

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR ISTILAH.....	xiii
INTISARI .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Keaslian Penelitian.....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	6
1.4. Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.1.1. Ekstraksi Logam Tanah Jarang (LTJ).....	7
2.1.2. Konsentrat Itrium.....	8
2.1.3. Ekstraktan Cyanex 572 .....	9
2.2. Landasan Teori.....	11
2.2.1. Mekanisme Ekstraksi Cair-Cair.....	11
2.2.2. Jenis-Jenis Ekstraksi Cair-Cair .....	13
2.2.3. Parameter Keberhasilan Ekstraksi .....	15
2.3. Hiopthesis.....	17
BAB III METODE PENELITIAN .....	18
3.1. Bahan.....	18
3.2. Alat.....	18
3.3. Prosedur Penelitian.....	19
3.3.1. Pembuatan Larutan Umpan .....	19
3.3.2. Pembuatan Larutan Ekstraktan .....	19
3.3.3. Ekstraksi.....	19
3.3.4. <i>Stripping</i> Fasa Organik Hasil Ekstraksi.....	20
3.3.5. Analisis Sampel .....	21
3.4. Analisis Data Penelitian .....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	23
4.1. Pembuatan Konsentrat Itrium .....	23
4.2. Pelarutan Umpan.....	26
4.3. Variasi Konsentrasi Pelarut Umpan .....	32
4.4. Variasi Konsentrasi Ekstraktan .....	36

4.5.	Variasi Waktu Ekstraksi.....	40
4.6.	Variasi Kecepatan Pengadukan.....	42
4.7.	Fenomena Ekstraksi Unsur LTJ pada Kondisi Optimum .....	45
4.8.	<i>Stripping</i> .....	54
BAB V KESIMPULAN.....		58
5.1.	Kesimpulan .....	58
5.2.	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA .....		59
LAMPIRAN.....		65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Molekul Cyanex 572 (Fu dkk., 2022).....	10
Gambar 2.2. Struktur Dimetrik Molekul Cyanex 572 (Echeverry-Vargas dan Ocampo-Carmona, 2022). ....	10
Gambar 2.3. Mekanisme Ekstraksi LTJ dengan Ekstraktan Asam Organofosforus. ....	12
Gambar 3.1. Rangkaian Peralatan Penelitian (Fisher Scientific, 2020)(Wibowo dan Prabowo, 2015).....	19
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian. ....	21
Gambar 4.1. Kandungan Unsur pada Pasir Senotim dan Konsentrat Itrium. ....	24
Gambar 4.2. Kadar Unsur LTJ pada Konsentrat Itrium. ....	25
Gambar 4.3. Hasil Analisis XRD (A) Pasir Senotim dan (B) Konsentrat Itrium. ....	26
Gambar 4.4. Persentase Pelarutan Konsentrat Itrium pada Berbagai Jenis Asam.....	28
Gambar 4.5. Spektra FTIR Pelarutan dengan Asam Klorida. ....	29
Gambar 4.6. Spektra FTIR Pelarutan dengan Asam Nitrat. ....	30
Gambar 4.7. Spektra FTIR Pelarutan Asam Sulfat.....	31
Gambar 4.8. Residu Pelarutan Konsentrat Itrium dengan Asam Nitrat.....	32
Gambar 4.9. Efisiensi Ekstraksi dan Jumlah Unsur LTJ di Fasa Organik pada Konsentrasi Pelarut Umpan yang Berbeda.....	32
Gambar 4.10. Faktor Pisah LTJ Berat dan LTJ Ringan pada Variasi Konsentrasi HNO <sub>3</sub> . ....	35
Gambar 4.11. Spektra FTIR Ekstraktan Variasi Konsentrasi Cyanex 572.....	37
Gambar 4.12. Efisiensi Ekstraksi LTJ pada Konsentrasi Ekstraktan yang Berbeda. ....	38
Gambar 4.13. Faktor Pisah LTJ Berat dan LTJ Ringan pada Konsentrasi Ekstraktan yang Berbeda. ....	39
Gambar 4.14. Efisiensi Ekstraksi LTJ pada Berbagai Waktu Ekstraksi.....	40
Gambar 4.15. Faktor Pisah LTJ Berat dan LTJ Ringan pada Berbagai Waktu Ekstraksi. ....	42
Gambar 4.16. Efisiensi Ekstraksi LTJ pada Berbagai Kecepatan Pengadukan.....	43
Gambar 4.17. Faktor Pisah LTJ Berat dan LTJ Ringan pada Berbagai Kecepatan Pengadukan.....	44
Gambar 4.18. Nilai Efisiensi Ekstraksi dan Koefisien Distribusi LTJ pada Kondisi Optimum.....	46
Gambar 4.19. Konsentrasi Unsur LTJ di Umpan dan Fasa Organik pada Kondisi Optimum.....	47
Gambar 4.20. Spektra FTIR Fasa Air Ekstraksi pada Kondisi Optimum.....	51
Gambar 4.21. Spektra FTIR Fasa Organik Ekstraksi pada Kondisi Optimum.....	52
Gambar 4.22. Efisiensi <i>Stripping</i> Unsur LTJ dengan HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , dan HCl.....	54
Gambar 4.23. Kandungan Unsur LTJ di Umpan <i>Stripping</i> .....	55
Gambar 4.24. Koefisien Distribusi <i>Stripping</i> LTJ dengan HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , dan HCl. ....	56
Gambar 4.25. Faktor Pisah <i>Stripping</i> LTJ Ringan dan LTJ Berat.....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Penelitian Terkait Ekstraksi Unsur LTJ dari Konsentrat Itrium. ....	4
Tabel 1.2. Penelitian Terkait Penggunaan Ekstraktan Cyanex 572.....	5
Tabel 2.1. Kandungan LTJ pada Konsentrat Itrium. ....	9
Tabel 4.1. Hasil Pelarutan Konsentrat Itrium. ....	26
Tabel 4.2. Koefisien Distribusi LTJ pada Konsentrasi $\text{HNO}_3$ yang Berbeda.....	33
Tabel 4.3. Koefisien Distribusi LTJ pada Konsentrasi Ekstraktan yang Berbeda.....	38
Tabel 4.4. Koefisien Distribusi LTJ Berat dan LTJ Ringan pada Berbagai Waktu Ekstraksi. ....	41
Tabel 4.5. Koefisien Distribusi LTJ pada Berbagai Kecepatan Pengadukan. ....	43
Tabel 4.6. Nilai Parameter Ekstraksi pada Kondisi Optimum.....	45
Tabel 4.7. Konsentrasi Umpan LTJ dan Efisiensi Ekstraksi Menggunakan Cyanex 572 pada Penelitian Terdahulu dengan Sumber Umpan Campuran .....	48
Tabel 4.8. Konsentrasi Umpan LTJ dan Efisiensi Ekstraksi Menggunakan Cyanex 572 pada Penelitian Terdahulu dengan Sumber Umpan LTJ Murni.....	49
Tabel 4.9. Konsentrasi dan Koefisien Distribusi Unsur LTJ di Kondisi Optimum.....	53
Tabel 4.10. Faktor Pisah Setiap Unsur LTJ pada Kondisi Optimum Ekstraksi.....	54

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran I. Hasil Analisis ICP .....	65
Lampiran II. Hasil Analisis XRF .....	67
Lampiran III. Hasil Analisis FT-IR .....	72
Lampiran IV. Hasil Analisis XRD .....	79
Lampiran V. Hasil Pengukuran Volume FA dan FO .....	82
Lampiran VI. Dokumentasi Penelitian .....	83

## DAFTAR ISTILAH

$(aq)$	= Fasa air
$(org)$	= Fasa organik
$C_a$	= Konsentrasi solut di fasa air ( $M$ )
$C_o$	= Konsentrasi solut di fasa organik ( $M$ )
$D_{AB}$	= Difusivitas massa ( $m^2/s$ )
Diluen	= Pengencer ekstraktan di fasa organik
$E$	= Efisiensi ekstraksi (%)
Ekstraktan	= Solven atau pelarut organik reaktif yang digunakan untuk mengekstraksi unsur yang diinginkan
FA	= Fasa Air, berupa larutan umpan ekstraksi dan rafinat hasil ekstraksi pada larutan anorganik
FO	= Fasa Organik, berupa larutan yang berisi ekstraktan dan diluen, serta logam terlarut
$FP$	= Faktor Pisah
$H^+$	= Ion Hidrogen
$HA$	= Senyawa ekstraktan Cyanex 572
$J_{A,Z}$	= Kecepatan (fluks) transfer massa ( $kg/m^2s$ )
$\kappa$	= Konstanta Boltzman ( $J/K$ )
$K$	= Konstanta kesetimbangan ekstraksi
$K_d$	= Koefisien Distribusi
$K_d'$	= Koefisien distribusi <i>stripping</i>
$K_{d_m}$	= Koefisien distribusi untuk <i>multiple extraction</i>
$M^{n+}$	= Ion LTJ
$r$	= Jari-jari partikel zat terlarut ( $m$ )
$T$	= Suhu proses ( $K$ )
<i>Stripping</i>	= Proses pengambilan kembali unsur yang terlarut di fasa organik untuk kembali ke fasa air (re-ekstraksi)
$V_a$	= Volume fasa air ( $mL$ )
$V_o$	= Volume fasa organik ( $mL$ )
$X^-$	= Anion mineral / pelarut pada fasa air
$z$	= Lebar lapisan antar fasa ( $m$ )
$\mu$	= Viskositas ekstraktan ( $kg/m.s$ )