

ADSORPSI ION LOGAM BERAT KROMIUM (VI) MENGUNAKAN ADSORBEN DARI CANGKANG TELUR



Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang Ilmu Teknik Kimia

oleh:

Andre Pratama Setiawan (6213030)

Pembimbing:

Arenst Andreas, S.T., S.Si., M.Sc., Ph.D.

Hans Kristianto, S.T., M.T.



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2017**

No. Kode	: TK SET a/17
Tanggal	: 16 Januari 2018
No. Ind.	: 4268 - FTI / xrp 55013
Divisi	:
Hadiah / Bell	:
Dari	: FTI



LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : ADSORPSI ION LOGAM BERAT KROMIUM (VI) MENGGUNAKAN
ADSORBEN DARI CANGKANG TELUR**

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 7 Agustus 2017

Pembimbing Pertama

Arenst Andreas, S.T., S.Si., MSc., Ph.D

Pembimbing Kedua

Hans Kristianto, S.T., M.T.



Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan

SURAT PERNYATAAN

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Andre Pratama Setiawan

NPM : 2013620030

dengan ini menyatakan bahwa Laporan Penelitian dengan judul:

ADSORPSI ION LOGAM BERAT KROMIUM (VI) MENGGUNAKAN ADSORBEN DARI CANGKANG TELUR

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, materi atau sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 31 Juli 2017

Andre Pratama Setiawan
(2013620030)



LEMBAR REVISI

**JUDUL : ADSORPSI ION LOGAM BERAT KROMIUM (VI)
MENGUNAKAN ADSORBEN DARI CANGKANG TELUR**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui oleh :
Bandung, 7 Agustus 2017

Penguji

Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng

Penguji

Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng



DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
Telah diperiksa dan disetujui oleh :.....	ii
Bandung, 7 Agustus 2017	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
KATA PENGANTAR.....	xvii
INTISARI.....	xviii
ABSTRACT	xix
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah	2
1.3 Identifikasi Masalah.....	2
1.4 Premis	2
1.5 Hipotesis	3
1.6 Tujuan Penelitian.....	4
1.7 Manfaat Penelitian	4
BAB 2.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Adsorpsi.....	5

2.1.1	Definisi adsorpsi.....	5
2.1.2	Mekanisme adsorpsi.....	5
2.1.3	Adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia.....	6
2.1.4	Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi.....	7
2.1.5	Model-model Persamaan Adsorpsi.....	8
2.1.6	Model Kinetika Adsorpsi.....	11
2.2	Telur.....	13
2.2.1	Cangkang telur.....	13
2.2.2	Kalsinasi cangkang telur.....	14
2.2.3	Komposisi dan struktur kalsinasi cangkang telur.....	15
2.2.4	Pengaruh Kalsinasi cangkang telur pada adsorpsi dan Analisanya.....	16
2.3	Logam Berat.....	17
2.3.1	Kromium (Cr).....	18
2.3.2	Kompleks Cr.....	19
2.3.3	Dyphenylcarbazine.....	20
2.4	Spektrofotometer.....	21
2.4.1	Penentuan konsentrasi Cr VI dengan spektrofotometer.....	22
2.5	Review jurnal.....	22
BAB 3.....		24
BAHAN DAN METODE.....		24
3.1	Tahap-tahap penelitian.....	24
3.2	Bahan baku dan penunjang.....	24
3.3	Peralatan Utama dan Pendukung.....	24
3.3.1	Peralatan Utama dan Pendukung Pre-treatment dan kalsinasi cangkang telur ...	24
3.3.2	Peralatan Utama dan Pendukung Tahap Adsorpsi.....	25
3.4	Prosedur percobaan.....	25
3.4.1	Persiapan awal kalsinasi cangkang telur.....	25

3.4.2	Kalsinasi Cangkang telur.....	26
3.4.3	Pembuatan Larutan 1,5-diphenylcarbazine.....	26
3.4.3	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	26
3.4.4	Pembuatan Kurva Standard.....	27
3.4.5	Penentuan Pengaruh pH Larutan Ion Logam.....	28
3.4.6	Penentuan Pengaruh Massa Adsorben terhadap Penyerapan Ion Logam Cr.....	29
3.4.7	Penentuan Pengaruh Konsentrasi Larutan Ion Logam.....	30
3.4.8	Penentuan Pengaruh Temperatur Terhadap penyerapan ion logam Cr.....	31
3.5	Analisis Proses Adsorpsi	33
3.5.1	Analisis Isotermal Adsorpsi	33
3.5.2	Analisis Kinetika Adsorpsi	35
BAB 4	37
PEMBAHASAN	37
4.1	Pengaruh Kalsinasi Terhadap Karakteristik Cangkang Telur	37
4.1.1	Analisa FTIR.....	38
4.1.2	Analisa SEM.....	40
4.1.3	Analisa EDS	40
4.2	Model Isotermal Adsorpsi ion Cr (VI) pada cangkang telur	41
4.2.1	Isotermal Langmuir Variasi Konsentrasi Awal	43
4.2.2	Isotermal Freundlich Variasi Konsentrasi Awal.....	43
4.2.3	Isotermal Temkin Variasi Konsentrasi Awal.....	44
4.2.5	Kinetika Adsorpsi Variasi Konsentrasi Awal	46
4.3	Adsorpsi Logam Kromium Variasi pH.....	50
4.4	Adsorpsi Logam Kromium Variasi Jumlah Adsorben	52
4.5	Adsorpsi Logam Kromium Variasi Temperatur.....	54
4.6	Perbandingan Hasil Penelitian.....	55
BAB V	58

KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
Daftar pustaka.....	59
LAMPIRAN A	64
LAMPIRAN B	70
DATA PERCOBAAN DAN HASIL ANTARA.....	70
B.1 Kurva Standar dan Panjang Gelombang Larutan Logam Cr	70
B.2 Adsorpsi Logam Cr.....	70
B.3 Model Isotermal Variasi Konsentrasi Awal Tanpa Kalsinasi.....	72
B.4 Model Kinetika Variasi Awal Tanpa Kalsinasi	73
B.5 Adsorpsi Logam Cr Variasi pH Tanpa Kalsinasi.....	81
B.6 Kinetika Adsorpsi Logam Cr Variasi pH Tanpa Kalsinasi.....	82
B.7 Adsorpsi Logam Cr Variasi Konsentrasi Awal Kalsinasi.....	84
B.8 Kinetika Adsorpsi Logam Cr Variasi Konsentrasi Awal Kalsinasi.....	86
B.8 Adsorpsi Logam Cr Variasi pH Kalsinasi.....	93
B.9 Kinetika Logam Cr Variasi pH Kalsinasi	94
B.9 Adsorpsi Logam Cr Variasi Jumlah Adsorben Kalsinasi	96
B.10 Kinetika Adsorpsi Variasi Jumlah Adsorben Kalsinasi	97
B.11 Adsorpsi Logam Cr Variasi Temperatur Kalsinasi.....	100
B.12 Kinetika Adsorpsi Logam Cr Variasi Temperatur Kalsinasi.....	100
LAMPIRAN C	103
GRAFIK	103
C.1 Penentuan Kurva Standard an Panjang Gelombang	103
C.2 Adsorpsi Logam Cr Tanpa Kalsinasi	104
C.2.1 Model Isoterm Variasi Konsentrasi Awal (pH 3; 30 mg; 25°C).....	104
C.2.2 Model Kinetka Adsorpsi Variasi Konsentrasi Awal	108

C.3 Adsorpsi Logam Cr Kalsinasi	118
C.3.1 Model Isoterm Variasi Konsentrasi Awal (pH 3; 30 mg ; 25°C).....	118
C.3.2 Model Kinetika Variasi Konsentrasi Awal (pH 3; 30 mg; 25°C).....	122
C.3.3 Model Kinetika Variasi pH (100ppm; 30 mg; 25°C).....	130
C.4 Model Kinetika Adsorpsi Logam Cr Kalsinasi Variasi Jumlah Adsorben (100ppm; pH 3; 25°C).....	133
C.5 Model Kinetika Adsorpsi Logam Cr Kalsinasi Variasi Temperatur (100ppm; pH 3; 30mg).....	136
LAMPIRAN D	139
CONTOH PERHITUNGAN.....	139

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Adsorpsi Logam Kromium dengan kalsinasi cangkang telur	2
Tabel 1.2 Adsorpsi kromium dengan adsorben lain.....	3
Tabel 2.1 Perbedaan adsorpsi fisika dan kimia (Ruthven, 1984).....	7
Tabel 2.2 Zat-zat yang terkandung di dalam telur (Hunton, 2005).....	13
Tabel 2.3 komposisi cangkang telur (Park, et al., 2007).....	16
Tabel 3.1 Tabel Variasi Konsentrasi larutan Cr.....	32
Tabel 3.2 Variasi pH larutan	32
Tabel 3.3 Variasi Massa Adsorben.....	32
Tabel 3.4 Variasi Temperatur.....	33
Tabel 3.5 Parameter Isotermal Adsorpsi Langmuir	33
Tabel 3.6 Parameter Isotermal Adosrpsi Freundlich.....	34
Tabel 3.7 Parameter Isotermal Adsorpsi Temkin.....	34
Tabel 3.8 Parameter Isotermal Adsorpsi Dubinin-Radushkevich.....	35
Tabel 3.9 Parameter Pseudo Orde 1	35
Tabel 3.10 Parameter Pseudo Orde 2	36
Tabel 4. 1 Komposisi Cangkang Telur Kalsinasi dan Cangkang Telur Tanpa Kalsinasi ...	40
Tabel 4. 2 Model Isotermal Adsorpsi Variasi Konsentrasi Awal.....	42
Tabel 4. 3 Perbandingan % Removal dari Kedua Jenis Adsorben	47
Tabel 4. 4 Kinetika pseudo orde 1 dan pseudo orde 2	49
Tabel 4. 5 % Removal Variasi pH.....	50
Tabel 4. 6 Kinetika Adsorpsi Variasi pH	51
Tabel 4. 7 Kinetika Adsorpsi Varasi Jumlah Adsorben	52
Tabel 4. 8 % Removal dari Masing-Masing Variasi Adsorben	53
Tabel 4. 9 Kinetika Adsorpsi Variasi Temperatur	54
Tabel 4. 10 % Removal Variasi Temperatur.....	55
Tabel 4. 11 Perbandingan Hasil Adsorpsi Cr menggunakan Cangkang Telur.....	56
Tabel B. 1 Data Panjang Gelombang.....	70

Tabel B. 2 Data Kurva Standar	70
Tabel B. 3 Adsorpsi Logam Cr (100ppm; pH 3; 30 mg; 25°C) Tanpa Kalsinasi	70
Tabel B. 4 Adsorpsi Logam Cr (150ppm; pH 3; 30 mg; 25°C) Tanpa Kalsinasi	71
Tabel B. 5 Adsorpsi Logam Cr (200ppm; pH 3; 30 mg; 25°C) Tanpa Kalsinasi	71
Tabel B. 6 Adsorpsi Logam Cr (250ppm; pH 3; 30 mg; 25°C) Tanpa Kalsinasi	72
Tabel B. 7 Adsorpsi Logam Cr (300ppm; pH 3; 30 mg; 25°C) Tanpa Kalsinasi	72
Tabel B. 8 Model Isotermal Langmuir Tanpa Kalsinasi	72
Tabel B. 9 Model Isotermal Freundlich Tanpa Kalsinasi	73
Tabel B. 10 Model Isotermal Temkin Tanpa Kalsinasi	73
Tabel B. 11 Model Isotermal Dubinin-Raduskhevich.....	73
Tabel B. 12 Model Pseudo orde 1 (100ppm; pH 3; 30mg; 25°C).....	73
Tabel B. 13 Model Pseudo orde 1 (150ppm; pH 3; 30mg; 25°C).....	74
Tabel B. 14 Model Pseudo orde 1 (200ppm; pH 3; 30mg; 25°C).....	75
Tabel B. 15 Model Pseudo orde 1 (250ppm; pH 3; 30mg; 25°C).....	76
Tabel B. 16 Model Pseudo orde 1 (300ppm; pH 3; 30mg; 25°C).....	76
Tabel B. 17 Model Pseudo orde 2 (100ppm; pH 3; 30mg; 25°C).....	77
Tabel B. 18 Model Pseudo orde 2 (150ppm; pH 3; 30mg; 25°C).....	78
Tabel B. 19 Model Pseudo orde 2 (200ppm; pH 3; 30mg; 25°C).....	79
Tabel B. 20 Model Pseudo orde 2 (250ppm; pH 3; 30mg; 25°C).....	79
Tabel B. 21 Model Pseudo orde 2 (300ppm; pH 3; 30mg; 25°C).....	80
Tabel B. 22 Adsorpsi Logam Cr Variasi pH (100ppm; pH 2; 30mg; 25°C).....	81
Tabel B. 23 Adsorpsi Logam Cr Variasi pH (100ppm; pH 5; 30mg; 25°C).....	81
Tabel B. 24 Model Pseudo orde 1 (100ppm; pH 2; 30mg; 25°C).....	82
Tabel B. 25 Model Pseudo orde 1 (100ppm; pH 5; 30mg; 25°C).....	82
Tabel B. 26 Model Pseudo orde 2 (100ppm; pH 2; 30mg; 25°C).....	83
Tabel B. 27 Model Pseudo orde 2 (100ppm; pH 5; 30mg; 25°C).....	84
Tabel B. 28 Adsorpsi Logam Cr Konsentrasi Awal Kalsinasi (100ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	84
Tabel B. 29 Adsorpsi Logam Cr Konsentrasi Awal Kalsinasi (150ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	85
Tabel B. 30 Adsorpsi Logam Cr Konsentrasi Awal Kalsinasi (200ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	85

Tabel B. 31 Adsorpsi Logam Cr Konsentrasi Awal Kalsinasi (250ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	86
Tabel B. 32 Adsorpsi Logam Cr Konsentrasi Awal Kalsinasi (300ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	86
Tabel B. 33 Model Pseudo orde 1 Kalsinasi (100ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	86
Tabel B. 34 Model Pseudo orde 1 Kalsinasi (150ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	87
Tabel B. 35 Model Pseudo orde 1 Kalsinasi (200ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	88
Tabel B. 36 Model Pseudo orde 1 Kalsinasi (250ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	88
Tabel B. 37 Model Pseudo orde 1 Kalsinasi (300ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	89
Tabel B. 38 Model Pseudo orde 2 Kalsinasi (100ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	90
Tabel B. 39 Model Pseudo orde 2 Kalsinasi (150ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	90
Tabel B. 40 Model Pseudo orde 2 Kalsinasi (200ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	91
Tabel B. 41 Model Pseudo orde 2 Kalsinasi (250ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	92
Tabel B. 42 Model Pseudo orde 2 Kalsinasi (300ppm; pH 3; 30mg; 25°C)	92
Tabel B. 43 Adsorpsi Logam Cr Kalsinasi (100ppm; pH 2; 30mg; 25°C)	93
Tabel B. 44 Adsorpsi Logam Cr Kalsinasi (100ppm; pH 5; 30mg; 25°C)	93
Tabel B. 45 Model Pseudo orde 1 Kalsinasi (100ppm; pH 2; 30mg; 25°C)	94
Tabel B. 46 Model Pseudo orde 1 Kalsinasi (100ppm; pH 5; 30mg; 25°C)	94
Tabel B. 47 Model Pseudo orde 2 Kalsinasi (100ppm; pH 2; 30mg; 25°C)	95
Tabel B. 48 Model Pseudo orde 2 Kalsinasi (100ppm; pH 5; 30mg; 25°C)	96
Tabel B. 49 Adsorpsi Logam Cr Kalsinasi (100ppm; pH 2; 60mg; 25°C)	96
Tabel B. 50 Adsorpsi Logam Cr Kalsinasi (100ppm; pH 2; 90mg; 25°C)	97
Tabel B. 51 Model Pseudo orde 1 Kalsinasi (100ppm; pH 3; 60mg; 25°C)	97
Tabel B. 52 Model Pseudo orde 1 Kalsinasi (100ppm; pH 3; 90mg; 25°C)	98
Tabel B. 53 Model Pseudo orde 2 Kalsinasi (100ppm; pH 3; 60mg; 25°C)	98
Tabel B. 54 Model Pseudo orde 2 Kalsinasi (100ppm; pH 3; 90mg; 25°C)	99
Tabel B. 55 Adsorpsi Logam Cr Kalsinasi (100ppm; pH 3; 30mg; 35°C)	100
Tabel B. 56 Adsorpsi Logam Cr Kalsinasi (100ppm; pH 3; 30mg; 45°C)	100
Tabel B. 57 Model Pseudo orde 1 Kalsinasi (100ppm; pH 3; 30mg; 35°C)	100
Tabel B. 58 Model Pseudo orde 1 Kalsinasi (100ppm; pH 3; 30mg; 45°C)	101
Tabel B. 59 Model Pseudo orde 2 Kalsinasi (100ppm; pH 3; 30mg; 35°C)	101
Tabel B. 60 Model Pseudo orde 2 Kalsinasi (100ppm; pH 3; 30mg; 45°C)	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses adsorpsi (Khasanah, 2009).....	5
Gambar 2.2 Mekanisme adsorpsi.....	6
Gambar 2.3 gambar struktur utama telur (Hunton, 2005).....	13
Gambar 2.4 struktur cangkang telur (Hunton, 2005).....	14
Gambar 2.5 Struktur 1,5 diphenylcarbazide (DPC).....	20
Gambar 2.6 Reaksi oksidasi 1,5 diphenylcarbazide (DPC) menjadi diphenylcarbazone ...	21
Gambar 3.2 Diagram Alir Pre-treatment Cangkang Telur.....	26
Gambar 3.3 Pembuatan larutan complex.....	26
Gambar 3.4 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	27
Gambar 3.5 Pembuatan Kurva Standard.....	28
Gambar 3.6 Diagram Alir Penentuan pH Optimum Larutan Ion Logam.....	29
Gambar 3.7 Diagram Alir Penentuan Pengaruh Massa Adsorben.....	30
Gambar 3.8 Diagram Alir Penentuan Pengaruh Konsentrasi Larutan Ion Logam.....	31
Gambar 3.9 Diagram Alir Penentuan Temperatur.....	32
Gambar 4. 1 Serbuk Cangkang telur kalsinasi (kiri) dan tanpa kalsinasi (kanan).....	37
Gambar 4. 2 Hasil Analisa FTIR Cangkang Telur Kalsinasi (hitam) dan Cangkang Telur Tanpa Kalsinasi (merah).....	38
Gambar 4. 3 Hasil FTIR dari Penelitian (Choudary, et al., 2015).....	39
Gambar 4. 4 Permukaan cangkang telur kalsinasi (kiri) dan tanpa kalsinasi (kanan).....	40
Gambar 4. 5 Perbandingan isoterm Langmuir, Freundlich, Temkin, dan Dubinin-Radushkevich untuk cangkang telur kalsinasi.....	46
Gambar 4. 6 Perbandingan isoterm Langmuir, Freundlich, Temkin, dan Dubinin-Radushkevich untuk cangkang telur tanpa kalsinasi.....	46
Gambar 4. 7 Perbandingan % Removal dari Kedua Jenis Adsorben.....	47
Gambar 4. 8 Perbandingan Kinetika dari Cangkang Telur Kalsinasi dan Cangkang Telur Tanpa Kalsinasi pada konsentrasi 100 ppm.....	48
Gambar 4. 9 Pengaruh Variasi pH pada Cangkang Telur Kalsinasi.....	51
Gambar 4. 10 Pengaruh Variasi pH pada Cangkang Telur Biasa.....	51
Gambar 4. 11 Pengaruh Jumlah Adsorben Terhadap Waktu.....	53

Gambar 4. 12 Pengaruh Temperatur Terhadap Waktu.....	55
Gambar C. 1 Penentuan Panjang Gelombang	103
Gambar C. 2 Penentuan Kurva Standar.....	103
Gambar C. 3 Model Isotermal Adsorpsi Langmuir.....	104
Gambar C. 4 Grafik Data Percobaan vs Model Isotermal Adsorpsi Langmuir	104
Gambar C. 5 Model Isotermal Adsorpsi Freundlich.....	105
Gambar C. 6 Grafik Data Percobaan vs Model Isotermal Adsorpsi Freundlich.....	105
Gambar C. 7 Model Isotermal Adsorpsi Temkin.....	106
Gambar C. 8 Grafik Data Percobaan vs Model Isotermal Adsorpsi Temkin.....	106
Gambar C. 9 Model Isotermal Adsorpsi Dubinin-Raduskhevich	107
Gambar C. 10 Grafik Data Percobaan vs Model Isotermal Adsorpsi Dubinin-Raduskhevich	107
Gambar C. 11 Grafik Data Percobaan vs Model Isotermal Adsorpsi Langmuir, Freundlich, Temkin dan Dubinin-Raduskhevich.....	108
Gambar C. 12 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (100ppm).....	108
Gambar C. 13 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (150ppm).....	109
Gambar C. 14 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Konsentrasi Awal Cr(VI) 100 ppm	109
Gambar C. 15 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (150ppm).....	110
Gambar C. 16 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (150ppm).....	110
Gambar C. 17 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Konsentrasi Awal Cr(VI) 150 ppm	111
Gambar C. 18 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (200ppm).....	111
Gambar C. 19 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (200ppm).....	112
Gambar C. 20 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Konsentrasi Awal Cr(VI) 200 ppm	112
Gambar C. 21 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (250ppm).....	113
Gambar C. 22 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (250ppm).....	113
Gambar C. 23 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Konsentrasi Awal Cr(VI) 250 ppm	114
Gambar C. 24 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (300ppm).....	114
Gambar C. 25 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (pH 2).....	115

Gambar C. 26 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (pH 2)	115
Gambar C. 27 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Variasi pH Cr(VI) pH 2	116
Gambar C. 28 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (pH5)	116
Gambar C. 29 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (pH5)	117
Gambar C. 30 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Variasi pH Cr(VI) pH 5	117
Gambar C. 31 Model Isotermal Adsorpsi Langmuir (100ppm).....	118
Gambar C. 32 Grafik Data Percobaan vs Model Isotermal Adsorpsi Langmuir	118
Gambar C. 33 Model Isotermal Adsorpsi Freundlich	119
Gambar C. 34 Grafik Data Percobaan vs Model Isotermal Adsorpsi Freundlich.....	119
Gambar C. 35 Model Isotermal Adsorpsi Temkin.....	120
Gambar C. 36 Grafik Data Percobaan vs Model Isotermal Adsorpsi Temkin.....	120
Gambar C. 37 Model Isotermal Adsorpsi Dubinin-Raduskhevich	121
Gambar C. 38 Grafik Data Percobaan vs Model Isotermal Adsorpsi Dubinin-Raduskhevich	121
Gambar C. 39 Grafik Data Percobaan vs Model Isotermal Adsorpsi Langmuir, Freundlich, Temkin dan Dubinin-Raduskhevich.....	122
Gambar C. 40 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (100ppm).....	122
Gambar C. 41 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (100ppm).....	123
Gambar C. 42 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Konsentrasi Awal Cr(VI) 100 ppm	123
Gambar C. 43 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (150ppm).....	124
Gambar C. 44 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (150ppm).....	124
Gambar C. 45 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Konsentrasi Awal Cr(VI) 150 ppm	125
Gambar C. 46 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (200ppm).....	125
Gambar C. 47 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (200ppm).....	126
Gambar C. 48 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Konsentrasi Awal Cr(VI) 200 ppm	126
Gambar C. 49 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (250ppm).....	127
Gambar C. 50 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (250ppm).....	127

Gambar C. 51 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Konsentrasi Awal Cr(VI) 250 ppm	128
Gambar C. 52 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (300ppm).....	128
Gambar C. 53 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (300ppm).....	129
Gambar C. 54 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Konsentrasi Awal Cr(VI) 300 ppm	129
Gambar C. 55 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (pH2)	130
Gambar C. 56 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (pH5)	130
Gambar C. 57 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Variasi pH Cr(VI) pH 2	131
Gambar C. 58 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (pH 5)	131
Gambar C. 59 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (pH 5)	132
Gambar C. 60 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Variasi pH Cr(VI) pH 5	132
Gambar C. 61 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (60mg).....	133
Gambar C. 62 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (60mg).....	133
Gambar C. 63 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Variasi Jumlah Adsorben Cr(VI) 60 mg.....	134
Gambar C. 64 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (90mg).....	134
Gambar C. 65 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (90mg).....	135
Gambar C. 66 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Variasi Jumlah Adsorben Cr(VI) 90 mg.....	135
Gambar C. 67 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (35°C).....	136
Gambar C. 68 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (35°C).....	136
Gambar C. 69 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Variasi Temperatur Cr(VI) 35°C	137
Gambar C. 70 Model Kinetika Pseudo Orde 1 (45°C).....	137
Gambar C. 71 Model Kinetika Pseudo Orde 2 (45°C).....	138
Gambar C. 72 Grafik Perbandingan Antara Data Percobaan dan Pseudo Orde Variasi Temperatur Cr(VI) 45°C	138



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Adsorpsi Ion Logam Berat Kromium (VI) Menggunakan Adsorben dari Cangkang Telur” tepat waktu. penelitian ini disusun untuk memenuhi persyaratan tugas akhir untuk mencapai gelar sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Dengan kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan penelitian ini, terutama kepada :

1. Bapak Arenst Andreas, S.T., S.Si., MSc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran yang diperlukan selama penyusunan penelitian ini,
2. Bapak Hans Kristianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran yang diperlukan selama penyusunan penelitian ini,
3. Keluarga penulis yang setia memberikan dukungan moril dan materiil kepada penulis,
4. Teman-teman yang telah memberikan masukan, saran, dan dukungan kepada penulis,
5. Serta semua pihak lain yang telah ikut membantu dalam penyusunan penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari betul bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya masukan, saran, serta kritik yang membangun sebagai bahan perbaikan dalam penyusunan laporan berikutnya. Penulis berharap agar penelitian ini kelak dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 31 Juli 2016

Penulis



INTISARI

Limbah logam berat dalam konsentrasi tinggi dapat merusak lingkungan dan berdampak buruk bagi kesehatan manusia. Apabila kandungan logam berat dalam tubuh manusia melebihi batas yang diperbolehkan, akan menimbulkan bahaya kesehatan bagi manusia. Salah satu metode untuk menangani masalah kandungan logam berat dalam air yang paling efektif adalah melalui proses adsorpsi. Adsorben yang digunakan untuk menyerap kandungan logam dalam air berasal dari limbah berupa cangkang telur yang dikalsinasi. Dalam penelitian ini, digunakan logam berat kromium (VI) yang akan diadsorpsi dengan menggunakan cangkang telur yang telah dikalsinasi.

Cangkang telur yang digunakan adalah cangkang telur dari ayam yang kemudian dikalsinasi pada suhu 800°C untuk menyerap kandungan ion logam kromium (VI) dalam air. Perbedaan kandungan dan permukaan dari cangkang telur yang dihasilkan diuji dengan analisa FTIR, *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan EDS. Adsorben cangkang telur yang telah dikalsinasi digunakan untuk menyerap ion logam kromium (VI) dalam air dengan variasi konsentrasi awal, pH, jumlah adsorben, dan temperatur untuk membandingkan hasil kinerjanya antara cangkang telur biasa dan cangkang telur kalsinasi serta untuk memperoleh kondisi pH terbaik. Kandungan logam berat dalam air dianalisa menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan menggunakan pengompleks *1,5 diphenylcarbazine*.

Dari penelitian ini didapatkan bahwa kalsinasi pada cangkang telur berpengaruh terhadap hasil % *removal* dari ion logam Cr (VI) dan kecepatannya dalam mengadsorp. Dari variasi pH didapatkan pH optimum pada pH 3. Sedangkan dari variasi jumlah adsorben didapatkan bahwa massa adsorben maksimum untuk cangkang telur untuk proses adsorpsi ion Cr VI berkisar pada 90 mg. Model kinetika yang tepat untuk percobaan ini adalah Pseudo orde 2 untuk setiap variasi dan model isothermal adsorpsi yang tepat untuk variasi konsentrasi awal dalam percobaan ini adalah model isothermal Langmuir dengan R^2 sebesar 0,9655 dan kapasitas maksimum 1,501 mg logam Cr/ mg adsorben.

Kata kunci : logam berat, kromium (VI), cangkang telur, kalsinasi, adsorpsi



ABSTRACT

Heavy metal waste in high concentrations can damage the environment and adversely affect human health. If the heavy metal content in the human body exceeds the permissible limit, it will pose a health hazard to humans. One of the methods to deal with the most potent problem of heavy metal in water is through the adsorption process. The adsorbent used to adsorb the metal content in water comes from the waste of a calcined eggshell. In this study, a heavy metal chromium (VI) was used to be adsorbed using a calcined eggshell.

The eggshell used is a chicken's eggshell which is then calcined at a temperature of 800°C to absorb the chromium (VI) metal content in water. The differences in the content and surface of the resulting eggshell were tested by FTIR analysis, Scanning Electron Microscope (SEM) and EDS. Calcined eggshell adsorbents are used to adsorb chromium (VI) metal ions in water with variations in initial concentration, pH, amount of adsorbent, and temperature to compare their performance with ordinary egg shells and obtain the best pH conditions. The heavy metal content in water was analyzed using a UV-Vis spectrophotometer using a diphenylcarbazide compound.

From this research it was found that calcination on eggshell affect on the% removal of Cr (VI) metal ion and its speed in adsorption. From the pH variation, the optimum pH was obtained at pH 3. Eggshell from the variation of the adsorbent amount it was found that the maximum adsorbent mass for the adsorption process of Cr VI ion ranged at 90 mg. The exact kinetics model for this experiment is pseudo 2nd order for each variation and the right adsorption isothermal model for the initial concentration variation in this experiment is Langmuir isothermal model with R^2 of 0.9655 and a maximum capacity of 1.501 mg Cr / mg metal adsorbent.

Keywords: heavy metal, chromium (VI), eggshell, calcination, adsorption



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di Indonesia sekarang ini cukup pesat. Hal tersebut tidak lepas dari berkembangnya industri besar yang ada di Indonesia. Berkembangnya industri di Indonesia dapat dilihat dari banyaknya Industri yang telah mencapai angka 23.941 pada tahun 2013 (Badan Pusat Statistik). Meningkatnya jumlah industri di Indonesia memberikan keuntungan dan kerugian tersendiri bagi masyarakat. Salah satu kerugian yang sekarang ini banyak terjadi adalah menumpuknya limbah buangan industri yang di Indonesia.

Limbah yang dihasilkan dapat berupa limbah gas, cair, dan padat. Limbah padat berupa logam berat merupakan salah satu limbah yang paling berbahaya karena dapat menyebabkan banyak kerusakan pada organ tubuh dan komplikasi (Agustina, Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan dan Dampaknya Pada Kesehatan, 2010). Logam yang banyak dihasilkan di masyarakat adalah timbal (Pb), merkuri (Hg), cadmium (Cd), dan kromium (Cr). Industri-industri seperti elektro-plating, cat, pengawet kayu, dan tannin merupakan industri yang paling banyak menghasilkan logam Cr (Hutagalung, 1984). Banyaknya limbah berbahaya seperti logam Cr di lingkungan menunjukkan bahwa dibutuhkan suatu metode pengolahan limbah untuk mengurangi konsentrasi dari logam yang beracun dan berbahaya.

Metode yang banyak digunakan untuk menghilangkan ion logam antara lain *bio-sorption*, kompleksasi, pengendapan, ekstraksi, dan adsorpsi. Metode yang paling umum digunakan adalah adsorpsi karena metode ini sangat efektif dan ekonomis untuk menghilangkan ion logam (Shou & Qiu, 2014). Metode adsorpsi ini sangat dipengaruhi oleh adsorben yang digunakan. Kebanyakan adsorben adalah bahan yang berpori sehingga proses adsorpsi dapat terjadi pada dinding pori tersebut. Selain memiliki pori, adsorben juga harus mudah di dapat, tidak beracun, mudah diregenerasi, dan murah. Adsorben seperti karbon aktif sudah umum digunakan (Ahmaruzzaman, 2008). Pada era modern ini, banyak digunakan adsorben-adsorben yang berasal dari limbah seperti pada batok kelapa (Azam, Hameed, & Abdul , 2009), sekam jagung (Jalil, Triwahyono, Yaakob, Azmi,

Sapawe, & Kamarudin, 2012), kulit pisang (Abass, Abass, & Ibrahim, 2014), dan cangkang telur (Kuh & Kim, 1999).

Pada penelitian digunakan adsorben berupa cangkang telur. Pemilihan cangkang telur sebagai adsorben didasarkan karena cangkang telur merupakan limbah yang cukup banyak ditemukan di lingkungan masyarakat (Eletta, Ajayi, Ogunleye, & Akpan, 2015). Penelitian menggunakan cangkang telur sebagai adsorben untuk mengadsorpsi logam kromium pernah dilakukan sebelumnya oleh Park Heung Jai.

Pada penelitian tersebut cangkang telur dikalsinasi terlebih dahulu sebelum digunakan untuk mengadsorpsi logam. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan kapasitas adsorpsi mencapai 92,8 mg/ g pada pH 7-11 dan jumlah adsorben 2-4 g. Sedangkan pada penelitian ini adsorpsi ion logam Cr VI menggunakan kalsinasi cangkang telur yang dilakukan dengan berbagai variasi (konsentrasi awal, pH, jumlah adsorben, dan temperatur) akan menggunakan rentang pH yang jauh lebih kecil (2-5) dan menggunakan massa adsorben yang juga jauh lebih kecil (30-90 mg) untuk melihat kapasitas yang dapat dihasilkan oleh adsorben cangkang telur kalsinasi dan tanpa kalsinasi.

1.2 Tema Sentral Masalah

Cangkang telur ayam yang dikalsinasi pada suhu 850°C akan digunakan sebagai adsorben akan diuji untuk proses adsorpsi ion logam Cr dengan berbagai variasi, seperti : pH, tempratur, konsentrasi awal, dan jumlah adsorben.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana karakteristik dari cangkang telur sebelum dan sesudah dikalsinasi?
2. Bagaimana pengaruh jumlah adsorben dan temperatur terhadap kapasitas adsorpsi yang dihasilkan?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi awal larutan kromium dan pH terhadap kinerja cangkang telur sebagai adsorben?
4. Isotermal adsorpsi manakah yang mewakili kesetimbangan adsorpsi logam kromium menggunakan kalsinasi cangkang telur?
5. Kinetika adsorpsi manakah yang menjelaskan adsorpsi logam kromium menggunakan kalsinasi cangkang telur?

1.4 Premis

Tabel 1.1 Adsorpsi Logam Kromium dengan kalsinasi cangkang telur

Peneliti	Bahan baku	waktu (min)	Temperatur (°C)	Konsentrasi (mg logam/ g adsorben)	pH	Jumlah adsorben (gram)	Kapasitas adsorpsi (mg logam/ g adsorben)
Park Heung Jai et al.,	Cangkang telur yang dikalsinasi	10	-	-	7	2	92.8
Katarzyana Chocjnacka	Cangkang telur yang dikalsinasi	60	20	200	5	5	40.32
		60	30	200	5	5	35.84
		60	40	200	5	5	39.53
		60	50	200	5	5	30.03
		60	60	200	5	5	20.24

Tabel 1.2 Adsorpsi kromium dengan adsorben lain

Peneliti	Bahan baku	Waktu (min)	Temperatur (°C)	Konsentrasi (mg logam/ g adsorben)	pH	Jumlah adsorben (gram)	% penyerapan
Dahbi S. et al.,	tulang sapi yang dikalsinasi	30	-	10	1	2	90%
Jamil R. Memon et al.,	kulit pisang	10	-	-	2	0.1	95%

1.5 Hipotesis

1. Proses kalsinasi terhadap cangkang telur akan berpengaruh pada karakteristiknya seperti warna, kandungan, dan struktur permukaannya. Selain itu proses kalsinasi menyebabkan proses adsorpsi berjalan lebih cepat.
2. Jumlah adsorben yang semakin banyak akan meningkatkan kapasitas adsorpsi namun membutuhkan waktu yang lebih lama. Sedangkan temperatur akan mempersingkat waktu proses namun kapasitas akan berkurang.
3. Semakin besar konsentrasi dari logam kromium, kinerja dari cangkang telur akan menurun. Sedangkan pH yang berbeda akan mempengaruhi hasil dari adsorpsi.
4. Model isotermal yang mungkin sesuai untuk percobaan ini adalah isoterm Langmuir.
5. Model kinetika yang sesuai dengan percobaan ini adalah pseudo orde 2.

1.6 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh kalsinasi pada cangkang telur terhadap kinerja adsorben.
2. Mengetahui pengaruh variasi seperti pH, waktu dan jumlah adsorben pada adsorpsi logam Cr menggunakan kalsinasi cangkang telur.
3. Mengetahui persamaan isotherm yang tepat untuk mewakili kondisi adsorpsi menggunakan cangkang telur
4. Mengetahui kapasitas maksimum yang dapat dihasilkan cangkang telur dalam proses adsorpsi logam kromium.

1.7 Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti

Mengetahui bahwa cangkang telur dapat digunakan sebagai adsorben, pengaruh kalsinasi pada cangkang telur serta beberapa pengaruh variabel, seperti : temperature, pH, konsentrasi, dan jumlah adsorben pada kapasitas adsorpsi zat warna.

2. Bagi bidang industri

Dapat memberikan alternatif metode pengolahan limbah yang ekonomis, efektif, dan efisien untuk limbah logam kromium pada industri seperti industri cat dan tannin.

3. Bagi bidang ilmu pengetahuan dan teknologi

Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pemanfaatan limbah rumah tangga, khususnya cangkang telur.