

**PENYISIHAN ION KALSIUM MENGGUNAKAN METODE
ELEKTROKOAGULASI DENGAN VARIASI KONSENTRASI AWAL ION
KALSIUM DAN KECEPATAN PENGADUKAN**

SKRIPSI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

PRAMU LISTIYAN DWI SAPUTRA

NIM. 135061101111026

MUTHIARANI SARAH

NIM. 135061101111038

Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik

Universitas Brawijaya

2017

LEMBAR PENGESAHAN

**PENYISIHAN ION KALSIMUM MENGGUNAKAN METODE
ELEKTROKOAGULASI DENGAN VARIASI KONSENTRASI AWAL ION
KALSIMUM DAN KECEPATAN PENGADUKAN**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

Pramu Listiyan Dwi Saputra 135061101111026

Muthiarani Sarah 135061101111038

**Skripsi ini Telah Direvisi dan Disetujui oleh Dosen Pembimbing
pada Tanggal 14 Agustus 2017**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Bambang Ismoyanto, MS.
NIP. 19600504 198603 1 003


Juliananda, ST., M. Sc.
NIP. 201304 830718 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Ir. Bambang Poerwadi, MS.
NIP. 19600126 198603 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran saya dari berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses dengan peraturan perundangundangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 11 Agustus 2017



Pramu Listiyan Dwi Saputra

NIM. 135061101111026

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran saya dari berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses dengan peraturan perundangundangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Malang, 11 Agustus 2017


WILHARAI
TEMPER
0A45BACF629555206
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Muthiarani Sarah

NIM.13506110111038

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Pramu Listiyan Dwi Saputra
Nama Panggilan : Pramu
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat Tanggal Lahir : Ponorogo, 02 Februari 1995
Golongan darah : AB
Alamat : Jalan Pemuda RT 2/ RW 2, Desa
Sawuh, Kec. Siman, Kab. Ponorogo
Status Pernikahan : Belum menikah
Agama : Islam
No. Telpon/HP : +62 81333933951
Alamat email : pramulistiyan@gmail.com
Pendidikan Terakhir : SMA (Sekolah Menengah Atas)
Status : Pelajar Mahasiswa Bekerja
Nama Lembaga : Universitas Brawijaya
Alamat Lembaga : Jl. Veteran, Kota Malang Jawa Timur 65145
No. Telpon Lembaga : (0341) 551611
Hobi : Traveling, futsal



RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Instansi Pendidikan	Tahun
1	S1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang	2013 – 2017
2	SMA Negeri 2 Ponorogo	2010 – 2013
3	SMP Negeri 2 Ponorogo	2007 – 2010
4	SD Negeri 1 Sawuh	2001 – 2007

PENGALAMAN KEPANITIAAN

No.	Kepanitiaan	Status / Jabatan	Tahun
1.	Panitia Koneksi III Teknik Kimia	Ketua Bidang Transkoper	2014
2.	Panitia PROBINMABA 2014	Staff Bidang Acara	2014
3.	I-Challenge Teknik Kimia FT-UB	Staff Bidang Transkoper	2015
4.	RAKORNAS BKKMTKI 2016	Staff Bidang Transkoper	2016

SEMINAR DAN WORKSHOP

No	Judul Seminar	Penyelenggara	Tahun
1.	Sarasehan dan Kuliah Tamu "Rekayasa Sumber Daya Alam Sebagai Sumber Energi"	PSTK FT – UB	2013
2.	Lokakarya Pengenalan Dunia Industri sebagai Gambaran Praktek Kerja Lapang bagi Mahasiswa : Oleh PT. Semen Indonesia, PT. Cheil Jedang, PT. Sasa Inti dan PG. Krebet Baru	Teknik Kimia – FT UB	2014

3.	Kuliah Tamu Material Energitika	PSTK FT – UB	2014
4.	Kuliah Tamu “Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Industri”	Teknik Kimia – FT UB	2014

PENGALAMAN KERJA

No.	Program	Tempat	Bagian	Tahun
1.	Kuliah Kerja Nyata Praktik (KKNP)	PT. Krakatau (Persero) Tbk	CRM	2016

SERTIFIKASI/PELATIHAN YANG PERNAH DIKUTI

No.	Nama Sertifikasi/Pelatihan	Lembaga	Tahun
.1	TOEFL ITP	UB – ETS	2017
2.	<i>Microsoft Office Desktop Application</i>	UB – Trust Training Partners	2017

BAHASA YANG DIKUASAI

No.	Bahasa	Aktif/Pasif
1.	Bahasa Indonesia	Aktif
2.	Bahasa Inggris	Aktif

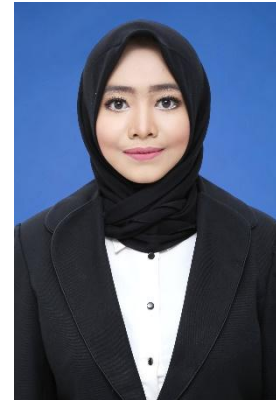
SOFTWARE YANG DIKUASAI

No	Nama Software	Versi
1	Microsoft Office	2010, 2013, 2016
2	Corel Draw	X5
3	Aspen Hysys	7.3

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Muthiarani Sarah
Nama Panggilan : Sarah
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat Tanggal Lahir : Jakarta, 24 November 1995
Golongan darah : O
Alamat : Jalan Sumenep, No. 29, Menteng, Jakarta Pusat 10310
Status Pernikahan : Belum menikah
Agama : Islam
No. Telpon/HP : +62 858 8000 4734
Alamat email : sarahmuthiarani@gmail.com
Pendidikan Terakhir : SMA (Sekolah Menengah Atas)
Status : Pelajar Mahasiswa Bekerja
Nama Lembaga : Universitas Brawijaya
Alamat Lembaga : Jl. Veteran, Kota Malang Jawa Timur 65145
No. Telpon Lembaga : (0341) 551611
Hobi : Berenang, traveling
Talenta : Menari



RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Instansi Pendidikan	Tahun
1	S1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang	2013 – 2017
2	SMAN 3 Jakarta	2010 – 2013
3	SMPN 1 Jakarta	2007 – 2010
4	SDNP Guntur 03 Pagi	2001 – 2007

PENGALAMAN ORGANISASI

No.	Nama Organisasi	Jabatan	Periode
1.	BEM Teknik Universitas Brawijaya	Staff Humas, Infokom, dan Kebijakan Publik	2014 - 2015
2.	Lembaga Pers Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Brawijaya (SOLID)	Staff Humas	2014 – 2015
3.	Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HMTK) Universitas Brawijaya	Staff Humas, Infokom, dan Kebijakan Publik	2015 - 2016
4.	BEM Teknik Universitas Brawijaya	Staff Komisi Eksternal	2015 - 2016

PENGALAMAN KEPANITIAAN

No.	Kepanitiaan	Status / Jabatan	Tahun
1.	KONEKSI III Teknik Kimia Universitas Brawijaya	Anggota Acara	2014
2.	Teknik In Show 2014	Penanggung Jawab Expo	2014
3.	Kongres Mahasiswa Teknik Universitas Brawijaya	Anggota PDD	2014
4.	Kongres Mahasiswa Teknik Kimia Universitas Brawijaya	Ketua Bidang Acara	2014
5.	<i>I-Challenge (Indonesia Chemical Engineering Event)</i> Teknik Kimia Universitas Brawijaya	Anggota Acara	2014

6.	Program Pembinaan Mahasiswa Baru (Probin Maba) Fakultas Teknik Universitas Brawijaya	Anggota Acara	2014
7.	Program Pembinaan Mahasiswa Baru (Probin Maba) Jurusan Teknik Kimia Universitas Brawijaya	Anggota Acara	2014
8.	Kemah Kerja Mahasiswa XXXVII Fakultas Teknik Universtas Brawijaya	Anggota Acara	2015
9.	Pelatihan Kader Teknik (PKT) 2015	Anggota Acara	2015
10.	Teknik In Show 2015	Penanggung Jawab Games	2015
11.	Program Pembinaan Mahasiswa Baru (Probin Maba) Fakultas Teknik Universitas Brawijaya	Penanggung Jawab Materi	2015
12.	Program Pembinaan Mahasiswa Baru (Probin Maba) Jurusan Teknik Kimia Universitas Brawijaya	Anggota Acara	2015
13.	<i>I-Challenge (Indonesia Chemical Engineering Event)</i> Teknik Kimia Universitas Brawijaya	Anggota Dana Usaha	2015
14.	Community Development Universitas Brawijaya	Volunteer Acara	2015
15.	Brawijaya Mengajar	Volunteer Acara	2016
16.	Rakornas BKKMTKI (Badan Koordinasi Kegiatan Mahasiswa Teknik Kimia Indonesia)	Anggota Humas	2016

SEMINAR , PELATIHAN DAN WORKSHOP

No	Judul Seminar	Penyelenggara	Tahun
1.	Sarasehan dan Kuliah Tamu "Rekayasa Sumber Daya Alam Sebagai Sumber Energi"	Teknik Kimia FT-UB	2013
2.	Lokakarya Pengenalan Dunia Industri sebagai Gambaran Praktek Kerja Lapang bagi Mahasiswa : Oleh PT. Semen Indonesia, PT. Cheil Jedang, PT. Sasa Inti dan PG. Krebet Baru	Teknik Kimia FT-UB	2014
3.	Kuliah Tamu Material Energitika	Teknik Kimia FT-UB	2014
4.	Kuliah Tamu "Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Industri"	Teknik Kimia FT-UB	2014
5.	Pelatihan Kader Teknik (PKT) 2014	FT-UB	2014
6.	Pelatihan Jurnalistik	SOLID	2014
7.	Software Training: Aspen HYSYS for Professional Engineering	HMTK FT-UB	2016
8.	TOEFL ITP	UB-ETS	2017

PENGALAMAN KERJA

No.	Program	Tempat	Bagian	Tahun
1.	Full-time	PT Malangkucecwara (Radio MFM)	Offair Production	2015
2.	Internship	PT Petrokimia Gresik	Unit Pabrik I	2016

BAHASA YANG DIKUASAI

No.	Bahasa	Aktif/Pasif
1.	Bahasa Indonesia	Aktif
2.	Bahasa Inggris	Aktif

SOFTWARE YANG DIKUASAI

No	Nama Software	Versi
1	Microsoft Office	2010
2	Corel Draw	X5
3	Aspen Hysys	7.3

Ucapan terima kasih kepada :

Ayah dan Ibu, serta keluarga tercinta atas segala doa dan dukungan kepada kami yang membimbing kami menjadi orang yang lebih baik

RINGKASAN

PRAMU LISTIYAN DWI SAPUTRA, MUTHIARANI SARAH, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2017, *Penyisihan Ion Kalsium Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dengan Variasi Konsentrasi Awal Ion Kalsium dan Kecepatan Pengadukan*, Dosen Pembimbing: Bambang Ismuyanto, Juliananda, dan Nurul Faiqotul Himma.

Kesadahan air adalah kandungan mineral-mineral yang terlalu tinggi dalam suatu perairan. Kesadahan air disebabkan oleh adanya kandungan kalsium (Ca) dengan konsentrasi yang tinggi, yakni 150 – 300 ppm. Salah satu metode untuk penyisihan kadar kalsium adalah dengan metode elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi merupakan gabungan dari metode elektrokimia, koagulasi dan flotasi. Proses elektrokoagulasi pada pengolahan air diawali dengan pembentukan koagulan aktif dilepaskan dari anoda yang berupa ion logam ke dalam larutan, dan terjadi reaksi pelepasan gas hidrogen pada katoda.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi awal Ca^{2+} dan kecepatan pengadukan. Proses elektrokoagulasi dilakukan dengan larutan sintesis CaCl_2 dengan variasi konsentrasi awal Ca^{2+} yaitu 200, 300 dan 400 ppm, sedangkan untuk pengaruh kecepatan pengadukan dilakukan dengan variasi 0, 125, 250, dan 375 rpm. Tegangan listrik yang digunakan sebesar 20 V menggunakan jenis elektroda Al-Al dengan jarak antara elektroda 1,5 cm dan luas permukaan elektroda yang tercelup 3,5 cm x 4 cm selama 120 menit. Kandungan Ca^{2+} hasil elektrokoagulasi dianalisa menggunakan analisa titimetri Na_2EDTA .

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi awal dan kecepatan pengadukan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap persen penyisihan Ca^{2+} . Semakin tinggi konsentrasi awal Ca^{2+} , pada kecepatan yang rendah yakni 0 rpm dan 125 rpm menyebabkan persen efisiensi penyisihan Ca^{2+} semakin menurun. Sedangkan pada kecepatan yang lebih tinggi, yakni 250 rpm dan 375 rpm, persen efisiensi penyisihan akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi awal Ca^{2+} . Konsentrasi yang terlalu tinggi akan menghambat laju dari pengikatan antara koagulan dengan ion kalsium, sehingga dengan adanya kecepatan pengadukan akan mempercepat laju pengikatan. Namun, kecepatan pengadukan yang terlalu tinggi dapat memecah flok-flok yang telah terbentuk. Kondisi optimum pada proses elektrokoagulasi dengan tegangan 20 V selama 120 menit didapatkan persen efisiensi penyisihan terbesar pada konsentrasi awal Ca^{2+} 200 ppm dengan kecepatan pengadukan 125 rpm sebesar 73,34%.

Kata kunci : elektrokoagulasi, kalsium, kecepatan pengadukan, konsentrasi awal

SUMMARY

PRAMU LISTIYAN DWI SAPUTRA, MUTHIARANI SARAH, *Department of Chemical Engineering Faculty, Brawijaya University, July 2017. Ion Calcium Removal Using Electrocoagulation Method with Variations Concentration of Ion Calciums and Stirring Rate, Lecturer : Bambang Ismuyanto, Juliananda, dan Nurul Faiqotul Himma.*

Water hardness is the content of minerals that are too high in a waters. Water hardness caused by the presence of deposits of calcium (Ca) with a high concentration. One of the method to reduce calcium with eceltrocoagulation method. Electrocoagulation is electrochemical method for water treatment, which produce active coagulant ion metal from anode into solution and hydrogen gas release from reaction in cathode

This study aims to determine the effect of initial concentration Ca^{2+} and stirring rate. Electrocoagulation process was performed using synthesis of solution CaCl_2 with variations initial concentration of Ca^{2+} is 200, 300, and 400 ppm, while variations of strirring rate is 0, 125, 250 and 375 rpm. The applied voltage is 20 V using type of electrode Al-Al with distance of electroda 1,5 cm and surface area of 3,5 cm x 4 cm for 120 minutes. Contents of Ca^{2+} was analyzed using titrimetri Na_2EDTA .

The results showed that the effect of initial concentration and stirring rate give a significant effect to percentage removal of Ca^{2+} . The higher initial concentration of Ca^{2+} , at low stirring rate that is 0 rpm and 125 rpm causing a decrease percentage efficiency removal of Ca^{2+} . While at higher stirring rate that is 250 rpm and 375 rpm, percentage efficiency removal of Ca^{2+} will increase as the initial concentration of Ca^{2+} increase. Initial concentration too high will inhibit the rate of contact between coagulant and Ca^{2+} , so that with stirring rate can speed up rate of contact. However, too high a stirring rate can break down the flocks that was formed. The optimum condition of the electrocoagulation process with voltage 20 V for 120 minutes obtained the largest percentage efficiency removal of Ca^{2+} 200 ppm with stirring rate 125 rpm that is 73,34%

Keywords : calcium, electrocoagulation, initial concentration, stirring rate

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami selaku penulis panjatkan kepada Allah SWT atas karunia, ridho dan izin-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Skripsi dengan judul “PENYISIHAN ION KALSIUM MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI DENGAN VARIASI KONSENTRASI AWAL ION KALSIUM DAN KECEPATAN PENGADUKAN” dapat terselesaikan dengan baik berkat bantuan dan dorongan dari semua pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan kepada:

1. Orang tua, kakak-kakak, dan adik-adik serta keluarga besar kami semua dukungan dan doa selama ini.
2. Ir. Bambang Poerwadi, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Brawijaya.
3. Ir. Bambang Ismuyanto, MS., selaku Dosen Pembimbing I mata kuliah Skripsi Rekayasa Lingkungan di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membimbing dan membantu kami dalam proses pelaksanaan skripsi
4. Juliananda, St., M. Sc., selaku Dosen Pembimbing II mata kuliah Skripsi Rekayasa Lingkungan di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membimbing dan membantu kami dalam proses pelaksanaan skripsi
5. Nurul Faiqotul Himma, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing III mata kuliah Skripsi Rekayasa Lingkungan di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membimbing dan membantu kami dalam proses pelaksanaan skripsi
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Kimia Universitas Brawijaya atas bekal ilmu, wawasan serta pengalaman yang diajarkan selama mengikuti perkuliahan hingga akhir penulisan skripsi.
7. Agustina Rahayu, A.Md., Evi Sulviani Nengseh, A.Md., dan Rifa Rahma, ST., selaku PLP Laboratorium Teknik Kimia yang telah membantu selama penelitian skripsi.
8. Seluruh karyawan dan staf Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi.

9. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Teknik Kimia dan Keluarga Besar Mahasiswa Teknik yang telah membantu dan memberi semangat kepada penulis.
10. Teman-teman yang sudah ikut membantu dan mendukung dalam bentuk apapun selama pengerjaan skripsi ini.

Penulis mengharapkan saran dari semua pihak demi kebaikan penelitian ini. Demikian laporan tugas akhir ini dibuat, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak dan penulis sendiri. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Malang, Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	ix
SUMMARY	xiii
KATAPENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Sungai Brantas.....	5
2.2 Kesadahan.....	5
2.2.1 Kalsium.....	7
2.2.2 Metode Penyisihan Kesadahan Air.....	7
2.3 Elektrokoagulasi.....	9
2.3.1 Mekanisme Elektrokoagulasi.....	12
2.3.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi elektrokoagulasi....	Error! Bookmark not defined.14
2.4 Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	21
3.2 Variabel Penelitian.....	21
3.2.1 Variabel Bebas.....	21
3.2.2 Variabel Kontrol.....	21
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	21
3.3.1 Alat Penelitian.....	21
3.3.2 Bahan Penelitian.....	22
3.4 Prosedur Penelitian.....	22
3.4.1 Proses Pembuatan Larutan induk Ca ²⁺ dengan Konsentrasi 1000 ppm.....	22
3.4.2 Pembuatan larutan sampel Ca ²⁺	23

3.4.3	Rangkaian Sistem Elektrokoagulasi	24
3.4.4	Proses Elektrokoagulasi.....	25
3.4.5	Analisa Kesadahan.....	26
3.5	<i>Pre-treatment</i> Elektroda	29
3.6	Analisis Massa Elektroda	30
3.7	Analisis Konduktivitas.....	31
3.8	Metode Pengukuran Konsentrasi Ion Kalsium	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Pengaruh Konsentrasi Awal Ion Kalsium Terhadap Penyisihan Ion Kalsium	33
4.2.	Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyisihan Ion Kalsium	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN 1		55
LAMPIRAN 2		67
LAMPIRAN 3		69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kandungan Air Sungai Brantas.....	5
Tabel 2.2. Kation Penyebab Kesadahan dalam Air dan Anionnya.....	6
Tabel 2.3. Klasifikasi Tingkat Kesadahan Air.....	6
Tabel 2.4. Data Penelitian Terdahulu.....	19
Tabel 4.1. Data Hasil Penelitian.....	36
Tabel 6.1. Data Hasil Perhitungan Konsentrasi Awal Ca^{2+} 212 ppm	58
Tabel 6.2. Data Hasil Perhitungan Konsentrasi Awal Ca^{2+} 310 ppm.....	60
Tabel 6.3. Data Hasil Perhitungan Konsentrasi Awal Ca^{2+} 408 ppm.....	62
Tabel 6.4. Data Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokoagulasi.....	64
Tabel 6.5. Data Massa Kertas Saring.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Venn Elektrokoagulasi	9
Gambar 2.2. Diagram Skema Proses Elektrokoagulasi	10
Gambar 2.3. Diagram <i>Pourbaix</i> Alumunium	13
Gambar 2.4. Grafik Efek Konsentrasi Awal terhadap Penyisihan Ca^{2+} dan Mg^{2+} (menggunakan elektroda Al-Al, arus listrik 3 A dan jarak antar elektroda 2 cm)	15
Gambar 2.5. Grafik Efek Kecepatan Pengadukan terhadap Efisiensi Penyisihan Ca^{2+} dan Mg^{2+} (menggunakan elektroda Al-Al, arus listrik 3 A dan jarak antar elektroda 2 cm)	15
Gambar 3.1. Diagram Alir Proses Pembuatan Larutan Induk Ca^{2+} 1000 ppm	23
Gambar 3.2. Diagram Alir Proses Pengenceran Larutan Ca^{2+}	24
Gambar 3.3. Rangkaian Alat Elektrokoagulasi	25
Gambar 3.4. Diagram Alir Proses Elektrokoagulasi	26
Gambar 3.5. Diagram Alir Pembuatan Na_2EDTA 0,01 M	27
Gambar 3.6. Diagram Alir Proses Titrasi Larutan Ca^{2+} 1000 ppm	28
Gambar 3.7. Diagram Alir Proses Titrasi Sampel	29
Gambar 3.8. Diagram Alir <i>Pre-Treatment</i> Elektroda	30
Gambar 3.9. Diagram Alir Analisa Massa Elektroda	31
Gambar 4.1. Grafik Penyisihan Ion Kalsium dengan Konsentrasi Awal Ca^{2+} : (a) 200 ppm , (b) 300 ppm, dan (c) 400 ppm	33
Gambar 4.2. Diagram <i>Poubaix</i> Alumunium	38
Gambar 4.3. Grafik Penyisihan Ion Kalsium dengan Kecepatan Pengadukan : (a) 0 rpm, (b) 125 rpm, (c) 250 rpm, dan (d) 375 rpm	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan	55
Lampiran 2. Dokumentasi	67
Lampiran 3. Riwayat Hidup	69

