, sedangkan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 4.3 Data hasil optimasi perbandingan $V_E : V_A$

$V_E : V_A$	Rata-rata Efisiensi ekstraksi (%)
1 : 3	64,34
1 : 5	65,30
1 : 7	51,02
1 : 11	48,58

Gambar 13. Kurva hubungan perbandingan $V_E : V_A$ dan efisiensi ekstraksi

Gambar 13 menunjukkan bahwa nilai efisiensi ekstraksi meningkat pada perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) 1 : 3 hingga 1 : 5 dan pada perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) lebih dari 1 : 5 hingga 1 : 11 nilai efisiensi ekstraksi mengalami penurunan. Kecilnya nilai efisiensi ekstraksi pada perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) 1 : 3 disebabkan karena volume fasa eksternal yang digunakan sedikit. Semakin sedikit volume fasa eksternal yang akan diekstraksi, maka semakin kental sistem emulsi *water in oil in water* (w/o/w) yang terbentuk sehingga menghambat tumbukan yang terjadi antara ion

Cr(III) dengan asam stearat. Hal ini menyebabkan semakin sedikit ion Cr(III) yang berikatan dengan asam stearat, dan semakin sedikit pula yang berdifusi ke dalam membran dan terlepas ke dalam fasa internal, sehingga nilai efisiensi ekstraksi ion Cr(III) menjadi lebih kecil. Sedangkan kecilnya nilai efisiensi ekstraksi pada perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) 1 : 7 hingga 1 : 11 disebabkan karena fasa internal yang terdapat di dalam fasa emulsi tidak cukup untuk menampung seluruh ion yang ada dalam fasa eksternal, sehingga proses ekstraksi terhenti sebelum semua ion Cr(III) terekstraksi secara maksimal.

Dari data tersebut terlihat bahwa ekstraksi menggunakan perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) sebesar 1 : 5 memberikan nilai efisiensi ekstraksi yang paling besar. Oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya digunakan perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) sebesar 1 : 5.

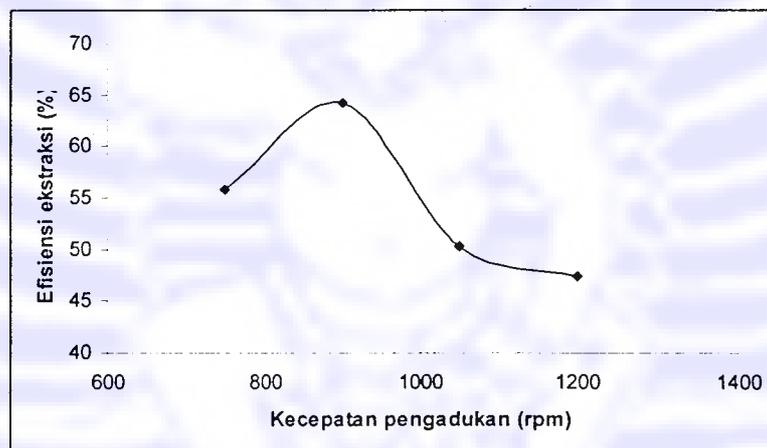
4.3.3 Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap efisiensi ekstraksi ion Cr(III)

Kecepatan pengadukan optimum perlu ditentukan untuk mengetahui kecepatan tumbukan yang terjadi dalam pembentukan kompleks antara ion Cr(III) dengan asam stearat. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan terhadap efisiensi ekstraksi dilakukan ekstraksi dengan variasi kecepatan pengadukan sebesar 750, 900, 1050 dan 1200 rpm menggunakan kondisi optimum yang telah diperoleh pada percobaan sebelumnya, meliputi waktu ekstraksi selama 5 menit dan perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A)

sebesar 1 : 5. Data hasil optimasi kecepatan pengadukan dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan kurva hubungan kecepatan pengadukan dan efisiensi ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 14, sedangkan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 4.4. Data hasil optimasi kecepatan pengadukan

Kecepatan pengadukan (rpm)	Rata-rata Efisiensi ekstraksi (%)
750	55,72
900	64,16
1050	50,29
1200	47,38



Gambar 14. Kurva hubungan kecepatan pengadukan dan efisiensi ekstraksi

Gambar 14 menunjukkan bahwa nilai efisiensi ekstraksi pada kecepatan pengadukan 750 rpm hingga 900 rpm mengalami peningkatan, sedangkan pada kecepatan pengadukan lebih dari 900 rpm hingga 1200 rpm nilai efisiensi ekstraksi mengalami penurunan. Kecilnya nilai efisiensi ekstraksi pada kecepatan pengadukan kurang dari 900 rpm disebabkan karena semakin lambat kecepatan

pengadukan, maka tumbukan yang terjadi pada proses pembentukan kompleks antara ion Cr(III) dengan asam stearat berjalan lambat. Hal ini menyebabkan sedikitnya kompleks antara ion Cr(III) dengan asam stearat yang berdifusi ke dalam membran, sehingga jumlah ion Cr(III) yang dilepaskan ke dalam fasa internal juga sedikit dan nilai efisiensi ekstraksi menjadi kecil. Sedangkan kecilnya nilai efisiensi ekstraksi pada kecepatan pengadukan lebih dari 900 rpm disebabkan karena semakin cepat kecepatan pengadukan, maka tumbukan yang terjadi pada proses pembentukan kompleks antara ion Cr(III) dengan asam stearat berjalan cepat. Hal ini menyebabkan semakin banyak kompleks antara ion Cr(III) dengan asam stearat yang berdifusi ke dalam membran, sehingga jumlah ion Cr(III) yang dilepaskan ke dalam fasa internal semakin banyak dan menyebabkan fasa internal cepat jenuh oleh ion Cr(III). Faktor lain yang menyebabkan kecilnya nilai efisiensi ekstraksi pada kecepatan pengadukan lebih dari 900 rpm adalah semakin cepat kecepatan pengadukan akan menyebabkan emulsi menjadi tidak stabil, sehingga akan terdapat rongga-rongga pada fasa emulsi yang menyebabkan ion Cr(III) akan kembali menerobos ke fasa eksternal.

Dari data tersebut terlihat bahwa ekstraksi menggunakan kecepatan pengadukan sebesar 900 rpm memberikan nilai efisiensi ekstraksi yang paling besar. Oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya digunakan kecepatan pengadukan sebesar 900 rpm.

4.3.4 Pengaruh konsentrasi larutan Cr(III) terhadap efisiensi ekstraksi

Penentuan pengaruh konsentrasi larutan Cr(III) terhadap efisiensi ekstraksi dilakukan untuk mengetahui kapasitas fasa internal dalam menampung ion Cr(III). Selama proses ekstraksi berlangsung terjadi reaksi sebagai berikut



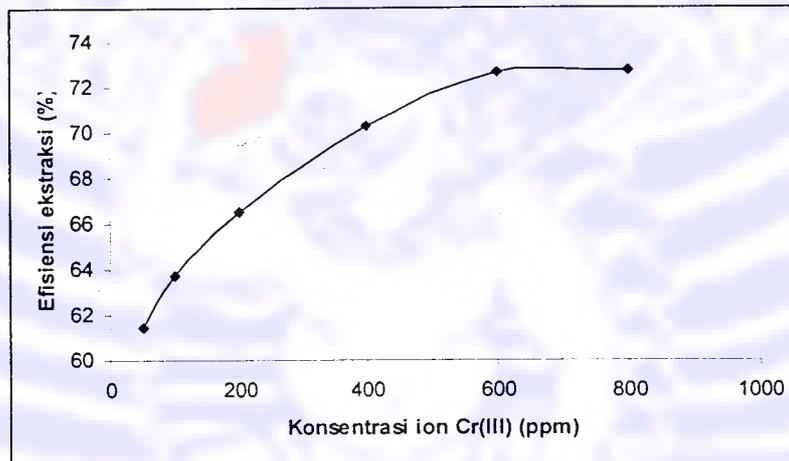
Berdasarkan reaksi tersebut, semakin besar konsentrasi ion Cr(III) maka kesetimbangan reaksi akan bergeser ke kanan, sehingga konsentrasi kompleks antara ion Cr(III) dengan asam stearat pada permukaan dalam fasa membran akan meningkat yang menyebabkan konsentrasi ion Cr(III) dalam fasa internal akan semakin besar. Jika hal ini berlangsung terus, maka proses difusi kompleks antara ion Cr(III) dengan asam stearat dalam membran akan terhenti karena ion Cr(III) tidak dapat dibebaskan lagi ke dalam fasa internal sehingga asam stearat tidak dapat berdifusi ke permukaan luar fasa membran untuk membentuk kompleks kembali dengan ion Cr(III).

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan Cr(III) terhadap efisiensi ekstraksi dilakukan ekstraksi dengan variasi konsentrasi larutan Cr(III) sebesar 50, 100, 200, 400, 600 dan 800 ppm menggunakan kondisi optimum yang telah diperoleh pada percobaan sebelumnya, meliputi waktu ekstraksi selama 5 menit, perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) sebesar 1 : 5 dan kecepatan pengadukan sebesar 900 rpm.

Data pengaruh konsentrasi larutan Cr(III) dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan kurva hubungan konsentrasi larutan Cr(III) dan efisiensi ekstraksi ditampilkan pada Gambar 15, sedangkan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 4.5 Data pengaruh konsentrasi larutan Cr(III)

Konsentrasi Cr(III) (ppm)	Rata-rata Efisiensi ekstraksi (%)
50	61,43
100	63,75
200	66,49
400	70,30
600	72,62
800	72,74



Gambar 15. Kurva hubungan pengaruh konsentrasi larutan Cr(III) dan efisiensi ekstraksi

Gambar 15 menunjukkan bahwa pada konsentrasi 50 ppm hingga 800 ppm nilai efisiensi ekstraksi mengalami peningkatan. Semakin besar konsentrasi fasa eksternal, maka semakin banyak kompleks antara ion Cr(III) dengan asam stearat yang terbentuk pada permukaan luar fasa membran, dan semakin banyak kompleks yang berdifusi ke dalam membran dan semakin banyak pula ion Cr(III) yang dilepaskan pada permukaan dalam fasa membran. Hal ini menyebabkan jumlah ion Cr(III) yang terdapat di dalam fasa internal semakin banyak, sehingga nilai efisiensi ekstraksi mengalami peningkatan. Tetapi pada konsentrasi 600 ppm

hingga 800 rpm tidak terlihat kenaikan nilai efisiensi ekstraksi yang signifikan. Hal ini disebabkan karena fasa internal sudah mulai jenuh oleh ion Cr(III), sehingga tidak mampu lagi untuk menampung ion Cr(III) secara optimal.

Dari data tersebut terlihat bahwa kondisi optimum yang diperoleh yaitu waktu ekstraksi selama 5 menit, perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) sebesar 1 : 5 dan kecepatan pengadukan sebesar 900 rpm dapat digunakan untuk mengekstraksi larutan Cr(III) hingga 800 ppm menggunakan asam stearat sebagai zat pengompleks dengan hasil efisiensi ekstraksi yang tinggi.

Kecilnya nilai efisiensi ekstraksi ion Cr(III) daripada nilai efisiensi ekstraksi ion Cu(II) kemungkinan disebabkan karena tetapan stabilitas (K_{stab}) pembentukan kompleks antara ion Cr(III) dengan asam stearat lebih kecil atau lebih besar daripada K_{stab} pembentukan kompleks antara ion Cu(II) dengan asam stearat.

Jika K_{stab} pembentukan kompleks antara ion Cr(III) dengan asam stearat rendah, maka stabilitas kompleks tersebut rendah (kompleks tersebut merupakan kompleks yang sangat lemah) sehingga ion Cr(III) akan mudah terlepas dan kembali ke fasa eksternal sebelum kompleks tersebut berdifusi mencapai permukaan dalam fasa membran dan melepaskan ion Cr(III) ke dalam fasa internal. Sebaliknya, jika K_{stab} pembentukan kompleks antara ion Cr(III) dengan asam stearat besar, maka ikatan kompleks yang terbentuk merupakan ikatan yang sangat kuat, sehingga dalam fasa membran terbentuk kompleks ion Cr(III) dengan asam stearat yang stabil yang menyebabkan ion Cr(III) tidak dapat dilepaskan ke

dalam fasa internal, akibatnya asam stearat yang berfungsi sebagai zat pengompleks tidak dapat kembali ke permukaan luar fasa membran untuk membentuk kompleks dengan ion Cr(III) yang masih terdapat pada fasa eksternal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan :

1. Asam stearat dapat digunakan sebagai zat pengompleks untuk ekstraksi ion Cr(III) menggunakan teknik membran cair emulsi dengan efisiensi ekstraksi tertinggi sebesar 72,74 % untuk konsentrasi 800 ppm.
2. Kondisi optimum ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks meliputi waktu ekstraksi selama 5 menit, perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) sebesar 1 : 5 dan kecepatan pengadukan sebesar 900 rpm.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian mengenai konsentrasi ion Cr(III) dalam fasa internal pada ekstraksi ion Cr(III) menggunakan teknik membran cair emulsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bargeman, D. and Smolders, C.A., 1986, *Liquid Membranes, Synthetic Membranes Science, Engineering and Application*, D. Reidel Publishing Company, Netherlands
- Bintarti, A. N., Bambang E. H. B., Pramono, J., 1999, **Pengolahan Limbah Uranium dengan Cara Ekstraksi Memakai Metode Membran Emulsi**, *Jurnal Kimia Lingkungan*, Vol. I, No. 1, PPNY-BATAN, hal.7-112
- Boyadziev, L. and Kyuchoukov, G., 1980, **Further Development of Carrier Mediated Extraction**, *Journal of Membrane Science*, Vol. I, No. 4, p. 107-112
- Browning, E., 1969, *Chromium : Toxicity of Industrial Metals*, 2nd edition, Butterworths & Co., London
- Buchari dkk., 1997, **Pemisahan dan Pemekatan Krom (VI) dari Limbah Proses Elektroplating secara Emulsi Membran Cair**, *Jurnal Nusantara Kimia*, Vol. I, No. 2, hal.73-95
- Cahn, R.P. and Li, N.N., 1976, **Separation of Phenol from Waste Water by the Liquid Membrane Technique**, *New Development in Separation Method*, Eli Guskha (editor) Marcel Dekker, Inc., New York, p. 13-27
- Cotton, F. A., Wilkinson, Paul, I. G., 1986, *Basic Inorganic Chemistry*, 2nd edition, , John Willey and Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore
- Darmono, 1995, *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Cetakan Pertama, UI Press, Jakarta
- Fessenden, R. J. and Fessenden, J. S., Terjemahan Pudjaatmaka, A. H., 1992, *Kimia Organik*, Jilid Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Indrayanto, M., 2005, **Ekstraksi Ion Cr (III) dengan Teknik Membran Cair Emulsi Menggunakan Asam Oleat sebagai Pengompleks**, *Skripsi*, FMIPA, Universitas Airlangga, Surabaya
- Jorgensen, S. E. and Johnsen, I., 1989, *Principles of Environmental Science and Technology*, 2nd edition, Elsevier Science Publishing Company Inc., New York, USA

- Kusnoputranto, H., 1997, *Air Limbah dan Ekskreta Manusia; Aspek Kesehatan Masyarakat dan Pengelolaannya*, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Lachman, L., Lieberman, H.A., Kanig, J.L, Terjemahan Siti Suyatmi, 1994, *Teori dan Praktek Farmasi Industri*, Edisi 3, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, hal. 1030-1056
- Liptak, B. G., 1974, *Environmental Engineers Handbook*, Vol.1, Chilton Book Co., Radnov, Penn
- Lu, F.C., 1995, *Toksikologi Dasar*, Edisi Kedua, Terjemahan Edi Nugroho, Universitas Indonesia Press, Jakarta, hal 363
- Meyers, R.A, 1992, **Membranes, Synthetic, Application**, *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, Second Edition, Vol. 9, Harcourt Bruce Jovanovich Publisher, San Diego, p. 632-634
- Mulder, M., 1996, *Basic Principles of Membrane Technology*, Kluwer Academic Publisher, London, p. 340-354
- Nemeh, L.A. and Van Peteghem, A.P., 1992, **Sorbitan Monooleat (SPAN-80) Decomposition during Membrane Ageing. A Kinetic Study**, *Journal Membranes Science*, Vol. 75, p. 9-17
- Noviandri, I., 1992, **Ekstraksi Ion Tembaga (II) dengan Emulsi Membran Cair**, *Tesis Pasca Sarjana Kimia ITB*, Bandung, hal. 5-19
- Saudah, D., 2001, **Ekstraksi Ion Cu (II) dengan Teknik Membran Cair Emulsi Menggunakan Asam Stearat sebagai Pengompleks**, *Skripsi*, FMIPA, Universitas Airlangga, Surabaya
- Stecher, P.G., 1980, **The Merck Index**, *An Encyclopedia of Chemical and Drugs*, 8th edition, Published by Merck and Co., Inc., Rahway, New York, USA
- Svehla, G, Terjemahan Setiono, I dan Pudjaatmaka, A. H., 1990, *Vogel's Buku Teks Analisis Anorganik Kuantitatif Makro dan Semi Mikro*, Edisi Kelima, Penerbit P.T. Kalman Media Pusaka, Jakarta, hal. 235
- Voight, R., 1994, *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*, Terjemahan Dr Soendani Noerono, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, hal. 399-406

LAMPIRAN

Lampiran 1

Data absorbansi larutan standar Cr(III)

Konsentrasi ion Cr(III) (ppm)	A ₁	A ₂	\bar{A}	SD	KV
25	0,225	0,228	0,226	0,0022	0,97 %
50	0,443	0,447	0,445	0,0028	0,63 %
75	0,642	0,663	0,652	0,0149	2,28 %
100	0,847	0,865	0,856	0,0127	1,48 %

Keterangan :

A₁ = absorbansi pertama

A₂ = absorbansi kedua

\bar{A} = absorbansi rata-rata

SD = standar deviasi

$$= \sqrt{\frac{\sum (A_i - \bar{A})^2}{n-1}}$$

A_i = absorbansi pada perlakuan ke-i

KV = koefisien variasi

$$= \frac{SD}{\bar{A}} \times 100 \%$$

Lampiran 2

Data penentuan kondisi optimum waktu ekstraksi ion Cr(III) dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks.

Waktu	X_A	X_1	X_2	\bar{X}_{12}	SD	KV (%)	X_B	%
3	100	42,92	42,92	42,92	0,0000	0,00	57,06	57,06
5	100	35,89	35,89	35,89	0,0000	0,00	64,10	64,10
10	100	46,61	46,49	46,55	0,0848	0,18	53,45	53,45
25	100	53,87	54,11	53,99	0,1697	0,31	46,01	46,01
30	100	56,84	55,42	56,13	1,0041	1,79	43,87	43,87
40	100	65,30	63,51	64,40	1,2657	1,96	35,60	35,60
60	100	79,70	81,13	80,42	1,0112	1,26	19,58	19,58

Keterangan :

X_A = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal sebelum ekstraksi

X_B = konsentrasi ion Cr(III) yang telah terekstraksi

$$= X_A - \bar{X}_{12}$$

X_1 = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal untuk replikasi pertama

X_2 = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal untuk replikasi kedua

\bar{X}_{12} = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal rata-rata

% E = efisiensi ekstraksi

$$= \frac{[X]_2}{[X]_1} \times 100\%$$

SD = standar deviasi

$$= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_{12})^2}{n-1}}$$

X_i = konsentrasi ion Cr(III) pada perlakuan ke-i

KV = koefisien variasi

$$= \frac{SD}{\bar{X}_{12}} \times 100\%$$

Kondisi percobaan

Pembuatan emulsi

Fasa membran terdiri dari SPAN-80, asam stearat 15 % (v/v) dalam parafin, fasa internal H_2SO_4 1M, perbandingan volume fasa internal dan volume fasa membran = 3 : 4, kecepatan pengadukan skala 60 (1800 rpm) selama 7 menit.

Ekstraksi

Konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal 100 ppm, pH fasa eksternal 5,75, perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) = 1 : 5, kecepatan pengadukan skala 25 (750 rpm) dengan variasi waktu ekstraksi.

Anava dari penentuan kondisi optimum waktu ekstraksi dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks

Replikasi	Perlakuan							Total
	3 menit	5 menit	10 menit	25 menit	30 menit	40 menit	60 menit	
1	57,06	64,11	53,39	46,13	43,16	34,70	20,30	639,40
2	57,06	64,11	53,51	45,89	44,58	36,49	18,87	
\sum pengukuran	114,16	128,22	106,9	92,02	87,74	71,19	39,17	639,40
Replikasi	2	2	2	2	2	2	2	14
Rata-rata	57,08	64,11	53,45	46,01	43,87	35,60	19,59	-
$(\sum X^2)$	6516,25	8220,18	5713,81	4233,87	3850,16	2535,61	768,17	31838,05
$\frac{(\sum X)^2}{n}$	6516,25	8220,18	5713,81	4233,84	3849,15	2534,00	764,14	31834,37

$$FK = \frac{\sum (X_r^2)}{n_r}$$

$$= \frac{(639,40^2)}{14} = 29202,31$$

$$JKT = \sum (\sum X^2) - FK$$

$$= 31838,05 - 29202,31 = 2635,74$$

$$JKP = \sum \left[\frac{(\sum X^2)}{n} \right] - FK$$

$$= 31834,37 - 29202,31 = 2632,06$$

$$JKS = JKT - JKP$$

$$= 2635,74 - 2632,06 = 3,68$$

$$dbp = k - 1 = 7 - 1 = 6$$

$$dbs = k(n - 1) = 7(2 - 1) = 7$$

$$KT_P = \frac{JKP}{dbp}$$

$$= \frac{2632,06}{6} = 438,68$$

$$KT_S = \frac{JKS}{dbs}$$

$$= \frac{3,68}{7} = 0,52$$

$$F_{hit} = \frac{KTP}{KTS}$$

$$= \frac{438,68}{0,52} = 843,62$$

$$F_{(0,05, (6,7))} = 3,87$$

Karena $F_{hit} > F_{tabel}$ maka terdapat perbedaan yang bermakna antara variasi waktu ekstraksi.

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\begin{aligned}
 \text{BNT} &= t_{(\alpha, \text{dbs})} \times \sqrt{\frac{2 \times \text{KTS}}{K}} \\
 &= t_{(0,05;7)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,52}{7}} \\
 &= 1,895 \times 0,385 \\
 &= 0,730
 \end{aligned}$$

Tabulasi

	Perlakuan	3 menit	5 menit	10 menit	25 menit	30 menit	40 menit	60 menit
Perlakuan	\bar{X}	57,08	64,11	53,45	46,01	43,87	35,60	19,59
3 menit	57,08	0	7,03	3,63	11,07	13,21	21,48	37,49
5 menit	64,11		0	10,66	18,10	20,24	28,51	44,52
10 menit	53,45			0	7,44	9,58	17,85	33,86
25 menit	46,01				0	2,14	10,41	26,42
30 menit	43,87					0	8,24	24,28
40 menit	35,60						0	16,01
60 menit	19,59							0

Dari tabel di atas pasangan yang mempunyai $|\bar{X}_1 - \bar{X}_2| > \text{BNT}$ adalah semua pasangan, maka terdapat perbedaan yang bermakna antara variasi waktu ekstraksi.

Lampiran 3

Data penentuan kondisi optimum perbandingan volume emulsi (V_E) dan volume fasa eksternal (V_A) dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks.

$V_E:V_A$	X_A	X_1	X_2	\bar{X}_{12}	SD	KV (%)	X_B	%
1:3	100	35,89	35,42	35,66	0,3324	0,93	64,34	64,34
1:5	100	34,94	34,46	34,70	0,3394	0,98	65,30	65,30
1:7	100	48,63	49,34	48,98	0,5021	1,02	51,02	51,02
1:11	100	51,96	50,89	51,42	0,7566	1,47	48,58	48,58

Keterangan :

X_A = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal sebelum ekstraksi

X_B = konsentrasi ion Cr(III) yang telah terekstraksi

$$= X_A - \bar{X}_{12}$$

X_1 = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal untuk replikasi pertama

X_2 = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal untuk replikasi kedua

\bar{X}_{12} = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal rata-rata

% E = efisiensi ekstraksi

$$= \frac{[X]_B}{[X]_A} \times 100\%$$

SD = standar deviasi

$$= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_{12})^2}{n-1}}$$

X_i = konsentrasi ion Cr(III) pada perlakuan ke-i

KV = koefisien variasi

$$= \frac{SD}{\bar{X}_{12}} \times 100\%$$

Kondisi percobaan

Pembuatan emulsi

Fasa membran terdiri dari SPAN-80, asam stearat 15 % (v/v) dalam parafin, fasa internal H_2SO_4 1M, perbandingan volume fasa internal dan volume fasa membran = 3 : 4, kecepatan pengadukan skala 60 (1800 rpm) selama 7 menit.

Ekstraksi

Konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal 100 ppm, pH fasa eksternal 5,75, variasi perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A), kecepatan pengadukan skala 25 (750 rpm) selama 5 menit.

Anava dari penentuan kondisi optimum perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks

Replikasi	Perlakuan				Total
	1 : 3	1 : 5	1 : 7	1 : 11	
1	64,11	65,06	51,37	48,04	
2	64,58	65,54	50,66	49,11	
\sum pengukuran	128,69	130,60	102,03	97,15	458,47
Replikasi	2	2	2	2	8
Rata-rata	64,34	65,30	51,02	48,58	-
$(\sum X^2)$	8280,67	8528,30	5205,31	4719,63	26733,91
$\frac{(\sum X)^2}{n}$	8280,56	8528,18	5205,06	4719,06	26732,86

$$FK = \frac{(Xr^2)}{n_T}$$

$$= \frac{(458,47^2)}{8} = 26274,34$$

$$JKT = \sum (\sum X^2) - FK$$

$$= 26733,91 - 26274,34 = 459,57$$

$$JKP = \sum \left[\frac{(\sum X^2)}{n} \right] - FK$$

$$= 26732,86 - 26274,34 = 458,52$$

$$JKS = JKT - JKP$$

$$= 459,57 - 458,52 = 1,05$$

$$dbp = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$dbs = k(n - 1) = 4(2 - 1) = 4$$

$$KT_P = \frac{JKP}{dbp}$$

$$= \frac{458,52}{3} = 152,84$$

$$KT_S = \frac{JKS}{dbs}$$

$$= \frac{1,05}{4} = 0,26$$

$$F_{hit} = \frac{KTP}{KTS}$$

$$= \frac{152,84}{0,26} = 587,85$$

$$F_{(0,05,(3,4))} = 6,59$$

Karena $F_{hit} > F_{tabel}$ maka terdapat perbedaan yang bermakna antara variasi perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A)

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\begin{aligned}
 \text{BNT} &= t_{(\alpha, \text{dbs})} \times \sqrt{\frac{2 \times KTS}{K}} \\
 &= t_{(0,05;4)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,26}{4}} \\
 &= 2,132 \times 0,361 \\
 &= 0,770
 \end{aligned}$$

Tabulasi

	Perlakuan	1 : 3	1 : 5	1 : 7	1 : 11
Perlakuan	\bar{X}	64,34	65,30	51,02	48,58
1 : 3	64,34	0	0,96	13,32	15,76
1 : 5	65,30		0	14,28	16,72
1 : 7	51,02			0	2,44
1 : 11	48,58				0

Dari tabel di atas pasangan yang mempunyai $|\bar{X}_1 - \bar{X}_2| > \text{BNT}$ adalah semua pasangan, maka terdapat perbedaan yang bermakna antara variasi perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A)

Lampiran 4

Data penentuan kondisi optimum kecepatan pengadukan dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks.

Kec. (rpm)	X _A	X ₁	X ₂	\bar{X}_{12}	SD	KV (%)	X _B	%
750	100	44,82	43,75	44,28	0,7566	1,71	55,72	55,72
900	100	35,18	36,49	35,84	0,9263	2,58	64,16	64,16
1050	100	50,42	48,99	49,71	1,0112	2,03	50,29	50,29
1200	100	51,84	53,39	52,62	1,0960	2,08	47,38	47,38

Keterangan :

X_A = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal sebelum ekstraksi

X_B = konsentrasi ion Cr(III) yang telah terekstraksi

$$= X_A - \bar{X}_{12}$$

X₁ = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal untuk replikasi pertama

X₂ = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal untuk replikasi kedua

\bar{X}_{12} = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal rata-rata

% E = efisiensi ekstraksi

$$= \frac{[X]_3}{[X]_1} \times 100\%$$

SD = standar deviasi

$$= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_{12})^2}{n-1}}$$

X_i = konsentrasi ion Cr(III) pada perlakuan ke-i

KV = koefisien variasi

$$= \frac{SD}{\bar{X}_{12}} \times 100\%$$

Kondisi percobaan

Pembuatan emulsi

Fasa membran terdiri dari SPAN-80, asam stearat 15 % (v/v) dalam parafin, fasa internal H_2SO_4 1M, perbandingan volume fasa internal dan volume fasa membran = 3 : 4, kecepatan pengadukan skala 60 (1800 rpm) selama 7 menit.

Ekstraksi

Konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal 100 ppm, pH fasa eksternal 5,75, perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) = 1 : 5, selama 5 menit dengan variasi kecepatan pengadukan.

Anava dari penentuan kondisi optimum kecepatan pengadukan dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks

Replikasi	Perlakuan				Total
	750 rpm	900 rpm	1050 rpm	1200 rpm	
1	55,18	64,82	49,58	48,16	
2	56,25	63,51	51,01	46,61	
Σ pengukuran	111,43	128,33	100,59	94,77	435,12
Replikasi	2	2	2	2	8
Rata-rata	55,72	64,16	50,29	47,38	-
(ΣX^2)	6208,89	8235,15	5060,20	4491,88	23996,12
$\frac{(\Sigma X)^2}{n}$	6208,32	8234,29	5059,17	4490,68	23992,46

$$FK = \frac{(\sum X)^2}{n_T}$$

$$= \frac{(435,12^2)}{8} = 23666,18$$

$$JKT = \sum (\sum X^2) - FK$$

$$= 23996,12 - 23666,18 = 329,94$$

$$JKP = \sum \left[\frac{(\sum X^2)}{n} \right] - FK$$

$$= 23992,46 - 23666,18 = 326,28$$

$$JKS = JKT - JKP$$

$$= 329,94 - 326,28 = 3,66$$

$$dbp = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$dbs = k(n - 1) = 4(2 - 1) = 4$$

$$KT_P = \frac{JKP}{dbp}$$

$$= \frac{326,28}{3} = 108,76$$

$$KT_S = \frac{JKS}{dbs}$$

$$= \frac{3,66}{4} = 0,92$$

$$F_{hit} = \frac{KTP}{KTS}$$

$$= \frac{108,76}{0,92} = 118,22$$

$$F_{(0,05,3,4)} = 6,59$$

Karena $F_{hit} > F_{tabel}$ maka terdapat perbedaan yang bermakna antara variasi kecepatan pengadukan.

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\begin{aligned}
 \text{BNT} &= t_{(\alpha, \text{dbs})} \times \sqrt{\frac{2 \times KTS}{K}} \\
 &= t_{(0,05;4)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,92}{4}} \\
 &= 2,132 \times 0,678 \\
 &= 1,445
 \end{aligned}$$

Tabulasi

	Perlakuan	750 rpm	900 rpm	1050 rpm	1200 rpm
Perlakuan	\bar{X}	55,72	64,16	50,29	47,38
750 rpm	55,72	0	8,44	5,43	8,34
900 rpm	64,16		0	13,87	16,78
1050 rpm	50,29			0	2,91
1200 rpm	47,38				0

Dari tabel di atas pasangan yang mempunyai $|\bar{X}_1 - \bar{X}_2| > \text{BNT}$ adalah semua pasangan, maka terdapat perbedaan yang bermakna antara variasi kecepatan pengadukan.

Lampiran 5

Data pengaruh konsentrasi ion Cr(III) terhadap efisiensi ekstraksi dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks.

X_A	X_1	X_2	\bar{X}_{12}	SD	KV (%)	X_B	%
50	38,99	38,15	38,57	0,5940	1,54	61,43	61,43
100	36,01	36,49	36,25	0,3394	0,94	63,75	63,75
200	33,15	33,87	33,51	0,5091	1,52	66,49	66,49
400	29,94	29,46	29,70	0,3394	1,14	70,30	70,30
600	27,32	27,44	27,38	0,0848	0,31	72,62	72,62
800	26,84	27,68	27,26	0,5940	2,18	72,74	72,74

Keterangan :

X_A = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal sebelum ekstraksi

X_B = konsentrasi ion Cr(III) yang telah terekstraksi

$$= X_A - \bar{X}_{12}$$

X_1 = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal untuk replikasi pertama

X_2 = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal untuk replikasi kedua

\bar{X}_{12} = konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal rata-rata

% E = efisiensi ekstraksi

$$= \frac{[X]_B}{[X]_A} \times 100\%$$

SD = standar deviasi

$$= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_{12})^2}{n-1}}$$

X_i = konsentrasi ion Cr(III) pada perlakuan ke-i

KV = koefisien variasi

$$= \frac{SD}{\bar{X}_{12}} \times 100\%$$

Kondisi percobaan

Pembuatan emulsi

Fasa membran terdiri dari SPAN-80, asam stearat 15 % (v/v) dalam parafin, fasa internal H_2SO_4 1M, perbandingan volume fasa internal dan volume fasa membran = 3 : 4, kecepatan pengadukan skala 60 (1800 rpm) selama 7 menit.

Ekstraksi

Variasi konsentrasi ion Cr(III) pada fasa eksternal, pH fasa eksternal 5,75, perbandingan volume fasa emulsi (V_E) dengan volume fasa eksternal (V_A) = 1 : 5, kecepatan pengadukan skala 30 (900 rpm) selama 5 menit.

Anava dari pengaruh konsentrasi ion Cr(III) terhadap efisiensi ekstraksi dengan teknik membran cair emulsi menggunakan asam stearat sebagai pengompleks

Replikasi	Perlakuan						Total
	50 ppm	100 ppm	200 ppm	400 ppm	600 ppm	800 ppm	
1	61,01	63,99	66,85	70,06	72,68	73,16	
2	61,85	63,51	66,13	70,54	72,56	72,32	
\sum pengukuran	122,86	127,50	132,98	140,60	145,24	145,48	814,66
Replikasi	2	2	2	2	2	2	12
Rata-rata	61,43	63,75	66,49	70,30	72,62	72,74	-
$(\sum X^2)$	7547,64	8128,24	8842,10	9884,30	10547,34	10582,57	55532,19
$\frac{(\sum X)^2}{n}$	7547,29	8128,12	8841,84	9884,18	10547,33	10582,22	55530,98

$$FK = \frac{(\sum Xr^2)}{n_T}$$

$$= \frac{(814,66^2)}{12} = 55305,91$$

$$JKT = \sum (\sum X^2) - FK$$

$$= 55532,19 - 55305,91 = 226,28$$

$$JKP = \sum \left[\frac{(\sum X^2)}{n} \right] - FK$$

$$= 55530,98 - 55305,91 = 225,07$$

$$JKS = JKT - JKP$$

$$= 226,28 - 225,07 = 1,21$$

$$dbp = k - 1 = 6 - 1 = 5$$

$$dbs = k(n - 1) = 6(2 - 1) = 6$$

$$KT_p = \frac{JKP}{dbp}$$

$$= \frac{225,07}{5} = 45,01$$

$$KT_s = \frac{JKS}{dbs}$$

$$= \frac{1,21}{6} = 0,20$$

$$F_{hit} = \frac{KTP}{KTS}$$

$$= \frac{45,01}{0,20} = 225,05$$

$$F_{(0,05,(5,6))} = 4,39$$

Karena $F_{hit} > F_{tabel}$ maka terdapat perbedaan yang bermakna antara variasi konsentrasi ion Cr(III).

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\begin{aligned}
 D_{\text{BNT}} &= t_{(\alpha, \text{dbs})} \times \sqrt{\frac{K}{6}} \\
 &= t_{(0,05;6)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,20}{6}} \\
 &= 1,943 \times 0,259 \\
 &= 0,503
 \end{aligned}$$

Tabulasi

	Perlakuan	25 ppm	50 ppm	100 ppm	400 ppm	600 ppm	800 ppm
Perlakuan	\bar{X}	61,43	63,75	66,49	70,30	72,62	72,74
25 ppm	61,43	0	2,32	5,06	8,87	11,19	11,31
50 ppm	63,75		0	2,74	6,55	8,87	8,99
100 ppm	66,49			0	3,81	6,13	6,25
400 ppm	70,30				0	2,32	2,44
600 ppm	72,62					0	0,12
800 ppm	72,74						0

Dari tabel di atas pasangan yang mempunyai $|\bar{X}_1 - \bar{X}_2| > \text{BNT}$ adalah semua pasangan, sehingga terdapat perbedaan yang bermakna antar variasi konsentrasi ion Cr(III), kecuali pasangan antara konsentrasi 600 ppm dan 800 ppm mempunyai $|\bar{X}_1 - \bar{X}_2| < \text{BNT}$, maka tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar variasi konsentrasi ion Cr(III) 600 ppm dan 800 ppm.