

**KARAKTERISASI KOMPENEN BIOAKTIF DAN UJI AKTIVITAS
EKSTRAK NaCl BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.)
TERHADAP NITRAT (NO_3^-)**

JURNAL SKRIPSI

**Oleh :
FARAHYAH EKI RIANTINI
NIM.10630022**



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

2014

**KARAKTERISASI KOMPENEN BIOAKTIF DAN UJI AKTIVITAS
EKSTRAK NaCl BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.) TERHADAP
NITRAT (NO₃)**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**FARAHYAH EKI RIANTINI
NIM. 10630022**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**

2014

**KARAKTERISASI KOMPENEN BIOAKTIF DAN UJI AKTIVITAS
EKSTRAK NaCl BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.) TERHADAP
NITRAT (NO_3^-)**

SKRIPSI

Oleh:

**FARAHYAH EKI Riantini
NIM. 10630022**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 11 Juli 2014

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Eny Yulianti, M.Si

NIP. 19760611 200501 2 006

Begum Fauziyah, S.Si., M.Farm

NIP. 19830628 200912 2 004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Elok Kamilah Hayati, M.Si

NIP. 19790620 200604 2 002

**KARAKTERISASI KOMPENEN BIOAKTIF DAN UJI AKTIVITAS
EKSTRAK NaCl BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.) TERHADAP
NITRAT (NO_3^-)**

SKRIPSI

Oleh:

**FARAHYAH EKI RIANTINI
NIM. 10630022**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Malang, 11 Juli 2014

Penguji Utama	: Rachmawati Ningsih, M.Si 19810811 200801 2 010	(.....)
Ketua Penguji	: Susi Nurul Khalifah, M.Si NIPT. 20130902 2 317	(.....)
Sekretaris Penguji	: Eny Yulianti, M.Si NIP. 19760611 200501 2 006	(.....)
Anggota Penguji	: Begum Fauziyah, S.Si, M.Farm NIP. 19830628 200912 2 004	(.....)

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang

Elok Kamilah Hayati, M. Si
NIP. 19790620 200604 2 002

**SURAT PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Farahiyah Eki Riantini

NIM : 10630022

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Kimia

Judul Penelitian : Karakterisasi Komponen Bioaktif dan Uji Aktivitas Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) terhadap Nitrat (NO_3^-)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 11 Juli 2014

Yang Membuat Pernyataan,

Farahiyah Eki Riantini

NIM. 10630022

Lembar Persembahan

Ybarat sekuntum mawar merah disinari surya indah,
begitu juga hidup takkan indah tanpa tujuan, harapan
dan tantangan.

**Sepenuh hati Kupersembahkan
Skirpsi ini kepada Kedua Orang
Tua dan Adik-adikku Tercinta**

**Terima kasih kepada kedua orang tua
khususnya kepada bunda tercinta
yang sudah bekerja keras untuk
pendidikanku selama ini.**

**Terima kasih kepada teman-teman Chemis'10, keluarga
HIMASKA''Helium'', UKM Tae Kwon Do, BenTang 01,
USA 41, Kertorejo 27B dan tak lupa Anda yang
sudah membantu dan memberi semangat sehingga
saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.**

**Semoga ilmu yang selama ini kita
peroleh menjadi ilmu yang
bermanfaat.**

Motto

Dengan usaha serta doa
Selalu ada jalan serta kemudahan
yang diberikan Allah untuk hamba-Nya.

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾ فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٧﴾ وَإِلَىٰ رَبِّكَ
فَارْغَبْ ﴿٨﴾

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (urusan dunia), kerjakanlah dengan sungguh-sungguhlah (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah kamu berharap.” (QS. Al-Insyirah/94: 5-8)

“GANBATTE KUDASAI”

KATA PENGATAR

Alhamdulillah dengan rasa syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang maha pengasi dan lagi maha penyayang, dimana dengan limpahan rahmatnya, taufik, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan penuh percaya diri.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada junjungan kita Nabi Akbar, yang merupakan pencetus kehidupan keadilan dan yang menjadikan umatnya agar senantiasa berlandaskan Al Qur'an dan Al Hadits. Beliaulah Nabi besar yakni Nabi Muhammad SAW yang patut dijadikan figur pegangan hidup atas syari'atnya.

Alhamdulillah, penulis panjatkan rasa syukur atas selesainya Skripsi yang berjudul "Karakterisasi Komponen Bioaktif dan Uji Aktivitas Koagulasi Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) Terhadap Nitrat (NO_3^-)". Dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, nasehat, petunjuk serta bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
2. Ibu Dr. Bayyinatul Muctaromah, drh. M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Eny Yulianti, M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah ikhlas membimbing dan memberi pengarahan kepada penulis.
5. Ibu Begum Fauziyah, S.Si, M.Farm selaku dosen pembimbing II yang telah ikhlas membimbing dan memberi pengarahan kepada penulis

6. Ibu Elly Rustanti, M.Sc selaku dosen konsultan kampus yang telah ikhlas membimbing dan memberi pengarahan kepada penulis
7. Teman-teman Kimia 10 yang selalu penulis jadikan motivasi disetiap langkah kami untuk mewujudkan cita-cita kami.

Dalam penulisan Skripsi ini penulis menyadari dalam penyusunannya begitu jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar penyusunannya menjadi sempurna.

Akhirnya kata penulis berdo'a semoga penyusunan Skripsi ini dapat memberi nilai tambah bagi pembuat dan semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua dan penerus selanjutnya, AMIN.

Malang, 11 Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ORISINALITAS PENELITIAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
LEMBAR MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Masalah	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pemanfaatan Tumbuhan dalam Perspektif Islam	9
2.2 Biji Asam Jawa	11
2.3 Biji Asam Jawa sebagai Koagulan Alami	12
2.4 Metode <i>Salting-in</i>	15
2.5 Nitrat	18
2.6 Ekstraksi NaCl Koagulan Alami	19
2.7 Koagulasi dan Flokulasi	21
2.7.1 Mekanisme Koagulasi dan Flokulasi	22
2.7.2 Faktor yang Mempengaruhi Koagulan dan Flokulasi	24
2.8 Analisis Protein Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa	27
2.9 Pengukuran Kualitas Air	27
2.9.1 Analisis Nitrat dengan Spektrofotometer	28
2.9.2 Analisis pH	28
2.9.3 Analisis COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	30
2.9.4 Analisis Kadar Garam (Salinitas)	31
 BAB III METODOLOGI	
3.1 Waktu dan Tempat	33
3.2 Alat dan Bahan	33
3.2.1 Alat	33
3.2.2 Bahan	33
3.3 Rancangan Penelitian	34

3.4 Tahapan Penelitian	35
3.5 Prosedur Penelitian	35
3.5.1 Preparasi Larutan Nitrat	35
3.5.2 Preparasi Koagulan Alami	36
3.5.2.1 Analisis Kadar Air	36
3.5.2.2 Ekstraksi Biji Asam Jawa dengan Pelarut NaCl	37
3.5.3 Analisis Protein Larutan Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa Metode Lowry	38
3.5.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum	38
3.5.3.2 Pembuatan Kurva Standar Protein	38
3.5.3.3 Analisis Kadar Protein Sampel	38
3.5.4 Proses Koagulasi-Flokulasi (<i>Jar test</i>)	39
3.5.4.1 Proses Koagulasi-Flokulasi (<i>Jar test</i>) dengan Variasi Dosis Koagulan	39
3.5.4.2 Proses Koagulasi-Flokulasi (<i>Jar test</i>) dengan Variasi pH Air Limbah	39
3.5.5 Pengukuran Parameter Kualitas Air Limbah Sebelum dan Sesudah Dikoagulasi dengan Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa	40
3.5.5.1 Analisa Derajat Keasaman (pH)	40
3.5.5.2 Analisis Nitrat dengan Spektrofotometer Air Limbah	40
3.5.4.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum	40
3.5.4.2.2 Penentuan Waktu Kestabilan Kompleks	40
3.5.4.2.3 Pembuatan Kurva Standart Nitrat.....	41
3.5.4.2.4 Analisis Kadar Nitrat	41
3.5.5.3 Analisis COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	41
3.5.4.3.1 Pembakuan Larutan KmnO_4 0,0025 N	41
3.5.4.3.2 Analisis COD Sampel	42
3.5.5.4 Analisis Kadar Garam (Salinitas)	42
3.6 Analisis Data	43
3.6.1 Uji Presisi	43
3.6.2 Uji Linieritas	43
3.6.3 Batas Deteksi	44

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Larutan Nitrat	45
4.2 Preparasi Koagulan Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa	45
4.2.1 Preparasi Biji Asam Jawa	45
4.2.2 Analisis Kadar Air Biji Asam Jawa	46
4.2.3 Preparasi Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa	48
4.3 Analisis Kadar Protein Metode Lowry	51
4.4 Pengaruh Variasi Dosis Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa	55
4.4.1 Analisis Derajat Keasaman (pH).....	56
4.4.2 Analisis Kadar Nitrat	59
4.4.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum	59
4.4.2.2 Penentuan Waktu Kestabilan	60
4.4.2.3 Pembuatan Larutan Standart Nitrat	61

4.4.2.4 Penentuan Konsentrasi Nitrat	62
4.4.3 Analisis COD Metode Permanganat	65
4.5 Pengaruh Variasi pH Sampel	69
4.5.1 Analisis Derajat Keasaman (pH)	70
4.5.2 Analisis Kadar Nitrat	73
4.5.3 Analisis COD Metode Permanganat	75
4.6 Analisis Kadar Garam	77
4.7 Pemanfaatan Biji Asam Jawa dalam Perspektif Islam	79
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Biji Asam Jawa	12
Gambar 2.2 Hubungan Konsentrasi Garam dengan Kelarutan Protein	17
Gambar 2.3 Mekanisme Koagulasi pada Kelor dengan Pelarut Garam	20
Gambar 2.4 Mekanisme Koagulasi	22
Gambar 4.1 Model Proses Pelarutan NaCl dalam Air	48
Gambar 4.2 Reaksi dugaan Larutan NaCl dengan asam amino	50
Gambar 4.3 Komplek protein dengan Cu^{2+} dalam reagen Lowry B	52
Gambar 4.4 (a) Reduksi Asam Fosfomolibdat (b) Reduksi Fosfotungstat (c) oksidasi tirosin	53
Gambar 4.5 Kurva Standart BSA (<i>Bovine Serum Albumin</i>)	54
Gambar 4.6 Grafik hubungan pH dan Dosis Koagulan pada Larutan Nitrat 60 ppm	57
Gambar 4.7 Grafik hubungan pH dan dosis koagulan pada larutan Nitrat 14 ppm	58
Gambar 4.8 Waktu Kestabilan KNO_3	60
Gambar 4.9 Grafik Kurva Standart Nitrat	61
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Kadar Nitrat dan Dosis koagulan	63
Gambar 4. 11 Pengaruh variasi pH sampel sebelum koagulasi terhadap pH setelah koagulasi dengan penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa (a) larutan KNO_3 14 ppm; (b) larutan KNO_3 60 ppm.....	70
Gambar 4.12 Reaksi Asam Amino dengan Basa	71
Gambar 4.13 Asam Amino dengan Asam	71
Gambar 4.14 Pengaruh Variasi pH Sampel terhadap Kadar Nitrat	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1Komposisi Biji Asam Jawa	12
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian dengan variasi konsentrasi koagulan	34
Tabel 3.2 Rancangan Penelitian dengan variasi pH	35
Tabel 4.1 Perubahan kadar COD dengan adanya variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa	67
Tabel 4.2 Perubahan kadar COD dengan adanya variasi pH larutan nitrat	75
Tabel 4.3 Hasil Analisis Kadar Garam pada Sampel Nitrat	78

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 3.1 Kadar Air	37
Persamaan 3.3 Normalitas Larutan KMnO_4	42
Persamaan 3.4 Nilai COD	42



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Penelitian 90

Lampiran 2. Diagram Alir 91

Lampiran 3. Perhitungan dan Pembuatan Reagen 98

Lampiran 4. Kualitas Golongan Air 105

Lampiran 5. Perhitungan dan Analisis Data 106

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian 141

ABSTRAK

Riantini, F.E. 2014. **KARAKTERISASI KOMPONEN BIOAKTIF DAN UJI AKTIVITAS KOAGULASI EKSTRAK NaCl BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.) TERHADAP NITRAT (NO_3^-)**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Eny Yulianti M.Si, (2) Begum Fauziyah, S.Si., M. Farm., Konsultan: Elly Rustanti, M.Sc.

Kata Kunci: Biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.), koagulan, pH, kadar nitrat, COD (*Chemical Oxygen Demand*).

Proses koagulasi dapat menggunakan bahan koagulan anorganik dan alami. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan larutan nitrat yang terbuat dari KNO_3 sebagai limbah buatan melalui proses koagulasi dengan menggunakan ekstrak NaCl biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.). Menurut Ma'shum dan Munawwir (1997) dalam surat Abasa/80: 27-32 menyatakan kata *al-habb* adalah semua biji-bijian. Biji yang dapat dimanfaatkan salah satunya adalah biji asam jawa sebagai koagulan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektifitas dosis ekstrak NaCl biji asam jawa dan variasi pH sampel terhadap parameter parameter pH, kadar nitrat dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) serta mengetahui kandungan protein biji asam jawa sebagai komponen bioaktif koagulan.

Tahapan awal 1 gr biji asam jawa diekstrak menggunakan larutan NaCl dengan konsentrasi 1,5 M dan dilakukan proses karakterisasi ekstrak NaCl biji asam jawa meliputi uji kadar protein. Kemudian, variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa yang digunakan (0, 10, 20, 40, 80 dan 160 mL/L) dilakukan analisis parameter pH, kadar nitrat dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) untuk mengetahui efektifitas dari masing-masing koagulan. Variasi pH sampel larutan nitrat (4, 6, 8 dan 10) untuk mengetahui efektifitas ekstrak NaCl pada pH sampel yang berbeda.

Hasil analisis protein ekstrak NaCl 1,5 M biji asam jawa sebesar 1255,59 ppm. Variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa terhadap nitrat didapatkan kenaikan kadar nitrat dari 14 ppm menjadi 18,52 ppm; 20,93 ppm; 30,70 ppm; 47,34 ppm dan 75,9 ppm. Selain itu, dosis ekstrak NaCl biji asam jawa semakin banyak ditambahkan saat koagulasi maka kadar COD akan semakin meningkat. Kadar COD yang awal 5 ppm menjadi 31,67 ppm; 40 ppm; 41,67 ppm; 45 ppm dan 55 ppm. pH setelah koagulasi tidak berbeda jauh dengan adanya penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa. Penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa terhadap sampel yang divariasi pH dapat mempengaruhi pH, kadar nitrat dan COD setelah koagulasi. Variasi pH 4, 6, 8 dan 10 pada larutan sampel setelah koagulasi dengan penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa berturut-turut berubah menjadi 4,06; 6,58; 8,12 dan 9,63. Variasi pH sampel juga mempengaruhi kadar COD yang awalnya 5 ppm berubah menjadi 16,67 ppm; 6,67 ppm; 20 ppm dan 35 ppm setelah penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa 40 mL/L. Kadar nitrat pada larutan nitrat 14 ppm yang divariasi berturut-turut berubah menjadi 30,31 ppm; 29,29 ppm; 29,28 ppm dan 29,97 ppm.

ABSTRACT

Riantini, F.E. 2014. THE CHARACTERIZATION TEST ACTIVITIES bioactive components COAGULATION AND EXTRACT NaCl tamarind seeds (*Tamarindus indica* L.) TO NITRATE (NO₃⁻). Thesis. Chemistry Department. Science and Technology Faculty. The State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Lecturer: (I) Eny Yulianti M.Si, (II) Begum Fauziyah, S.Si., M. Farm., Lector Consultant: Elly Rustanti, M.Sc.

Keywords: Tamarind seeds (*Tamarindus indica* Leguminosae), Coagulant, pH, Nitrate levels, COD (Chemical Oxygen Demand).

The coagulation process can use natural materials and inorganic coagulants. In this research, processing nitrate solution made from KNO₃ as artificial wastewater through coagulation process using NaCl extracts of tamarind seeds (*Tamarindus indica* Leguminosae). According Ma'shum and Munawwir (1997) in Al-Qur'an Surah Abasa (80: verses 27-32) states the word al-habb are all grains. Seeds that can be used one of which is a tamarind seeds as a coagulant. The purpose of this study to determine the effectiveness of a dose of tamarind seed extract NaCl and pH variations of the parameters of pH, nitrate and COD (Chemical Oxygen Demand) samples and determine the protein content of tamarind seeds as coagulant bioactive components.

Early stages of 1 g tamarind seeds extracted using a solution with a concentration of 1.5 M NaCl and NaCl extract characterization process performed tamarind seeds include protein assay. Then, dose variation NaCl extract of tamarind seeds are used (0, 10, 20, 40, 80 and 160 mL / L) pH parameters analysis, levels of nitrate and COD (Chemical Oxygen Demand) to determine the effectiveness of each coagulant. pH of the samples varied nitrate solution (4, 6, 8 and 10) to determine the effectiveness of extracts of NaCl at different pH samples.

Results of analysis protein extracts of 1.5 M NaCl tamarind seeds at 1255.59 ppm. NaCl extract dose variation tamarind seeds to increase nitric found nitrate levels of 14 ppm to 18.52 ppm; 20.93 ppm; 30.70 ppm; 47.34 ppm and 75.9 ppm. In addition, the dose of NaCl extract tamarind seeds more and more is added when the coagulation COD level of will increase. Initial COD levels are 5 ppm to 31.67 ppm; 40 ppm; 41.67 ppm; 45 ppm and 55 ppm. pH after coagulation does not vary much with the addition of NaCl extract of tamarind seeds. Addition of NaCl extract of tamarind seeds that varied the pH of the sample can affect the pH, nitrate and COD level of after coagulation. Variations in pH 4, 6, 8 and 10 in the sample solution after coagulation with addition of NaCl extract of tamarind seeds successively changed to 4.06; 6.58; 8.12 and 9.63. Variations in sample pH also affects level of 5 ppm COD were initially changed to 16.67 ppm; 6.67 ppm; 20 ppm and 35 ppm after addition of NaCl extract of tamarind seeds 40 mL / L. Nitrate levels at 14 ppm nitrate solution were varied successively transformed into 30.31 ppm; 29.29 ppm; 29.28 ppm and 29.97 ppm.

مستخلص البحث

ريانتني، F.E.، الساعة 2014. التوصيف اختبار المكونات النشطة بيولوجيا في تخثر وتجلط استخراج بذور التمر الهندي كلوريد الصوديوم (التمر الهندي إندিকা الفيضلة القرنية) للنترات (NO_3). البحث . القسم الكيمياء ، الكلية العلمية والتكنولوجيا . الجامعة الحكومية الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرفة الأول : إيني يولياني الماجستير ، المشرفة الثاني : بكوم فاوية الماجستير ، المستشارة : اللي روستاني الماجستير ،

الكلمات الرئيسية: بذور التمر الهندي (التمر الهندي إندিকা الفيضلة القرنية) ، تجلط الدم، ودرجة الحموضة، ومستويات النترات، COD (الأكسجين الكيميائي الطلب) .

العملية تجلط الدم يمكن استخدام المواد الطبيعية وغير العضوية التخثر. في هذا البحث، محلول نترات تجهيز مصنوعة من KNO_3 كما مياه الصرف الصناعي من خلال عملية تجلط الدم باستخدام مستخلصات بذور التمر الهندي من كلوريد الصوديوم (التمر الهندي إندিকা الفيضلة القرنية). وكما قال معصوم و منور (1997) في القرآن السورة عبس (80: 27-32 الآيات) على القاعدة الكلمة الحب كلها الحبوب . البذور التي يمكن أن تستخدم واحدة منها هي بذور التمر الهندي باعتباره تجلط الدم. الغرض من هذه الدراسة هو تحديد مدى فعالية جرعة من مستخلص بذور التمر الهندي كلوريد الصوديوم والاختلافات الرقم الهيدروجيني للمعلقات من عينات المياه وتحديد محتوى البروتين من بذور التمر الهندي المكونات النشطة بيولوجيا مثل تجلط الدم.

وتشمل المراحل المبكرة من 1 غرام بذور التمر الهندي استخراج باستخدام محلول بتركيز من 1.5 M كلوريد الصوديوم وعملية استخراج بذور التمر الهندي توصيف إجراء فحص البروتين. ثم، يتم استخدام الاختلاف جرعة كلوريد الصوديوم مستخلص من بذور التمر الهندي (0، 10، 20، 40، 80 و 160 مل / لتر) تحليل المعلمات درجة الحموضة، ومستويات النترات و (الأكسجين الكيميائي الطلب) لتحديد فعالية كل تجلط الدم. التغيرات في الرقم الهيدروجيني من الحل عينة من نترات (4 و 6 و 8 و 10) لتحديد مدى فعالية استخراج كلوريد الصوديوم في عينات مختلفة الرقم الهيدروجيني من في الرقم الهيدروجيني من عينات مختلفة.

نتائج تحليل البروتين مقتطفات من 1.5 M كلوريد الصوديوم بذور التمر الهندي في 1255,59 جزء في المليون . كلوريد الصوديوم جرعة مستخلص بذور التمر الهندي لزيادة التباين النيتريك وجدت مستويات النترات من 14 جزء في المليون إلى 18,52 جزء في المليون؛ 20,93 جزء في المليون؛ 30,70 جزء في المليون؛ 47,34 جزء في المليون و 75.9 جزء في المليون. بالإضافة إلى ذلك، يتم إضافة جرعة من كلوريد الصوديوم بذور التمر الهندي استخراج أكثر وأكثر عند مستويات التخثر ستزداد. مستويات الأولية هي 5 جزء في المليون إلى 31,67 جزء في المليون؛ 40 جزء في المليون؛ 41,67 جزء في المليون؛ 45 صفحة في الدقيقة و 55 صفحة في الدقيقة. الرقم الهيدروجيني بعد تجلط الدم لا تختلف كثيرا مع إضافة كلوريد الصوديوم مستخلص من بذور التمر الهندي. إضافة كلوريد الصوديوم مستخلص من بذور التمر الهندي التي تفاوتت درجة الحموضة من العينة يمكن أن تؤثر على الرقم الهيدروجيني، وتركيز النترات بعد التخثر .

الاختلافات في درجة الحموضة 4 و 6 و 8 و 10 في محلول العينة بعد تخثر مع إضافة كلوريد الصوديوم مستخلص من بذور التمر الهندي تغيرت تباعا إلى 4.06؛ 6.58؛ 8.12 و 9.63. الاختلافات في عينة الرقم الهيدروجيني يؤثر أيضا على مستويات من 5 جزء في المليون تم تغييرها في البداية إلى 16,67 جزء في المليون؛ 6,67 جزء في المليون؛ 20 جزء في المليون و 35 جزء في المليون بعد إضافة كلوريد الصوديوم مستخلص من بذور التمر الهندي 40 مل / لتر. وقد تبينت مستويات النترات في 14 جزء في المليون على التوالي محلول نترات تتحول إلى 30.31 جزء في المليون؛ 29,29 جزء في المليون؛ 29.28 جزء من المليون و 29,97 جزء من المليون.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah cair (*liquid wastes*) mengandung bahan organik, logam, dan zat kimia sebagai hasil samping perusahaan yang tidak diperlukan. Salah satunya adalah limbah cair yang mengandung nitrat. Mengacu penelitian Wiryani (2005) tentang limbah cair industri tempe mengandung nitrat sebesar 12,52-14,08 mg/L sebagai limbah nitrat konsentrasi rendah dan menurut Sumantri, dkk. (2010) limbah industri pupuk mengandung nitrat sebesar 44-232 mg/L sebagai limbah konsentrasi tinggi yang melebihi standar yang telah ditentukan. Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha lainnya di Jawa Timur yaitu kadar maksimum untuk kadar nitrat pada limbah golongan I (air minum) sebesar 10 mg/L, golongan II (prasarana atau sarana rekreasi air) sebesar 20 mg/L, golongan III (budidaya ikan tawar, peternakan dan pengairan) sebesar 30 mg/L dan golongan IV (pengairan tanaman) sebesar 50 mg/L.

Nitrat (NO_3^-) merupakan bentuk utama nitrogen di perairan dan merupakan *nutrient* utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat (NO_3^-) sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Nitrat (NO_3^-) dalam konsentrasi tertentu sangat berbahaya terhadap manusia dan lingkungan hidup. Menurut Apostle (2011) sifat racun yang dibawa oleh nitrat ini dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut, kronis dan karsinogenik. Dampak limbah cair dari

nitrat dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan dan pada manusia khususnya bayi dapat menyebabkan penyakit “*baby blue syndrome*” atau sindrom bayi biru karena kulit tampak biru abu-abu. Bayi yang terkena limbah tersebut berlebih akan koma dan meninggal jika tidak segera diobati sehingga limbah cair perlu adanya pengolahan terlebih dahulu.

Sugiharto (2005) menyatakan teknologi pengolahan air limbah dan air minum yang diterapkan umumnya masih seputar koagulasi-flokulasi melalui penambahan bahan kimia, sedimentasi, netralisasi, lumpur aktif dan anaerobik. Menurut Vasudevan dan Gopalakrishna (2002) koagulan digunakan secara luas dalam pengolahan air minum dan air limbah. Koagulan dapat diklasifikasikan menjadi koagulan anorganik (contohnya tawas atau aluminium sulfat, ferri klorida) dan koagulan alami (contohnya chitosan, biji kelor dan biji asam jawa).

Keterbatasan penggunaan koagulan anorganik menghasilkan lumpur atau endapan yang masih mempunyai unsur kimia yang dapat membahayakan lingkungan bila dibuang langsung (Vasudevan dan Gopalakrishna, 2002). Selain itu, penggunaan koagulan kimia diketahui berbahaya. Tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$) dapat menyebabkan penyakit Alzheimer pada manusia dan polimer organik sintetis contohnya akrilamida ($\text{C}_3\text{H}_5\text{NO}$) memiliki neurotoksisitas (racun yang menyerang sel saraf) dan karsinogenik (penyakit kanker yang kuat) (Miller, dkk., 1984 dalam Ndabigengesere dan Narasiah, 1998).

Koagulan alami diperlukan sebagai alternatif koagulan anorganik yang berbahaya. Biji kelor, trembesi, kecipir dan kacang merah merupakan koagulan alami yang sering digunakan untuk menjernihkan air. Berbagai macam koagulan

alami tersebut digunakan seperti koagulan dari biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) yang akan dibahas dalam penelitian ini. Allah berfirman dalam Alqur'an surat Abasa/80: 27-32, yaitu:

فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ۖ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ۖ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ۖ وَحَدَاقٍ غُلْبًا ۖ وَفَكْهَةً ۖ وَأَبًّا ۖ مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَمِكُمْ

Artinya: Lalu kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur dan sayur-sayuran, zaitun dan kurma, kebun-kebun (yang) lebat, dan buah-buahan serta rumput-rumputan, untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu (Qs. Abasa/80: 27-32).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT telah menumbuhkan tumbuhan dengan kualitas baik dan terdapat manfaat yang terkandung didalamnya (Shihab, 2004). Yang dimaksud *al-habb* disini adalah semua biji-bijian. Ma'shum dan Munawwir (1997) juga mengartikan *al-bisru* sebagai biji atau benih. Salah satu biji yang bisa dimanfaatkan adalah biji asam jawa sebagai koagulan alami. Menurut Astuti, dkk. (2010) keuntungan menggunakan asam jawa adalah mudah ditemukan karena tumbuh di beberapa daerah di Indonesia, sedangkan bijinya dibuang karena dianggap tidak bermanfaat. Selain itu, polimer koagulan alami biji dapat membentuk flok yang lebih kuat terhadap gesekan pada saat aliran turbulen dibandingkan dengan koagulan non-polimer contohnya alum.

Biji asam jawa memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu 0,171-0,201 g/mL (Duke's, 2007). Protein yang terkandung dalam biji asam jawa ini

yang diharapkan dapat berperan sebagai polielektrolit alami yang kegunaannya mirip koagulan sintetik. Menurut Vasudevan dan Gopalakrishna (2002) serbuk *Tamarindus indica* adalah polielektrolit alami yang dapat menjernihkan air sebesar 95% ketika dicampur dengan serbuk biji Nirmali dan 65% ketika dicampur dengan Chitosan pada konsentrasi 150 mg/L.

Hasil penelitian Nurika, dkk. (2007) menyatakan konsentrasi serbuk biji asam jawa 14 g/L dan lama pengadukan selama 3 menit pada limbah cair industri tahu mampu menurunkan TSS 67,29% dan BOD₅ 24,18% serta meningkatkan DO 53,85% dan pH 16,28%. Didukung penelitian Ramadhani dan Atiek (2013) menyatakan hasil optimum biji asam jawa pada dosis 1500 mg/L limbah dan kecepatan putaran koagulasi 180 rpm serta kecepatan putaran untuk flokulasi sebesar 80 rpm dengan lama pengadukan lambat 45 menit diperoleh penurunan secara berturut-turut efisiensi BOD sebesar 82,62%, COD sebesar 81,72% dan TSS sebesar 76,47% pada limbah cair industri tempe.

Penelitian biji asam jawa sebagai koagulan sejauh ini masih menggunakan ekstrak air. Penelitian Okuda, dkk. (1999) menyatakan adanya mekanisme koagulasi dari komponen aktif koagulasi diekstrak dari biji kelor menggunakan larutan garam yaitu KCl, NaCl, NH₄Cl, MgCl₂, CaCl₂, dan BaCl₂ menunjukkan bahwa pembentukan hal terlarut terpengaruh oleh kation bivalen lainnya yang mungkin menghubungkan setiap molekul komponen aktif dalam *Moringa oleifera* pada limbah buatan dari kaolin. Koagulan biji kelor yang menggunakan metode *salt extraction* ini dapat menurunkan turbiditas dengan kekeruhan 50 NTU sampai

95% pada dosis 4 mL/L, sedangkan koagulan kelor yang diekstrak dengan air hanya mampu menurunkan 78% pada dosis 32 mL/L.

Yulianti dan Mahmudah (2013) telah memvariasi konsentrasi NaCl biji asam jawa yaitu 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 dan 2 mol/L didapat konsentrasi 1,5 mol/L yang memiliki aktivitas terbaik untuk menurunkan kekeruhan sebesar 90% pada kekeruhan tinggi dan 50% pada kekeruhan rendah pada limbah buatan kaolin. Pada konsentrasi NaCl 2 mol/L ternyata telah mengalami titik jenuh, sehingga komponen aktif tidak bekerja maksimal. Jika dibandingkan dengan ekstrak air, hasil penurunan kekeruhannya ekstrak NaCl biji asam jawa 2 kali lebih besar.

Penelitian Rizqi (2013) menyatakan larutan ekstrak NaCl biji kelor pada pH 10 mampu menurunkan kadar TSS sampai 80,8% pada dosis 40 mL/L pada limbah produksi penyedap rasa. Aslamiah (2013) menggunakan biji kelor yang dilarutkan pada larutan NaCl dapat menurunkan kekeruhan pada limbah PT. Sier Pier sebesar 97,5 NTU atau sekitar 74,6 % dari nilai kekeruhan awal.

Upaya menanggulangi dan menurunkan konsentrasi nitrat dalam limbah sebelum dibuang ke lingkungan harus dilakukan agar terhindar dari keracunan nitrat. Mengacu pada hasil penelitian diatas, maka dapat dikatakan bahwa koagulan dengan pelarut NaCl dari bahan alami mampu bekerja lebih efektif dalam menurunkan beberapa parameter air yang akan dilarutkan dalam larutan nitrat. Menurut Madhani dan Rajkumar (2013) ada dua faktor penting dalam penambahan koagulan yakni pH dan dosis. Dosis dan pH optimum harus ditentukan dalam test laboratorium dan biasanya ditentukan dengan suatu prosedur yang disebut dengan “jar test” yang diujikan pada limbah nitrat. Hal ini

didukung dengan penelitian Hendrawati, dkk. (2011) menyimpulkan bahwa ekstrak biji asam jawa dapat menurunkan turbiditas sebesar 99,72% dengan dosis 0,009% dan mampu menurunkan jumlah bakteri berdasarkan nilai indeks MPN (*Most Probable Number*) per 100 mL dari 23 menjadi 9 (pH 6) dan 23 menjadi 0 (pH 3) pada air tanah.

Ekstrak biji asam jawa padat menurunkan beberapa parameter. Namun, pada parameter COD dan nitrat tidak demikian. Hal ini dibuktikan pada penelitian Rizqi (2013) yang menyatakan meningkatkan kadar COD seiring bertambahnya dosis koagulan alami yang ditambahkan pada limbah cair industri penyedap rasa. Menurut Aslamiah (2013) hasil kadar nitrat pada limbah terus meningkat dengan adanya penambahan koagulan biji kelor dikarenakan terjadi reaksi antara nitrat dengan protein. Sesuai dengan penelitian Ndabigengesere dan Narasiah (1998) yang menyatakan bahwa nitrat tidak dapat berpartisipasi dalam koagulasi menggunakan biji kelor. Ini menunjukkan salah satu dari kelemahan sebagai koagulan. Sehingga, pada penelitian ini menggunakan parameter COD, nitrat dan pH.

Okuda, dkk. (1999) telah mengkarakterisasi komponen aktif yang berperan dalam koagulan alami ekstrak biji kelor adalah protein kationik. Namun, pada biji asam jawa belum diketahui pasti komponen aktif yang berperan dalam koagulasi. Sehingga, pada penelitian ini dilakukan karakterisasi dengan menganalisis kandungan protein pada ekstrak NaCl biji asam jawa. Karakterisasi komponen biokatif terhadap ekstrak NaCl biji asam jawa diharapkan akan diketahui jumlah komponen aktif yang mampu berperan sebagai koagulan.

Penelitian ini diharapkan dapat diperoleh inovasi baru pengolahan limbah yaitu koagulan alami sebagai alternatif yang berkualitas, mudah didapat, relatif murah sehingga bisa menjadi motivasi masyarakat untuk memanfaatkan dan mengembangkan fungsi sumber daya alam secara baik.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil analisis protein dari ekstrak NaCl biji asam jawa?
2. Bagaimana pengaruh dosis ekstrak NaCl biji asam jawa terhadap kadar nitrat (NO_3^-) dalam larutan nitrat?
3. Bagaimana pengaruh pH terhadap efektivitas koagulasi menggunakan ekstrak NaCl biji asam jawa?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui hasil karakterisasi komponen bioaktif dari ekstrak NaCl biji asam jawa.
2. Untuk mengetahui pengaruh dosis ekstrak NaCl biji asam jawa (*Tamarindus indica* L) terhadap kadar nitrat (NO_3^-) dalam larutan nitrat.
3. Untuk mengetahui pengaruh pH terhadap efektivitas koagulasi menggunakan ekstrak NaCl biji asam jawa.

1.4 Batasan Masalah

Batasan dari penelitian ini, yaitu:

1. Sampel yang akan dianalisis dalam penelitian adalah larutan nitrat yang terbuat dari KNO_3 .
2. Koagulan alami yang digunakan adalah biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dari Bojonegoro.
3. Parameter uji yang digunakan adalah nitrat, pH, COD dan salinitas.
4. Penelitian ini hanya terbatas seperti yang ada di bab 3.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan alternatif baru kepada industri tentang inovasi teknologi pengolahan air limbah menggunakan koagulan alami seperti biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dengan pelarut NaCl.
2. Memberikan informasi kepada khalayak umum tentang keefektifan dan kelemahan biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) sebagai koagulan alami pada limbah cair.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanfaatan Tumbuhan dalam Perspektif Islam

Allah menciptakan manusia sebagai khalifah di muka bumi mempunyai tugas untuk menjaga dan memanfaatkan alam semesta baik di daratan maupun di lautan, misalnya tumbuhan, hewan dan tanah. Firman Allah dalam surat Taahaa/20: 53 yaitu:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً
فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya: “Yang Telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang Telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam” (Qs. TaaHaa/20: 53).

Dalam firman tersebut, Allah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam dengan perantara air hujan. Dari air hujan tersebut mengurai aneka tumbuhan dengan beberapa tingkatan dan jenis tumbuhan yaitu mulai dari tingkat rendah sampai ketinggian tinggi, jenis tumbuhan dua (dikotil) dan tumbuhan berkeping satu (monokotil) (Shihab, 2002). Salah satu tumbuhan dikotil adalah tumbuhan asam jawa. Tumbuhan asam jawa ini memiliki akar tunggang, tulang daun menjari dan biji berkeping dua. Tumbuhan dibedakan berdasarkan susunan dan bentuk yang berbeda. Tumbuhan juga berbeda dari bagian-bagian tumbuhan yang dapat dimanfaatkan untuk sesuatu yang berbeda sesuai dengan

kandungan yang dimiliki. Buah asam jawa dimanfaatkan sebagai bumbu sayur tetapi didalam buahnya terdapat biji. Biji tersebut dapat digunakan sebagai koagulan penjernih air.

Allah menjelaskan dalam surat An-Nahl/16: 11, yang berbunyi:

يُنَبِّتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

“Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan” (Qs. An-Nahl/16: 11).

Menurut Shihab (2002) firman Allah surat an Nahl ayat 11 menjelaskan bahwa berbagai jenis tanaman yang tumbuh dengan adanya air hujan yang mengalir ke tanah yang gersang menyebabkan tanaman tersebut menjadi tanaman yang mempunyai manfaat yang besar, mulai dari akar, batang, daun dan buahnya dapat dimanfaatkan secara maksimal. Biji dalam buahnya juga dapat dimanfaatkan. Sungguh maha pemurah Sang Pencipta yang telah memberikan nikmat-Nya yang amat besar kepada manusia. Oleh karena itu, manusia tidak dibenarkan apabila hanya menikmati segala yang diciptakan tanpa mau berfikir dan menjaga serta melestarikan alam supaya menjadi ilmu pengetahuan yang bermanfaat.

Menurut Yin (2010) salah satu tanaman yang mempunyai manfaat besar adalah tanaman asam jawa yaitu bijinya yang mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi sebagai polimer koagulan alami dapat membentuk flok yang lebih kuat

terhadap gesekan pada saat aliran turbulen dibandingkan dengan koagulan non-polimer contohnya alum.

2.2 Biji Asam Jawa

Asam jawa dikenal sebagai tumbuhan liar karena tumbuh di hutan-hutan. Pohon asam jawa dapat tumbuh baik pada ketinggian sekitar 1.000 m dari dataran rendah pada tanah berpasir atau tanah liat, khususnya di wilayah yang memiliki musim kering jelas dan cukup panjang. Asam jawa merupakan tanaman daerah tropis dan termasuk tumbuhan berbuah polong. Pohon asam memiliki tinggi 15-25 m dan biji dalam tangkainya ada 1-12 buah berwarna coklat mengkilat (Steenis, 2006). Biji asam jawa bentuknya tidak beraturan warna coklat tua atau hitam mengkilat. Biji dibagi dalam tiga bagian utama yaitu kulit biji (*spermodermis*), kulit ari tali pusar (*funiculus*), dan inti biji (*nukleus seminis*). Kulit biji terdiri dari lapisan luar, lapisan tengah dan lapisan kulit dalam. Inti biji asam terdiri dari lembaga (*embrio*), dan puti lembaga (*albumen*) yang berupa jaringan cadangan makanan untuk permulaan pertumbuhan.

Asam jawa menurut (Steenis, 2006) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Suku	: Fabaceae
Genus	: Tamarindus
Spesies	: <i>Tamarindus indica</i> L.



Gambar 2.1 Biji asam jawa

Komposisi biji asam jawa (*Tamarindus indica*) dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Biji Asam Jawa

Senyawa	Kandungan
Protein	0,171-0,201 g/ml
Tannin	0,07 g/ml
Karbohidrat	0,0651-0,074 g/ml
Kalsium	0,00021 g/ml
Kadar abu	0,025-0,032 g/ml
Lemak	0,06-0,074 g/ml
Serat	0,007-0,43 g/ml
Asam lenoleat	0,0278-0,0343 g/ml
Asam oleat	0,0163-0,021 g/ml
Fosfor	0,00237 g/ml

Sumber: Duke's, 2007.

2.3 Biji Asam Jawa sebagai Koagulan Alami

Pusat-pusat pengolahan air perkotaan baik itu *water treatment* atau *waste treatment* dengan skala besar mengolah air dengan cara menambahkan senyawa kimia penggumpal (koagulan) ke dalam air kotor yang akan diolah. Dengan cara tersebut, partikel-partikel yang berada di dalam air akan menjadi suatu gumpalan

yang lebih besar lalu mengendap, baru kemudian air di bagian atas yang bersih dipisahkan untuk digunakan keperluan sehari-hari. Namun demikian, zat kimia penggumpal yang baik tidak mudah dijumpai di berbagai daerah terpencil. Salah satu alternatif yang tersedia secara lokal adalah penggunaan koagulan alami dari tanaman, yang barangkali, dapat diperoleh di sekitar kita. Beberapa penelitian telah lama mempelajari potensi penggunaan berbagai koagulan alami dalam proses pengolahan air skala kecil, menengah, dan besar. Hendriarianti dan Humairoh (2011) menyatakan salah satu alternatif koagulan alami yang berasal dari tanaman adalah biji asam jawa (*Tamarindus indica*).

Biji asam jawa pada prinsipnya mengandung tannin, minyak esensial, serta polimer alami seperti pati, getah, perekat dan yang berperan sebagai flokulan adalah protein yang larut dalam air yang akan menghasilkan protein larut air yang bermuatan positif. Larutan tersebut memiliki sifat seperti polielektrolit alum dan merupakan polimer yang dapat mengikatkan partikel koloid dan membentuk flok yang dapat mengendap. Mekanisme penurunan konsentrasi logam berat juga dimungkinkan karena adanya aktivitas asam amino bioflokulan yang mampu mengadsorpsi dan membentuk ikatan antar partikel air limbah dan bioflokulan sehingga terbentuk ikatan-ikatan yang stabil dapat mengendap. Menurut Enrico (2008) kandungan aktif dalam biji asam jawa (*Tamarindus indica*) yang bersifat positif bersumber dari polimer yang dapat bereaksi dengan partikel yang bermuatan negatif dalam limbah melalui mekanisme jembatan partikel yang mengadsorpsi muatan negatif koloid selama proses flokulasi.

Nurika, dkk. (2007) telah memvariasi konsentrasi serbuk asam jawa yaitu 6 g/L, 10 g/L dan 14 g/L dengan lama pengadukan yaitu 3 dan 5 menit. Hasil perlakuan terbaik yaitu biji asam jawa 14 g/L dengan lama pengadukan 3 menit hanya BOD₅ yang memenuhi baku mutu limbah cair tahu, sedangkan TSS, DO dan pH masih belum memenuhi baku mutu. Hal ini disebabkan oleh serbuk biji asam jawa yang mempunyai kemampuan mengikat bahan-bahan organik dalam limbah cair tahu menjadi cepat mengendap dan mengumpul menggabungkan partikel serbuk biji asam jawa dengan bahan organik dalam air limbah.

Dikembangkan oleh Ramadhani dan Atiek (2013) yang menyatakan dalam 500 mg ekstrak biji asam jawa, terdapat 0,6 mg ion Ca⁺, 0,9 mg ion Mg⁺ dan 0,4 ion Fe²⁺. Bahan organik yang terkandung dalam air limbah memiliki muatan negatif sehingga dapat berikatan dengan ion-ion positif yang terkandung dalam koagulan. Maka, ekstrak kasar biji asam jawa pada dosis 1500 mg/L dengan kecepatan putaran koagulasi sebesar 180 rpm, kecepatan putaran flokulasi sebesar 80 rpm selama 45 menit mampu menurunkan kadar BOD, COD dan TSS berturut-turut sebesar 82,62%, 81,72% dan 76,47% sehingga memenuhi baku mutu buangan limbah industri berdasarkan Peraturan Gubernur No.45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri.

Madhavi dan Rajkumar (2013) telah memvariasi dosis ekstrak biji asam jawa (50, 100, 150, 200 dan 250 mg/L) dan didapat dosis optimum 150 mg/L pada pH 8 dapat menurunkan kekeruhan sebesar 78%. Hendriarianti dan Humairoh (2011) juga telah memvariasi ekstrak biji asam jawa yaitu 1.5, 2.5, dan 3.5 gr/L dan dosis optimum yang digunakan pada limbah cair industri penyamakan adalah

3,5 gr/L pada reaktor koagulasi dengan kecepatan putaran 200 rpm selama 1 menit, flokulasi dengan kecepatan putaran 20 rpm selama 30 menit dan sedimentasi 60 menit dapat menurunkan TSS dan COD sebesar 83,3% dan 92,2%. Koagulan biji asam jawa berfungsi mengikat partikel TSS yang bisa mengendapkan secara alami karena adanya stabilitas suspensi koloid. Berbeda dengan TSS, penyisihan COD terjadi akibat proses kimia saat koagulan berikatan dengan partikel penyebab COD (proses koagulasi), juga dipengaruhi oleh proses flotasi.

Menurut Enrico (2008) ukuran partikel sangat berpengaruh terhadap turbiditas karena semakin kecil partikel, maka luas bidang kontak antara koagulan dengan limbah cair industri tahu akan semakin besar, dimana pada ukuran partikel ayakan tepung biji asam jawa kurang memberikan hasil signifikan dibandingkan dengan menggunakan ukuran partikel 140 mesh.

2.4 Metode *Salting-in*

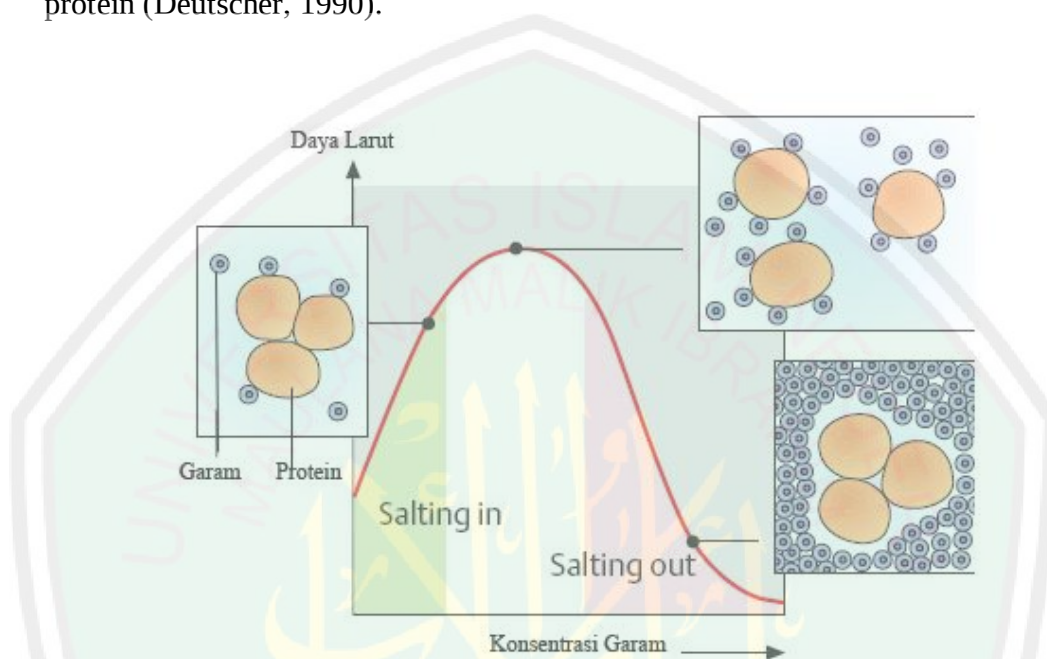
Presipitasi protein adalah pengendapan yang terjadi karena penggumpalan yang parsial. Presipitasi disebabkan oleh berkurangnya kelarutan protein (perubahan fisik) yang terjadi karena perubahan kimia. Seperti halnya denaturasi protein, presipitasi juga disebabkan oleh faktor kimia dan fisika. Semua faktor yang terjadi pada denaturasi juga terjadi pada presipitasi protein. Semua faktor yang dapat menimbulkan denaturasi protein, juga dapat menyebabkan perubahan kelarutan protein. Dengan demikian presipitasi protein merupakan fenomena fisika yang disebabkan oleh perubahan struktur kimia. Presipitasi disebabkan oleh

pengembangan molekul protein akibat *unfolding* atau membukanya heliks-heliks protein. Presipitasi juga terjadi akibat terganggunya kestabilan koloid yang disebabkan oleh menurunnya muatan elektrostatis protein sehingga gaya gravitasi akan lebih dominan dibandingkan gaya tolak-menolak antar molekul. Kesimpulannya adalah presipitasi protein merupakan fenomena berkurangnya kelarutan protein yang disebabkan oleh perubahan struktur kimia (Anonim, 2011).

Proses presipitasi dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu *salting-in* dan *salting-out*. Metode *salting-in* dilakukan dengan menambahkan garam yang tidak jenuh atau pada konsentrasi rendah sehingga protein akan terus meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi garam, apabila konsentrasi garam ditingkatkan terus, maka kelarutan protein akan turun, pada konsentrasi garam yang lebih tinggi, protein akan mengendap (Deutscher, 1990). *Salting in* adalah adanya zat terlarut tertentu yang menyebabkan kelarutan zat utama dalam *solvent* menjadi lebih besar. Contohnya: Riboflavin tidak larut dalam air tetapi larut dalam larutan yang mengandung Nicotinamida (Anonim, 2011).

Salting Out adalah peristiwa adanya zat terlarut tertentu yang mempunyai kelarutan lebih besar dibanding zat utama, akan menyebabkan penurunan kelarutan zat utama atau terbentuknya endapan karena ada reaksi kimia. Contohnya: kelarutan minyak atsiri dalam air akan turun bila kedalam air tersebut ditambahkan larutan NaCl jenuh (Anonim, 2011). Pengendapan pada metode *salting-out* terjadi karena proses persaingan antara garam dan protein untuk mengikat air. Grup ion pada permukaan protein menarik banyak molekul air dan berikatan sangat kuat. Penambahan garam amonium sulfat ke dalam larutan

protein akan menyebabkan tertariknya molekul air oleh ion garam. Hal tersebut disebabkan ion garam memiliki densitas muatan yang lebih besar dibandingkan protein (Deutscher, 1990).



Gambar 2.2 Hubungan Konsentrasi Garam dengan Kelarutan Protein (Alzahrani dalam Prihatini, 2014)

Penelitian Okuda, dkk. (1999) menunjukkan bahwa efisiensi koagulasi dapat ditingkatkan dengan mengekstraksi komponen bioaktif yang berada pada biji kelor menggunakan garam (*salting-in*). Biji kelor yang diekstrak menggunakan larutan NaCl 1 M menunjukkan aktivitas koagulasi yang 7,4 kali lebih baik dibandingkan biji kelor yang diekstrak dengan aquades (*distilled water*). Menurut Okuda, dkk. (2001) hasil purifikasi ekstrak NaCl biji kelor tidak menunjukkan hasil yang bagus pada kekeruhan 30 NTU dan efektif pada kekeruhan sekitar 300 NTU. Hal ini juga dibuktikan pada penelitian Muyubi, dkk.

(2003) ekstrak biji kelor pada kekeruhan 32 NTU menurun hanya 69% sedangkan pada kekeruhan 502 NTU menurun hingga 99%.

2.5 Nitrat (NO_3^-)

Nitrogen ditemukan pada atmosfer bumi (78% volum) sebagai gas diatom dengan rumus molekul N_2 . Dalam keadaan cair tak berwarna dan tak berbau dan penampakannya mirip air (Mulyono, 2008). Dalam kondisi aerobik dan dalam waktu tertentu bakteri dapat mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat. Nitrat dapat digunakan oleh algae dan tumbuh-tumbuhan lain untuk membentuk protein tanaman dan oleh hewan untuk membentuk protein hewan. Perusakan protein tanaman dan hewan oleh bakteri menghasilkan amonia (Kristianto, 2002). Nitrat merupakan unsur alam tanaman dan ditemukan dalam sayuran di berbagai tingkat, tergantung pada jumlah pupuk dan diterapkan pada kondisi lainnya. Menurut Aslamiah (2013) kadar nitrat pada koagulan biji kelor terus meningkat dikarenakan terjadinya reaksi antara nitrat dengan protein.

Ndabigengesere dan Narasiah (1998) menyatakan penggunaan ekstrak air biji kelor sebagai koagulan pada pengolahan air tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai pH, konduktivitas, alkalinitas serta konsentrasi kation dan anion kecuali konsentrasi nitrat dan ortofosfat. Jika dibandingkan dengan tawas, koagulan biji kelor tidak memerlukan pH dan alkalinitas optimum serta tidak menimbulkan masalah korosi.

Nitrat (NO_3^-) dalam tubuh manusia dikonversi menjadi nitrit (NO_2^-). Dengan bantuan suatu enzim yang spesifik, nitrit berkonversi menjadi nitrosamine

yang dapat memicu kanker. Efek yang lebih berbahaya dari nitrit adalah kemampuannya untuk bereaksi dengan haemoglobin (oxyHb) untuk membentuk methaemoglobin (metHb) dan nitrat berdasarkan pada skema berikut (Alexander, 2004).



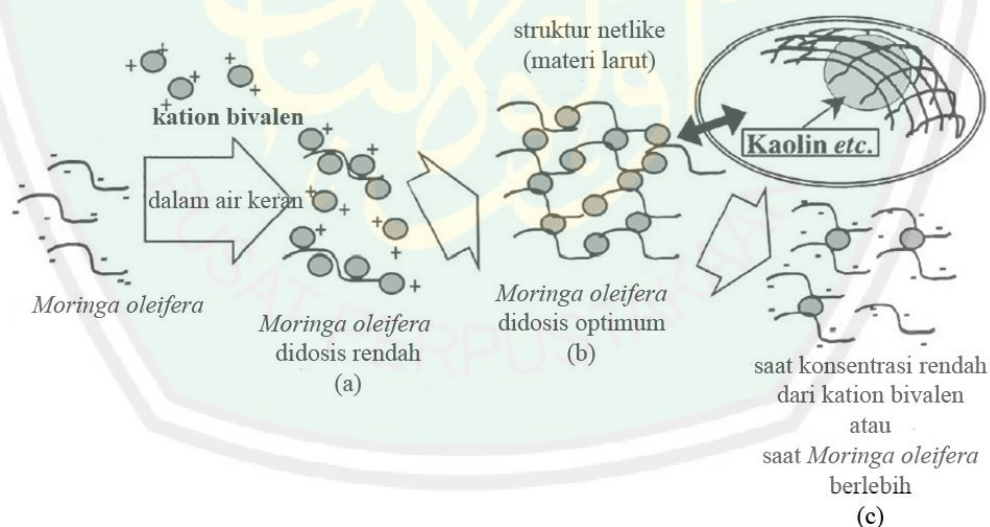
Jika kandungan nitrat didalam air mencapai 45 ppm maka berbahaya untuk diminum. Nitrat tersebut akan berubah menjadi nitrit di perut. Keracunan nitrit akan mengakibatkan wajah membiru dan kematian (Kristianto, 2002).

2.6 Ekstraksi NaCl Koagulan Alami

Efisiensi koagulasi dapat ditingkatkan dengan mengekstrak komponen aktif yang berada pada biji kelor menggunakan garam (*salt extraction*) (Okuda, dkk., 2001). Efisiensi koagulasi dapat meningkat dengan adanya ekstraksi menggunakan larutan garam. Peningkatan efisiensi koagulan ini mampu menurunkan kekeruhan sebesar 94% saat biji kelor sebagai koagulan dimurnikan dengan proses ekstraksi garam (*salt extraction*) dibandingkan dengan kontrol yang hanya mampu menghilangkan kekeruhan sebesar 54%.

Menurut Okuda, dkk. (1999), penggunaan metode *salt extraction* dengan larutan NaCl 1M dapat meningkatkan kapasitas koagulasi biji kelor lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak biji kelor dengan air. Namun, penggunaan metode *salt extraction* dapat mengakibatkan peningkatan salinitas air. Komponen aktif koagulasi diekstrak dari biji kelor menggunakan larutan garam menunjukkan bahwa pembentukan hal terlarut terpengaruh oleh kation bivalen lainnya yang

mungkin menghubungkan setiap molekul komponen aktif dalam *Moringa oleifera*. Sebagai contoh hasil penelitian Sarpong dan Clinton (2010), pada dosis koagulan yang digunakan dengan metode *salt extraction* 0,5 m atau sekitar 290 mg/L NaCl yang ditambahkan kedalam sampel air. Tingkat rasa asin sampel air akan sedikit lebih tinggi. Penelitian Aslamiah (2013) memvariasi konsentrasi larutan pengestrak NaCl biji kelor terhadap nilai kekeruhan air limbah pada konsentrasi 1 M sehingga koagulan biji kelor membuat pH sampel air limbah berada pada kisaran pH normal dan nilai kekeruhan juga berangsur-angsur menurun dengan bertambahnya konsentrasi koagulan biji kelor. Variasi dosis koagulan larutan ekstrak NaCl biji kelor mampu menurunkan kadar TSS sampai 80,8% pada dosis 40 mL/L.



Gambar 2.3 Mekanisme koagulasi pada *Moringa Oleifera* dengan pelarut garam (Okuda, dkk., 2001)

Koagulasi komponen aktif dalam *Moringa oleifera* seharusnya membentuk struktur seperti jaring dalam air keran digambarkan pada Gambar 2.2 (b). Kation bivalen mungkin teradsorpsi ke komponen aktif dengan muatan negatif pada pH koagulasi. Komponen aktif mungkin terhubung dengan

komponen lain dengan kation bivalen, yang dapat membentuk materi larut pada Gambar. 2.2 (a) dan (b). Di sisi lain, kation monovalen tidak membiarkan dua aktif komponen-motivasi terhubung karena hanya memiliki satu valensi. Komponen aktif yang kekurangan kation bivalen dapat menghambat pembentukan gumpalan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2 (c) mengakibatkan hilangnya hal-hal tidak larut pada dosis tinggi dari *Moringa oleifera* (Okuda, dkk., 2001).

2.7 Koagulasi dan Flokulasi

Proses koagulasi dan flokulasi adalah konversi dari polutan-polutan yang tersuspensi koloid yang sangat halus di dalam air limbah, menjadi gumpalan-gumpalan yang dapat diendapkan, disaring atau diapungkan. Untuk memisahkannya, koloid harus diubah menjadi partikel yang berukuran lebih besar melalui proses koagulasi dan flokulasi. Koagulasi dan flokulasi dapat dilakukan melalui beberapa tahapan proses sebagai berikut (Siregar, 2005):

1. Penambahan koagulan/flokulan disertai pengadukan dengan kecepatan tinggi dalam waktu yang singkat.
2. Destabilisasi dari sistem koloid.
3. Penggumpalan partikel yang telah mengalami destabilisasi sehingga terbentuk mikroflok.
4. Penggumpalan lanjutan untuk menghasilkan makroflok yang dapat diendapkan, disaring atau diapungkan.

Koagulasi adalah penambahan koagulan ke dalam air baku diikuti dengan pengadukan cepat yang bertujuan untuk mencampur antara koagulan dengan

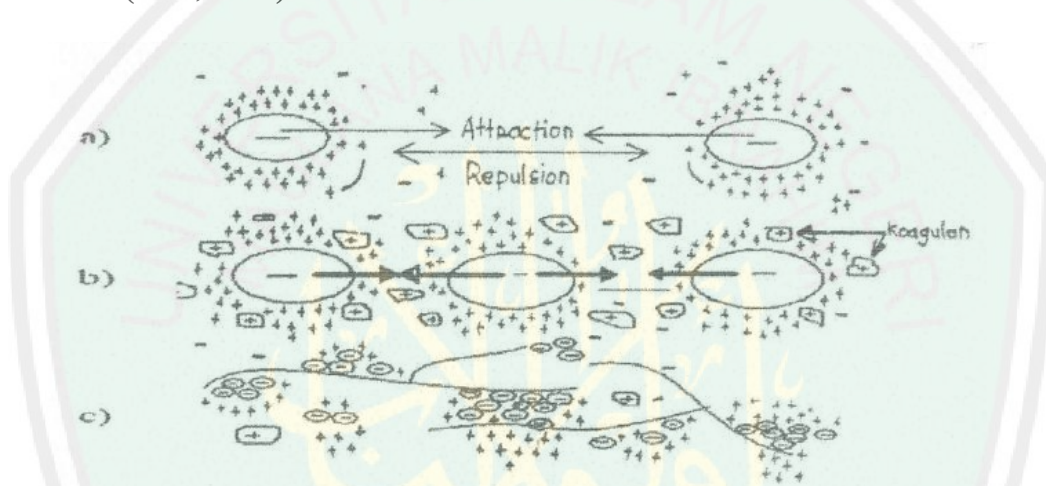
koloid. Partikel dengan ukuran butir sangat kecil tidak dapat diendapkan dalam unit sedimentasi. Partikel dengan diameter 0,06 mm membutuhkan waktu 10 jam untuk mengendapkan dalam bak sedimentasi yang mempunyai kedalaman 3 meter, dan partikel yang berdiameter 0,002 mm membutuhkan waktu mengendap selama 4 hari. Ketepatan waktu selama ini tidak bisa dipraktekkan dalam perencanaan. Selain partikel-partikel yang halus, di dalam air juga terdapat koloid- koloid yang bermuatan listrik yang selalu bergerak-gerak serta tidak dapat diendapkan secara gravitasi. Oleh sebab itu, digunakan suatu proses yang dapat mempermudah partikel-partikel halus/koloid tersebut mengendap, yaitu koagulasi (Joko, 2010).

Flokulasi atau pengadukan lambat adalah suatu proses kontak antar partikel dalam rangka menggumpalkan partikel-partikel koloid, dimana elektrostatik antar partikel harus dikurangi. Dalam proses flokulasi, kecepatan penggumpalan flok ditentukan oleh banyaknya tumbukan antar partikel yang terjadi serta keefektifan benturan tersebut (Utami, 2011). Flokulasi harus dilakukan di dalam tangki yang dilengkapi dengan sistem pengadukan yang sangat pelan sehingga tidak menghancurkan flok yang sudah terbentuk. Namun, kecepatan ini juga harus cukup untuk memungkinkan terbentuknya flok dan mencegah flok mengendap di dasar tangki. Pada saat memindahkan air limbah ke dalam tangki pengendapan, harus dijaga agar flok tidak pecah (Siregar, 2005).

2.7.1 Mekanisme Koagulasi dan Flokulasi

Partikel-partikel yang sangat halus/koloid bersifat stabil dalam air di non stabilkan muatan permukaannya dengan zat koagulan sehingga terjadi gaya tarik-

menarik membentuk flok-flok. Partikel-partikel suspensi maupun koloidal-koloidal yang telah berbentuk flok, hasil proses koagulan dapat dipisahkan dari air melalui proses sedimentasi (pengendapan). Untuk meratakan pencampuran zat koagulan dan pembentukan flok dilakukan proses pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Pengadukan cepat (koagulasi) dilakukan kurang lebih 10–20 menit (Joko, 2010).



Gambar 2.4 Mekanisme koagulasi a) gaya yang ditunjukkan oleh partikel koloid pada kondisi stabil. b) destabilisasi partikel koloid oleh penambahan koagulan. c) pembentukan flok-flok yang terikat membentuk benang panjang (Sumber: Hammer dalam Aslamiah, 2013).

Mekanisme koagulasi dan flokulasi sebagai berikut (Hammer dalam Aslamiah, 2013):

- Partikel koloid dalam air yang bermuatan listrik sama (misalnya negatif), akan saling tolak menolak dan tidak dapat saling mendekat. Kondisi ini disebut stabil.
- Larutan jika ditambah ion logam, misalnya yang berasal dari koagulan maka akan terjadi pengurangan repulsi sesama koloid. Kondisi ini disebut

destabilisasi koloid, yang memungkinkan koloid saling mendekat dan membentuk mikroflokk.

- c. Mikroflokk-mikroflokk tersebut cenderung untuk bersatu dan membentuk makroflokk karena sudah mengalami destabilisasi dan akan mengendap.

2.7.2 Faktor yang Mempengaruhi Koagulasi dan Flokulasi

Hammer dalam Aslamiah (2013) menjelaskan bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya proses koagulasi dan flokulasi, antara lain:

a. Dosis Koagulasi

Kebutuhan koagulan atau dosis koagulan pada proses koagulasi air keruh tergantung pada jenis air keruhnya. Air yang tingkat kekeruhannya paling tinggi membutuhkan dosisi koagulan yang tepat sehingga proses pengendapan partikel koloid pada air keruh dapat berjalan dengan baik. Misal pada limbah cair industri tahu memerlukan dosis koagulan kelor 3000 mg/200 mL (Bangun dkk., 2013). Penelitian Aslamiah (2013) telah mendapatkan dosis terbaik larutan ekstrak NaCl biji kelor dengan variasi 10, 20, 40, 60, 80 dan 160 mL/L untuk menurunkan kekeruhan 321,7 NTU adalah 160 mL/L yang menurunkan kekeruhan sebesar 82,28%.

b. Kecepatan Pengadukan

Pengadukan pada proses koagulasi dibutuhkan untuk reaksi penggabungan antara koagulan dengan bahan organik dalam air, melarutkan koagulan dalam air, menggabungkan inti-inti endapan menjadi molekul besar, dan untuk memberi kesempatan pada partikel-partikel flokk kecil yang sudah terkoagulasi untuk bergabung menjadi flokk yang lebih besar. Kecepatan pengadukan yang tepat

sangatlah penting dalam proses koagulasi. Kurangnya kecepatan putaran pengadukan akan menyebabkan koagulan tidak dapat terdispersi dengan baik, begitu sebaliknya apabila kecepatan putaran terlalu tinggi akan menyebabkan flok-flok yang sudah terbentuk akan terpecah kembali sehingga terjadi pengendapan tidak sempurna. Menurut Utami (2011) pengadukan menggunakan *Jar Test* dengan kecepatan koagulasi 230 rpm selama 2 menit dan flokulasi 30 rpm selama 15 menit.

c. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman adalah suatu besaran yang menyatakan sifat asam basa dari suatu larutan. Pada penelitian Enrico (2008) telah memvariasi pH limbah industri cair tahu yaitu 4, 6, 8 dan 10. Hasil optimum penyisihan tertinggi pada pH 4 mampu menyisihkan kekeruhan sebesar 87,88%, TSS sebesar 98,87% dan COD sebesar 22,40% menggunakan koagulan biji asam jawa. Koagulan biji asam jawa bekerja efektif pada pH 4 mungkin disebabkan karena kandungan asam tartarat yang terdapat pada bijinya, sehingga ion H^+ pada asam tartarat tersebut berikatan dengan ion negatif pada partikel koloid limbah cair industri tahu. Menurut Utami (2011) pH sangat berpengaruh terhadap penurunan fosfat pada koagulan biji kelor, trembesi dan kacang merah. pH 2 adalah pH kondisi optimum. Semakin asam kondisi limbah semakin besar persentasi penurunan fosfat.

d. Waktu Pengendapan

Pengendapan dilakukan untuk memisahkan benda terlarut atau tersuspensi pada air keruh. Pengendapan juga merupakan suatu cara yang digunakan untuk memisahkan lumpur yang terbentuk akibat penambahan bahan kimia (koagulan).

e. Pengaruh Kekeruhan

Kekeruhan teramati sebagai sifat optik larutan yang mengandung zat yang tersuspensi di dalam air. Intensitas cahaya yang dihamburkan semakin tinggi, maka semakin tinggi pula kekeruhan dan sebaliknya. Penelitian Muyubi, et *al.* (2003) menyatakan bahwa hasil purifikasi biji kelor yang diujikan pada kekeruhan rendah (35 NTU), kekeruhan sedang (100 NTU) dan kekeruhan tinggi (300 NTU) menunjukkan biji kelor memiliki nilai terbaik dalam menurunkan kekeruhan sedang dibandingkan yang lain.

f. Pengaruh Jenis

Pemilihan koagulan disesuaikan dengan jenis koagulan yang terkandung di dalam air. Koagulan yang bisa dipakai adalah koagulan alami seperti biji kelor atau koagulan sintesis seperti tawas. Menurut Sarpong dan Clinton (2010) penurunan kekeruhan pada limbah buatan rata-rata adalah 77% dibandingkan 89%, masing-masing, untuk ekstrak kasar *Moringa oleifera* dan tawas. Menurut Rizqi (2013) koagulan larutan ekstrak NaCl biji kelor ternyata tidak berpengaruh terhadap perubahan pH sedangkan penambahan dosis koagulan tawas mempengaruhi penurunan nilai pH. Menurut Aslamiah (2013) koagulan biji kelor dapat membuat pH limbah pada kisaran pH normal.

g. Pengaruh Temperatur

Temperatur mempunyai hubungan erat dengan viskositas air, semakin tinggi suhu air semakin kecil viskositasnya. Viskositas ini akan berpengaruh pada pengendapan flok. Hal ini terjadi karena bertambahnya suhu akan meningkatkan gradien kecepatan sehingga flok akan terlarut kembali.

2.8 Analisis Protein Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa

Metode Lowry dikembangkan kurang lebih 45 tahun yang lalu. Nama Lowry diambil dari pencetus metode ini yang paling senior. Metode ini merupakan pengembangan dari metode Biuret, dengan penambahan pereaksi asam fosfomolibdat dan asam fosfotungstat. Adanya inti aromatis pada asam amino triptopan, tirosin dan fenilalanin yang menyusun protein tersebut akan mereduksi fosfomolibdat menjadi molibdenum yang berwarna biru yang jika digabung dengan pereaksi lain yang digunakan pada metode ini maka dapat diukur absorbansinya pada panjang gelombang 600 nm (Rohman dan Sumantri, 2007).

Menurut Enrico (2008) kandungan aktif dalam biji asam jawa yang bersifat positif bersumber dari polimer yang dapat bereaksi dengan partikel bermuatan negatif dalam limbah melalui mekanisme jembatan partikel yang mengabsorpsi muatan negatif koloid selama proses flokulasi. Penelitian Okuda, *et al.* (1999) telah mengkarakterisasi protein biji kelor menggunakan metode Lowry mendapatkan konsentrasi protein ekstrak NaCl sebesar 3166 mg BSA/L. Dengan metode yang sama, Aslamiah (2013) mendapatkan kandungan protein sebesar 3266 mg BSA/L. Sedangkan menurut Rizqi (2013) mendapatkan kandungan protein sebesar 3348 mg BSA/L.

2.9 Pengukuran Kualitas Air

Untuk mengetahui lebih luas tentang air limbah, maka perlu kiranya diketahui juga secara detail mengenai kandungan yang ada di dalam air limbah juga sifat-sifatnya. Adapun cara pengukuran yang dilakukan pada setiap jenis

sifat tersebut dilaksanakan secara berbeda-beda sesuai dengan keadaannya. Analisis jumlah dan satuan biasanya diterapkan untuk penelaahan bahan kimia (Sugiharto, 2005).

2.9.1 Analisis Nitrat dengan Spektrofotometer

Analisis kuantitatif nitrat dilakukan dengan cara spektrofotometer menggunakan pereaksi reagen *brucine-sulfanilic acid* sebagai reagen pengompleks. Tahapan yang dilakukan adalah sampel didinginkan pada suhu 0-10°C. Ditambahkan 10 mL 13 N H₂SO₄ kedalam sampel kemudian ditunggu sampai suhu larutan konstan. Ditambahkan 0,5 mL reagen *brucine-sulfanilic acid* pada sampel. Dipanaskan air dalam waterbath sampai mendidih kemudian sampel dimasukkan dalam air mendidih selama 25 menit atau sampai terjadi perubahan warna. Sampel diangkat dan dipindahkan kedalam waterbath yang berisi air dingin dengan suhu antara 20-25 °C kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 410 nm (Alaerts dan Sri, 1987). Penambahan sejumlah larutan asam klorida ke dalam larutan yang mengandung ion nitrat menyebabkan perubahan pada spektrum absorben nitrat yang dapat diukur dengan spektrofotometer ultraviolet pada panjang gelombang 220 nm dan 275 nm (Badan Standarisasi Nasional, 2006).

2.9.2 Analisis pH

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas dari air maupun dari air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar dimana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis,

sehingga mengganggu proses penjernihannya. Semakin kecil nilai pHnya, maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam (Sugiharto, 2005). pH menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan, melalui konsentrasi ion hidrogen (H^+).

Kebasaan air adalah suatu kapasitas air untuk menetralkan asam. Hal ini disebabkan ada basa atau garam basa yang terdapat dalam air. Misalnya NaOH, $Ca(OH)_2$, dan sebagainya. Garam basa yang sering dijumpai ialah karbonat logam-logam natrium, kalsium, magnesium, dan sebagainya. Kebasaan yang tinggi belum tentu pHnya tinggi. Keasaman ialah kemampuan untuk menetralkan basa. Keasaman yang tinggi belum tentu mempunyai pH yang rendah. Suatu asam lemah dapat mempunyai keasaman yang tinggi, artinya mempunyai potensi untuk melepaskan hidrogen. Contohnya ialah asam karbonat, asam asetat, dan asam organik lainnya. Keasaman dibedakan antara keasaman bebas dan keasaman total. Keasaman bebas disebabkan oleh asam kuat seperti asam klorida dan asam sulfat. Keasaman bebas dapat banyak menurunkan pH. Keasaman total terdiri dari keasaman bebas ditambah keasaman yang disebabkan oleh asam lemah (Alaerts dan Sumestri, 1987).

Instrumen pH meter adalah peralatan laboratorium yang digunakan untuk menentukan pH atau tingkat keasaman dari suatu sistem larutan (Tahir dalam Rizqi, 2013). Keuntungan dari penggunaan pH meter dalam menentukan tingkat keasaman suatu senyawa adalah pemakaiannya bisa berulang-ulang dan nilai pH terukur relatif cukup akurat. Pada penggunaan pH meter, kalibrasi alat harus diperhatikan sebelum dilakukan pengukuran. Seperti diketahui prinsip utama pH meter adalah pengukuran arus listrik yang tercatat pada sensor pH akibat suasana

ionik di larutan. Stabilitas sensor harus selalu dijaga dan caranya adalah dengan kalibrasi alat. Kalibrasi terhadap pH meter dilakukan dengan larutan buffer standar pH 4,01; 7,00 ; atau 10,01 (Tahir dalam Rizqi, 2013).

2.9.3 Analisis COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi secara kimia bahan organik di dalam air. COD yang diperoleh dari proses koagulasi tidak dapat memenuhi baku mutu dikarenakan banyak kandungan zat-zat organik dan anorganik yang terkandung dalam limbah cair. Biji kelor dengan kadar air 7% mampu menunjukkan hasil penurunan 76, 29% pada dosis koagulan 4000 mg/200 ml limbah cair industri tahu dengan lama pengendapan 50 menit dan 70, 29% pada dosis koagulan 4000 mg/200 ml dengan lama pengendapan 70 menit (Bangun dkk., 2013)

COD ditentukan dengan mengukur ekuivalen oksigen dari zat-zat organik dalam sampel dengan oksidator kimia yang kuat. COD merupakan parameter yang sangat penting, yakni parameter pengukuran cepat yang digunakan sebagai parameter untuk *stream* dan limbah industri serta mengontrol unit air limbah. Metode pengukuran COD yang biasa digunakan dengan menggunakan asam dikromat dan asam sulfat (50%) dengan tambahan garam perak dan garam merkuri sebagai katalis. Sampel dididihkan selama dua jam. Perbedaan kandungan dikromat sebelum dan sesudah pendidihan merupakan jumlah oksigen ekuivalen. Dengan cara tersebut, BOD dan COD dapat dibandingkan. Pengukuran COD dengan oksidator kimia lain yang kuat adalah potasium permanganat dan asam sulfat. Pengukuran dengan menggunakan oksidator ini lebih mudah

dibandingkan dengan pengukuran menggunakan khromat. Namun, beberapa produk industri tidak dapat dioksidasi dengan menggunakan permanganat (Siregar, 2005).

Pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD) ini digunakan untuk mengukur kebutuhan oksigen dari zat organik yang sukar dihancurkan. Oleh karena itu diperlukan bantuan oksidator yang kuat dalam suasana asam. Nilai BOD selalu lebih kecil dari nilai COD yang diukur pada senyawa organik yang dapat diuraikan maupun yang tidak dapat diuraikan (Joko, 2010).

2.9.4 Kadar Garam (Salinitas)

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Salinitas juga dapat mengacu pada kandungan garam dalam tanah (Nontji, 1993). Dalam pengolahan air sering dipakai garam dari Aluminium, Al (III) atau garam besi (II) dan besi (III). Garam-garam ini bertindak sebagai zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi. Zat ini merupakan donor muatan positif yang digunakan untuk mendestabilisasi muatan negatif partikel. Zat koagulan terhidrolisa yang paling umum digunakan dalam proses pengolahan air minum adalah garam besi (ion Fe^{3+}) atau Aluminium (ion Al^{3+}) yang terdapat didalam bentuk yang berbeda-beda seperti tercantum di atas dan bentuk lainnya seperti : AlCl_3 , Aluminium klorida dan sulfat yang bersifat basa atau alkalis (Anonim, 2008).

Konsentrasi garam dikontrol oleh batuan alami yang mengalami pelapukan, tipe tanah, dan komposisi kimia dasar perairan. Salinitas merupakan indikator utama untuk mengetahui penyebaran massa air lautan sehingga penyebaran nilai-

nilai salinitas secara langsung menunjukkan penyebaran dan peredaran massa air dari satu tempat ke tempat lainnya. Penyebaran salinitas secara alamiah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain curah hujan, pengaliran air tawar ke laut secara langsung maupun lewat sungai dan gletser, penguapan, arus laut, turbulensi percampuran, dan aksi gelombang (Nontji, 1983).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Laboratorium Tanah dan Air Tanah Jurusan Teknik Pengairan FT-UB dan Laboratorium Kimia Jurusan Kimia FMIPA-UB pada bulan Februari-April 2014.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah wadah sampel dari *polietylen*, spatula, cawan porselen, peralatan gelas (gelas beaker, labu ukur 1000 mL, batang pengaduk, gelas arloji, pipet ukur, pipet tetes, erlenmeyer 250 mL), shaker inkubator, oven, desikator, Spektrofotometer UV-Vis Shimadzu (UV mini-1240), Jar Tes, *water quality* (HORIBA), pH meter (Orion) vortex, kertas saring, aluminiumfoil dan neraca analitik AA 200 (*Denver Instrument Company*).

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel larutan nitrat dari KNO_3 , biji asam jawa (*Tamarindus indica*), aquades, Natrium klorida (NaCl) p.a., Natrium hidroksida (NaOH) p.a., asam sulfat (H_2SO_4) p.a., HCl p.a., AgSO_4 , KMnO_4 0,025 N, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,025 N, reagen Lowry, Bovine Serum Albumin (BSA).

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan rancang bangun penelitian laboratorium. Sampel larutan nitrat yaitu 14 ppm dan 60 ppm, dianalisis parameter kualitasnya (Nitrat, pH dan COD) untuk mendapatkan data kualitas parameter air sebelum dilakukan perlakuan koagulasi. Tahap pertama dilakukan adalah karakterisasi komponen bioaktif dari ekstrak NaCl biji asam jawa dengan mengguji kandungan proteinnya. Kemudian, dilanjutkan proses koagulasi-flokulasi skala laboratorium dilakukan dengan alat *jar test* dengan variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa. Hasil dosis terbaik akan digunakan pada tahap selanjutnya yaitu variasi pH sampel untuk mengetahui pH optimum koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan larutan ekstrak NaCl biji asam jawa pada pH optimum sampel yang didapat dari penelitian tahap pertama. Setelah proses koagulasi, masing-masing sampel limbah dianalisis parameter kualitasnya kembali untuk mendapatkan data kualitas parameter limbah setelah perlakuan koagulasi. Hasil awal dan akhir dari penentuan dosis ekstrak NaCl diukur kadar garam. Masing-masing perlakuan dilakukan dengan tiga kali ulangan.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian dengan variasi konsentrasi koagulan

Parameter	Ekstrak NaCl biji asam jawa (mL/L)					
	0	10	20	40	80	160
Nitrat rendah						
Nitrat tinggi						

Tabel 3.2 Rancangan Penelitian dengan variasi pH

Parameter	Ekstrak NaCl biji asam jawa			
	pH 4	pH 6	pH 8	pH 10
Nitrat rendah				
Nitrat tinggi				

3.4 Tahapan Penelitian

1. Preparasi limbah buatan.
2. Preparasi koagulan alami biji asam jawa (*Tamarindus indica*)
3. Analisis kadar air
4. Ekstraksi biji asam jawa (*Tamarindus indica*) dengan pelarut NaCl.
5. Karakterisasi komponen bioaktif (protein) pada ekstrak NaCl biji asam jawa.
6. Pengukuran parameter kualitas air limbah buatan dengan variasi dosis dan pH koagulan biji asam jawa sebelum proses koagulasi.
7. Proses koagulasi (jar tes)
8. Pengukuran parameter kualitas air limbah buatan dengan variasi dosis dan pH koagulan biji asam jawa sesudah proses koagulasi.
9. Analisis data

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Preparasi Larutan Nitrat

Padatan KNO_3 ditimbang sebanyak 14 dan 60 miligram kemudian dimasukkan ke dalam gelas beaker 250 ml yang berbeda dan ditambahkan

masing-masing akuades kurang lebih 200 mL. Larutan KNO_3 dipindahkan ke dalam labu ukur 1000 ml dan ditambahkan akuades sampai tanda batas, selanjutnya larutan dikocok agar menjadi homogen.

Sampel yang akan dianalisis dengan berbagai parameter diletakkan dalam lemari pendingin. Sampel yang digunakan untuk analisis pH tidak boleh disimpan lebih dari 2 hari karena kegiatan biologis dan pengaruh udara dapat merubah nilai pH dan nitrat. Sampel yang digunakan untuk analisis pH dan nitrat paling lama mampu bertahan 2 hari dan dilakukan penyimpanan pada lemari es pada suhu 4°C . Pengujian COD (*Chemical Oxygen Demand*) dapat bertahan 7 hari dengan penambahan H_2SO_4 hingga pH 2 (Badan Standarisasi Nasional, 2008). Untuk pengawetan nitrat ditambahkan CHCl_3 sehingga dapat bertahan 6 bulan. Sampel dimasukkan dalam wadah dan ditutup rapat. Sampel yang akan dianalisis dengan berbagai parameter diletakkan dalam lemari pendingin (Badan Standarisasi Nasional, 2006).

3.5.2 Preparasi Koagulan Alami

3.5.2.1 Analisis Kadar Air Biji Asam Jawa (Rohman dan Sumantri, 2007)

Analisis kadar air dilakukan pada biji asam jawa. Sebelumnya cawan ditimbang terlebih dahulu, kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu $100-105^\circ\text{C}$ sekitar 15 menit untuk menghilangkan kadar airnya. Cawan yang telah dipanaskan disimpan dalam desikator sekitar 10 menit. Cawan tersebut selanjutnya ditimbang dan dilakukan perlakuan sama sampai diperoleh berat cawan konstan (berat cawan kosong). Sampel biji asam jawa ditumbuk kasar

menggunakan mortar, kemudian ditimbang sebanyak 10 gram. Sampel biji asam jawa dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui berat konstannya dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105 °C selama ± 15 menit untuk menghilangkan kadar air dalam sampel, kemudian sampel disimpan dalam desikator sekitar ± 10 menit dan ditimbang, perlakuan ini diulangi sampai didapatkan berat konstan. Kadar air dalam sampel biji asam jawa dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{(b-c)}{(b-a)} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan : a = berat konstan cawan kosong

b = berat cawan + sampel sebelum dikeringkan

c = berat konstan cawan + sampel setelah dikeringkan

3.5.2.2 Ekstraksi Biji Asam Jawa dengan Pelarut NaCl (Yulianti dan Mahmudah, 2013)

Buah asam jawa yang sudah tua (di pohon) diambil bijinya, hingga diperoleh biji asam jawa. Biji asam jawa selanjutnya ditumbuk dengan menggunakan mortar, kemudian ditimbang sebanyak 1 gr dan diekstrak dalam 100 mL larutan NaCl 1,5 M. Campuran tersebut diaduk menggunakan shaker dengan kecepatan 150 rpm selama 10 menit, kemudian dilakukan penyaringan. Filtrat yang dihasilkan digunakan sebagai koagulan. Menurut Katayon, dkk. (2005) serbuk biji kelor disimpan di lemari es dan suhu kamar selama satu bulan menunjukkan kinerja yang baik.

3.5.3 Analisis Protein Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa Metode Lowry (Sudarmadji, dkk., 1997)

3.5.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum

Larutan stok *Bovine Serum Albumin* (BSA) 300 ppm (30 mg BSA/100 mL) dipipet sebanyak 1 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 8 mL reagen Lowry B, divorteks dan didiamkan 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 1 mL reagen Lowry A, divorteks dan didiamkan selama 20 menit. Serapannya diukur pada panjang gelombang 400–800 nm hingga diketahui panjang gelombang optimumnya. Blanko dibuat sama kecuali sampel diganti dengan air. Lalu dibuat kurva antara panjang gelombang pada sumbu X dengan absorbansi pada sumbu Y.

3.5.3.2 Pembuatan Kurva Standar Protein

Disiapkan 6 tabung reaksi, masing-masing diisi larutan BSA dengan konsentrasi 10, 60, 120, 180, 240 dan 300 mg/L yang telah disiapkan sebelumnya sebanyak 1 mL. Kemudian ditambahkan 8 mL reagen Lowry B, divorteks dan didiamkan 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 1 mL reagen Lowry A, divorteks dan didiamkan selama 20 menit. Serapannya diukur pada panjang gelombang optimumnya.

3.5.3.3 Analisis Kadar Protein Sampel

Sampel larutan ekstrak NaCl biji asam jawa dipipet sebanyak 1 mL dan dimasukkan dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 8 mL reagen Lowry B, divorteks dan didiamkan 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 1 mL reagen Lowry

A, divorteks dan didiamkan selama 20 menit. Serapannya diukur pada panjang gelombang optimumnya.

3.5.4 Proses Koagulasi-Flokulasi (*Jar test*) (Okuda, dkk., 2001)

3.5.4.1 Proses Koagulasi-Flokulasi (*Jar test*) dengan Variasi Dosis Koagulan

Disiapkan beaker gelas berisi 500 mL sampel air limbah buatan dan ditambahkan koagulan (ekstrak NaCl biji asam jawa dengan variasi 0, 10, 20, 40, 80 dan 160 mL/L) ke dalam sampel, kemudian diletakkan pada slot *jar tester*. Dilakukan pengaduk menggunakan jar test dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit sebagai pengadukan cepat. Kecepatan pengadukan kemudian diturunkan menjadi 30 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat. Setelah itu dilakukan proses sedimentasi selama 1 jam, kemudian campuran disaring menggunakan kertas saring. Filtrat diambil dan dilakukan analisis parameter kualitas air pada sampel.

3.5.4.2 Proses Koagulasi-Flokulasi (*Jar test*) dengan Variasi pH Larutan KNO_3

Disiapkan beaker gelas berisi 500 mL sampel air limbah buatan. Kemudian, diatur pH air limbah 4, 6, 8 dan 10 dengan penambahan NaOH 0,1 N atau H_2SO_4 0,1 N dan ditambahkan koagulan asam jawa terbaik ke dalam sampel. Selanjutnya, diletakkan pada slot *jar tester*. Dilakukan pengaduk menggunakan jar test dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit sebagai pengadukan cepat. Kecepatan pengadukan kemudian diturunkan menjadi 30 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat. Setelah itu dilakukan proses sedimentasi selama 1 jam, kemudian campuran disaring menggunakan kertas saring. Filtrat diambil dan dilakukan analisis parameter kualitas air pada sampel.

3.5.5 Pengukuran Parameter Kualitas Air Larutan KNO_3 Sebelum dan Sesudah Dikoagulasi dengan Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa

3.5.5.1 Analisis Derajat Keasaman (pH) pada Larutan KNO_3 (Alaert dan Sumestri, 1987)

Elektrode pada alat pH-meter dibilas beberapa kali dengan aquades kemudian dikeringkan dengan menggunakan tissu. Dipastikan pH-meter sebelum digunakan telah dikalibrasi terlebih dahulu. Dimasukkan 50 mL sampel air limbah ke dalam beaker glass 100 mL. Dimasukkan elektrode pada alat pH-meter ke dalam sampel. Dibaca dan dicatat hasil yang muncul pada layar alat pH-meter.

3.5.5.2 Analisis Kadar Nitrat pada Larutan KNO_3 (Greenberg, dkk., 1993)

3.5.5.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum

Pertama-tama, ditimbang KNO_3 sebanyak 0,7218 gr. Dilarutkan KNO_3 dengan aquades sebanyak 500 mL dan dimasukkan dalam labu ukur 1 L kemudian diencerkan sampai tanda batas. Didapatkan larutan stok Nitrat (NO_3^-) dengan konsentrasi 100 mg N/L.

Menentukan panjang gelombang optimum dapat dilakukan dengan sampel dipipet 25 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL. Ditambahkan 1 mL HCl 1 N dan dihomogenkan. Kemudian, dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang antara 200 sampai 300 nm. Blanko dibuat sama kecuali sampel diganti dengan air. Lalu dibuat kurva antara panjang gelombang pada sumbu X dengan absorbansi pada sumbu Y.

3.5.5.2.2 Penentuan Waktu Kestabilan Kompleks

Menentukan waktu kestabilan kompleks dapat dilakukan dengan sampel dipipet 25 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL. Ditambahkan 1 mL HCl 1 N dan dihomogenkan. Kemudian, dianalisis dengan spektrofotometer UV-

Vis pada panjang gelombang optimum pada waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 dan 120 menit. Blanko dibuat sama kecuali sampel diganti dengan air. Lalu dibuat kurva antara panjang gelombang pada sumbu X dengan absorbansi pada sumbu Y.

3.5.5.2.3 Pembuatan Kurva Standart Nitrat

Membuat kurva standar Nitrat (NO_3^-) dengan konsentrasi 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4 dan 5 mg N/L. Dipipet larutan stok Nitrat (NO_3^-) sebanyak 1,25; 2,5; 5; 10; 15; 20 dan 25 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Ditambahkan 1 mL HCl 1 N kedalam larutan standar, kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda batas. Ditentukan adsorbansinya dengan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang optimum. Dibuat kurva baku berdasarkan regresi linear yang menyatakan hubungan antara konsentrasi Nitrat (NO_3^-) sebagai sumbu x dan absorbansi Nitrat (NO_3^-) sebagai sumbu y. Maka akan diperoleh persamaan garis $y = ax + b$.

3.5.5.2.4 Analisis Kadar Nitrat

Dipipet 50 mL sampel dan dimasukkan dalam Erlenmeyer 100 mL. Ditambahkan 1 mL HCl 1 N kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum. Konsentrasi nitrat pada sampel air limbah dapat diketahui dengan memanfaatkan regresi linier yang didapat dari larutan standart nitrat.

3.5.5.3 Analisis COD (*Chemical Oxygen Demand*) Metode Permanganat

3.5.5.3.1 Pembakuan Larutan KMnO_4 0,025 N

Sebanyak 100 mL aquades dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Selanjutnya ditambahkan sedikit serbuk AgSO_4 (0,02 g) dan 10 mL H_2SO_4 (13

N). Sampel dipanaskan dalam *water bath* selama 30 menit pada suhu 100 °C. Sebanyak 10 mL larutan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,025 N ditambahkan pada menit ke-25 kemudian sampel dipanaskan kembali. Setelah 30 menit, dilanjutkan titrasi menggunakan KMnO_4 0,025 N sampai terjadi warna merah jambu. Normalitas larutan KMnO_4 dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$N \text{ KMnO}_4 = \frac{(\text{mL titrasi} - \text{mL titrasi blanko}) \times N \text{ Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{\text{mL Na}_2\text{C}_2\text{O}_4} \dots\dots\dots(3.2)$$

3.5.5.3.2 Analisis COD sampel

Sebanyak 5 mL sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan aquades hingga volume 100 mL. Selanjutnya ditambahkan sedikit serbuk AgSO_4 (0,02 g), 10 mL H_2SO_4 (1:2) dan 10 mL KMnO_4 0,025 N. Sampel dipanaskan dalam *water bath* selama 30 menit pada suhu 100 °C. Sebanyak 10 mL larutan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,025 N ditambahkan pada menit ke-25 kemudian sampel dipanaskan kembali. Setelah 30 menit, dilanjutkan titrasi menggunakan KMnO_4 0,025 N sampai terjadi warna merah jambu. Langkah tersebut juga dilakukan pada 100 mL aquades tanpa penambahan sampel sebagai blanko.

$$\text{COD(ppm)} = \frac{(\text{mL titrasi} - \text{mL titrasi blanko}) \times N \text{ KMnO}_4 \times 0,2}{\text{mL sampel}} \times 1000 \text{ ppm} \dots\dots\dots(3.3)$$

3.5.5.4 Analisis Kadar Garam

Sampel ditampung dan dimasukkan ke tabung *water quality* HORIBA, kemudian diukur kadar garamnya dengan menggunakan alat *water quality* HORIBA, yaitu dengan cara mengkalibrasi alat menggunakan blanko, kemudian elektrode *water quality* HORIBA dimasukkan dalam larutan sampel dan dilakukan pembacaan.

3.6 Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah proses pengumpulan data. Analisis data meliputi analisis pH dalam angka penurunannya setelah diberi ekstrak biji asam jawa yang dilarutkan dalam NaCl dan analisis kadar nitrat dalam angka penurunannya setelah diberi ekstrak biji asam jawa yang dilarutkan dalam NaCl serta bahasan kondisi selama penelitian berlangsung.

3.6.1 Uji Presisi (Aswad, dkk., 2009)

Nitrat dengan konsentrasi 1 mg N/L di-ukur serapannya pada panjang gelombang maksimum (λ_{max}) dengan 7 kali replikasi. Presisi dihitung dengan cara sebagai berikut:

1. Hasil analisis adalah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, maka simpangan baku adalah :

$$SD = \sqrt{\frac{(X_2 - X_1)^2}{N - 1}}$$

3.6.2 Uji Linieritas (Aswad, dkk., 2009)

Uji ini dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi standar dengan 5 macam konsentrasi yaitu untuk standar nitrat adalah 1, 2, 3, 4 dan 5 mg/L, kemudian diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum (λ_{max}). Koefisien korelasi (r) dihitung dari analisis regresi linier $Y = ax + b$ pada kurva kalibrasi.

3.6.4 Batas Deteksi (Aswad, dkk., 2009)

Setelah kurva kalibrasi diperoleh, konsentrasi terkecil yang masih dapat terdeteksi (LOD) dan dihitung secara statistik melalui garis linier dari kurva standar, setelah diperoleh data simpangan baku res-pon analitik dari blanko dan

slope (b) pada persamaan garis $y = a + bx$. Batas deteksi dan batas kuantitas dihitung berdasarkan rumus:

$$x = \frac{y - y_B}{b}$$

Keterangan :

$y = 3$ untuk batas deteksi

y_B = Simpangan baku respon analitik dari blanko

b = Slope persamaan garis $y = a + bx$

Dari data yang diperoleh maka dibuat grafik menggunakan regresi berganda, kemudian untuk menentukan pH sampel optimum dan dosis optimum koagulan dilakukan analisa data menggunakan uji statistik menggunakan minitab 14. Uji statistik yang dilakukan adalah uji ANOVA satu arah untuk menguji adanya pengaruh atau perbedaan antar perlakuan variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa dan pH terhadap konsentrasi nitrat (Irianty, 2010). Apabila terdapat adanya pengaruh atau perbedaan antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan tingkat signifikansi 10 % untuk mengetahui perlakuan yang berpengaruh atau berbeda nyata di antara perlakuan yang lain.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Larutan Nitrat

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan nitrat yang terbuat dari KNO_3 . Sebanyak 14 dan 60 mg KNO_3 padatan dilarutkan dalam 1 L aquades sehingga didapat larutan nitrat tak berwarna sebesar 14 dan 60 ppm. Hal ini diambil contoh sebagai model yang mewakili konsentrasi nitrat pada limbah cair industri tempe sebesar 12,52-14,08 mg/L dan menurut Sumantri, dkk. (2010) limbah industri pupuk mengandung nitrat sebesar 44-232 mg/L. Kedua contoh tersebut melebihi standar yang telah ditentukan. Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha lainnya di Jawa Timur yaitu kadar maksimum untuk kadar nitrat pada limbah golongan I (air minum) sebesar 10 mg/L, golongan II (prasarana atau sarana rekreasi air) sebesar 20 mg/L, golongan III (budidaya ikan tawar, peternakan dan pengairan) sebesar 30 mg/L dan golongan IV (pengairan tanaman) sebesar 50 mg/L.

4.2 Preparasi Koagulan Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa

4.2.1 Preparasi Biji Asam Jawa

Koagulan asam jawa yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Kabupaten Bojonegoro. Buah asam jawa yang tua dikupas dan diambil bijinya. Biji asam jawa yang berwarna coklat tua ditumbuk hingga halus. Penumbukan biji

dimaksudkan untuk memperluas permukaan, agar senyawa-senyawa yang terdapat pada koagulan dapat terekstrak dengan pelarutnya.

Penyimpanan biji asam jawa yang masih terdapat kulit arinya cukup dengan cara menempatkannya pada wadah yang tertutup rapat dan tidak lembab, sedangkan biji asam jawa dalam bentuk serbuk perlu di simpan pada wadah yang tertutup rapat dan dimasukkan dalam lemari pendingin. Menurut Katayon, dkk. (2005) serbuk biji yang disimpan di lemari es dan suhu kamar selama satu bulan, keduanya masih menunjukkan kinerja yang baik. Hal tersebut untuk menghindarkan sampel biji asam jawa dari jamur ataupun pengotor lainnya.

4.2.2 Analisis Kadar Air Biji Asam Jawa

Analisis kadar air ini dilakukan untuk mengetahui kandungan air biji asam jawa. Analisis kadar air dalam penelitian ini dilakukan dengan metode gravimetri dengan cara pemanasan dan penimbangan, yaitu dengan pengurangan berat suatu bahan yang dipanaskan pada suhu 100-105°C, disebabkan karena hilangnya air dan zat-zat menguap lainnya, sehingga kekurangan berat tersebut dianggap sebagai berat air (Alaert dan Sumestri, 1987).

Pertama-tama, cawan ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat awal dari cawan kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 100-105 °C sekitar 30 menit bertujuan untuk mengeringkan. Cawan yang telah dioven didinginkan dalam desikator sekitar 10 menit yang bertujuan menghilangkan sisa-sisa air yang ada pada cawan. Cawan tersebut selanjutnya ditimbang dan dilakukan perlakuan sama sampai diperoleh berat cawan konstan (berat cawan kosong). Sampel biji asam jawa ditumbuk kasar menggunakan mortar, hal ini bertujuan untuk

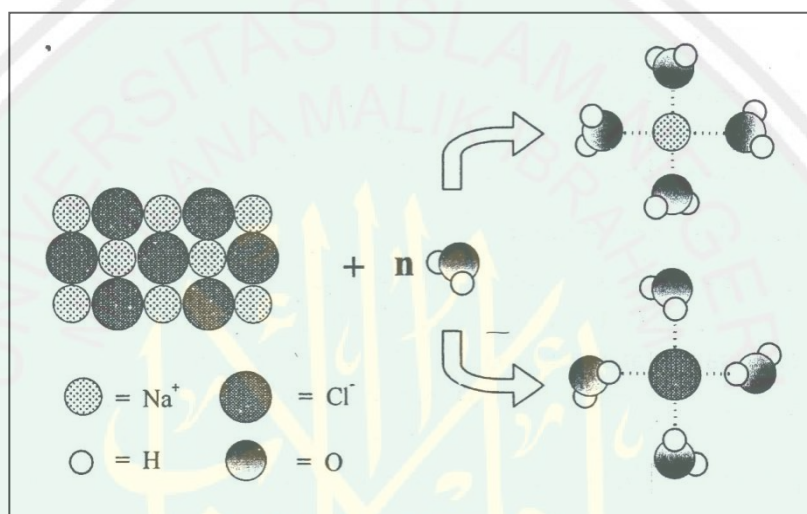
memperluas permukaan dan mempercepat proses pengeringan dari biji asam jawa. Sampel biji asam jawa dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui berat konstannya dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105 °C selama $\pm$ 15 menit untuk menghilangkan kadar air dalam sampel biji asam jawa, kemudian sampel didinginkan dalam desikator sekitar $\pm$ 10 menit untuk menghilangkan sisa-sisa air yang masih tertinggal dalam biji asam jawa dan kemudian ditimbang (berat cawan + sampel). Perlakuan ini diulangi sampai didapatkan berat konstan, sehingga didapatkan hasil kadar air biji asam jawa adalah 10,47%.

Winarno (2002) menyatakan bahwa sampel dikatakan baik dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama apabila memiliki kadar air kurang dari 10 %, karena pada tingkat kadar air tersebut sampel dapat terhindar dari pertumbuhan jamur. Hasil kadar air yang diperoleh menunjukkan kandungan air yang melebihi batas optimum, sehingga perlu disimpan dalam lemari pendingin dan tidak boleh disimpan terlalu lalu lama untuk menghindari tumbuhnya jamur.

Biji asam jawa dalam penelitian ini yang digunakan adalah biji asam jawa yang tua di pohon dan tidak melakukan pengeringan khusus. Biji asam jawa ini diasumsikan kandungan protein yang ada didalamnya semakin banyak dan mempunyai kadar air yang rendah, ini karena kadar air dalam biji asam jawa sudah menipis. Jika biji yang digunakan adalah biji basah dan masih muda, ini menyulitkan proses penumbukan karena kadar air dalam biji asam jawa masih tinggi, sehingga mempermudah proses pertumbuhan jamur.

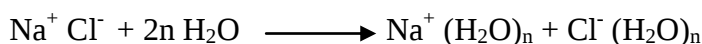
4.2.3 Ekstraksi Biji Asam Jawa dengan Pelarut NaCl

Ekstraksi biji asam jawa dengan pelarut NaCl ini bertujuan untuk memperoleh ekstrak yang nantinya akan berperan sebagai koagulan. Ekstraksi biji asam jawa dengan pelarut NaCl dilakukan dengan melarutkan padatan NaCl dalam aquades. Proses pelarutan NaCl dalam air dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Model proses pelarutan NaCl dalam air (Sugiyarto dan Suyanti, 2010).

Pada proses pelarutan senyawa ionik, kutub negatif oksigen dari molekul air akan mengepung dan menarik kation sedangkan kutub positif hidrogen dari molekul air mengepung dan menarik anion. Secara sederhana proses pelarutan senyawa ionik NaCl dalam air dapat dituliskan sebagai berikut Sugiyarto dan Suyanti (2010):

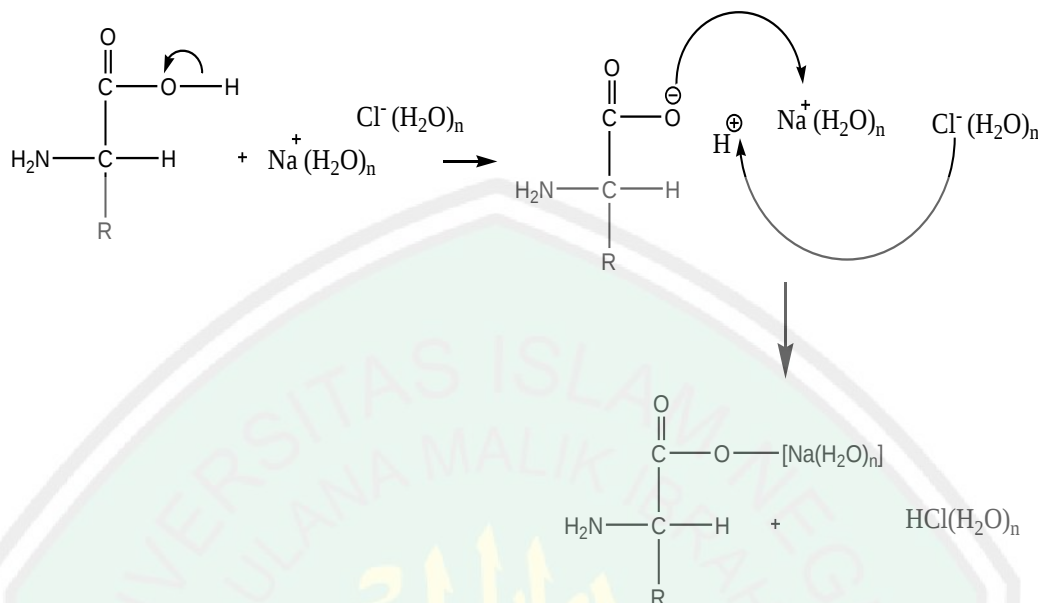


Terbentuk ion Na^+ dan Cl^- yang tersolvasi (artinya ion-ion terikat oleh pelarut) atau ion-ion terhidrasi dalam pelarut air.

Serbuk biji asam jawa sebanyak 1 gram dilarutkan dalam 100 mL larutan NaCl 1,5 M. Hasil penelitian Yulianti dan Mahmudah (2013) menyatakan bahwa

biji asam jawa yang diekstraksi dengan NaCl 1,5 M menunjukkan hasil yang paling baik, yaitu dapat menurunkan kekeruhan 40 NTU menjadi 20 NTU dengan konsentrasi 40 mL/L. Campuran serbuk biji asam jawa dan 100 mL NaCl 1,5 M itu di aduk menggunakan magnetik stirrer selama 10 menit sehingga interaksi pelarut dengan koagulan berjalan maksimal. Kemudian, campuran yang telah homogen disaring dan filtrat hasil ekstraksi inilah yang digunakan sebagai koagulan. Okuda, dkk. (1999) menyatakan bahwa protein kationik adalah senyawa yang berperan sebagai koagulan. Kelarutan protein akan semakin tinggi dengan semakin bertambahnya kadar elektrolit di lingkungan sekitarnya, sehingga dilakukan proses ekstraksi menggunakan garam NaCl untuk mengikat protein yang berperan sebagai koagulan dalam biji kelor. Hubungan konsentrasi garam dengan kelarutan protein dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Pembuatan koagulan dari biji asam jawa ini dilakukan dengan metode *salting in*. Deutscher (1990) menyatakan metode *salting in* ini dilakukan dengan menambahkan garam yang tidak jenuh atau pada konsentrasi rendah sehingga protein akan terus meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi garam. Reaksi dugaan antara larutan NaCl dengan asam amino yang mungkin terjadi adalah



Gambar 4.2 Reaksi dugaan Larutan NaCl dengan asam amino.

Berdasarkan Gambar 4.2 biji asam jawa yang mengandung protein kationik dilarutkan dalam larutan NaCl maka akan terjadi pemutusan ikatan hidrogen pada gugus karboksilat sehingga terbentuk karbokation. Pemutusan ini untuk mencapai kestabilan. Selanjutnya, karbokation akan diserang oleh $[\text{Na}^+(\text{H}_2\text{O})_n]$. Sehingga, terbentuk $\text{RCHNH}_2\text{COO}[\text{Na}(\text{H}_2\text{O})_n]$ dan $\text{HCl}(\text{H}_2\text{O})_n$.

Protein merupakan salah satu makromolekul yang terdiri dari banyak asam amino. Poedjiadi (2006) menyatakan bahwa asam amino adalah asam karboksilat yang mempunyai gugus amino. Asam amino cenderung mempunyai struktur yang bermuatan dan senyawa yang mempunyai gugus $-\text{COOH}$ dan $-\text{NH}_2$. Hasil penelitian Rizqi (2013) menunjukkan bahwa kadar asam amino yang paling besar dalam larutan ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera* L.) adalah lisin. Lysin merupakan asam amino yang bersifat basa yang mempunyai $-\text{NH}_2$ lebih dari satu (rantai samping terdapat pula gugus $-\text{NH}_2$). Prihatini (2014) menyatakan hasil

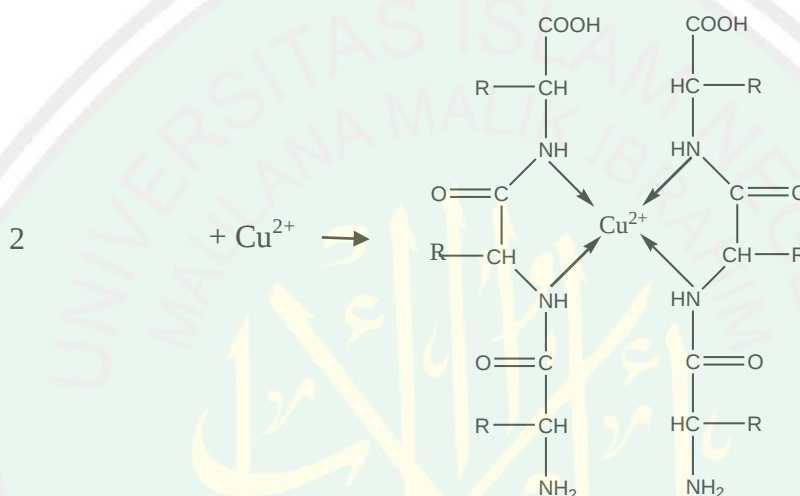
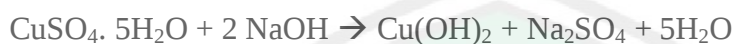
pembacaan IR lisin terbaca pada bilangan gelombang 4000-3200 cm^{-1} yang menunjukkan OH dan NH karena muncul beberapa serapan pada bilangan gelombang 3566, 3446 dan 3430 cm^{-1} .

4.3 Analisis Kadar Protein Metode Lowry

Analisis kadar protein dalam sampel ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kandungan protein dalam biji asam jawa. Kandungan protein yang dalam ekstrak NaCl biji asam jawa adalah protein terlarut dengan menggunakan metode Lowry. Menurut Sari, dkk. (2012) penentuan kadar protein menggunakan metode lowry ini didasarkan senyawa kompleks yang terbentuk dari Cu^{2+} dengan empat atom dari nitrogen asam amino dan reduksi fosfotungstat dan fosfomolibdat pada suasana alkalis yang memberikan warna biru. Gandjar dan Rohman (2010) menyatakan pada metode ini digunakan spektrofotometer UV-Vis untuk menganalisis absorbansi larutan standar dan sampel.

Analisis kadar protein terlarut dalam ekstrak NaCl biji asam jawa dilakukan dengan cara menggunakan sampel ekstrak NaCl biji asam jawa. Larutan sampel ditambahkan dengan reagen Lowry B yang terdiri dari larutan Na_2CO_3 2 % dalam NaOH 0,1 N, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1 % dan Na-K-tartrat 2 % dengan perbandingan 100:1:1. Pencampuran NaOH dengan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ini untuk mencegah pengendapan kupro oksida dalam reagen Lowry B. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dalam suasana basa akan membentuk Cu^{2+} yang akan membentuk senyawa kompleks dengan empat atom nitrogen dari protein. Kemudian, divorteks untuk mereaksikan antara sampel dengan reagen dan didiamkan 15 menit pada suhu

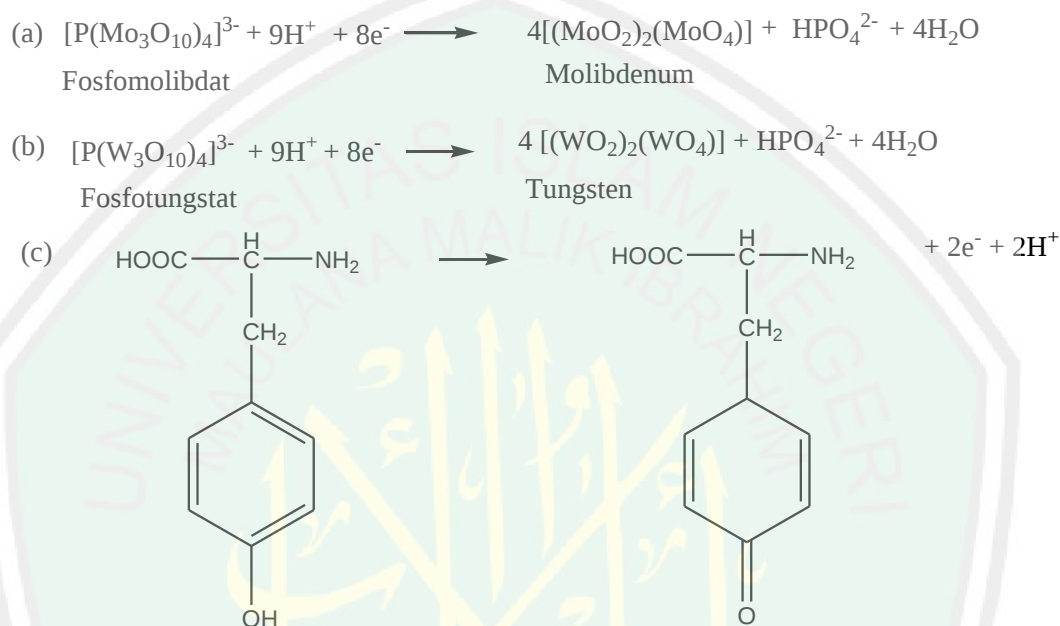
kamar agar reaksi berjalan sempurna. Adanya senyawa kompleks yang terbentuk ini akan meningkatkan warna biru pada larutan. Komplek protein dengan Cu^{2+} dalam reagen Lowry B dapat ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Komplek protein dengan Cu^{2+} dalam reagen Lowry B (Clark dalam Rizqi, 2013).

Reaksi selanjutnya adalah setelah penambahan 1 mL reagen Lowry A (*folin ciocalteu* atau asam fosphotungstate-phosphomolydate). Fosfomolibdat dan fosfotungstat akan mengalami reduksi oleh tirosin dan triptofan menjadi tungstat dan molibdenum seperti Gambar 4.4. Menurut Clark (1964) dalam Rizqi (2013) tungsten dan molibdenum akan memberikan warna biru keunguan yang dapat dideteksi secara kolorimetri. Kekuatan warna biru terutama bergantung pada kandungan residu triptofan dan tirosinnya. Banyaknya produk tungsten dan molibdenum sebanding dengan banyaknya residu protein, maka semakin tinggi konsentrasi protein akan membuat produk yang dihasilkan juga semakin banyak dengan ditandainya warna biru keunguan semakin pekat. Tungstat dan

molibdenum yang dihasilkan dalam reaksi menunjukkan absorbansi pada daerah merah dan spektrum sinar tampak pada panjang gelombang 600-800 nm yang dapat diketahui menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

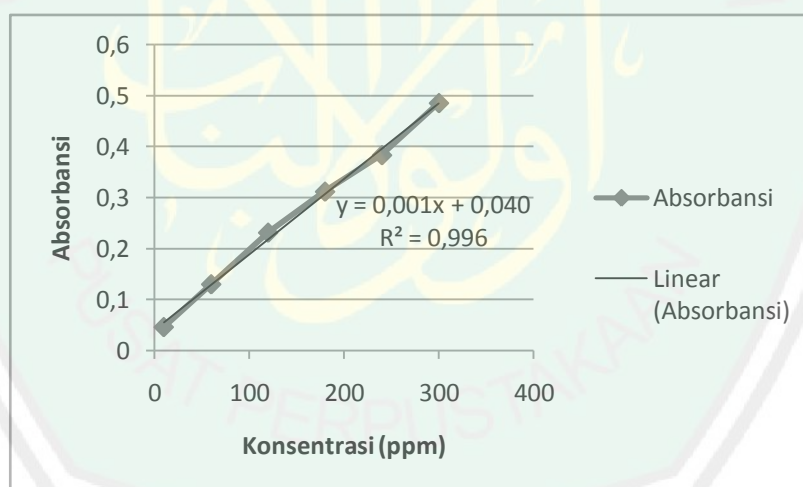


Gambar 4.4 (a) reduksi asam fosfomolibdat, (b) reduksi asam fosfotungstat dan (c) oksidasi tirosin (Handayani, 2010).

Panjang gelombang yang digunakan adalah panjang gelombang maksimum sebagai penentuan nilai absorbansi karena pada panjang gelombang maksimum diperoleh kepekaan analisis yang maksimum. Pengukuran panjang gelombang maksimum yang diperoleh dalam analisis kadar protein ini adalah 763 nm. Hubungan antara warna dan panjang gelombang sinar tampak dijelaskan dalam Effendy (2011), senyawa yang mempunyai panjang gelombang 700-1000 nm warna yang diserap berwarna merah, sedangkan warna komplementer (warna yang diamati) hijau kebiruan.

Pada penelitian ini, warna yang dihasilkan untuk pembuatan kurva baku BSA adalah biru keunguan. BSA atau *Bovine Serum Albumin* adalah protein

globular besar yang berukuran kurang lebih 66.000 Dal. Pembuatan kurva standar digunakan bentuk murni protein yang seharusnya diujikan. Namun dalam kenyataannya, hal tersebut sulit dilakukan. BSA dijadikan sebagai standar relatif protein karena pengembangan warnanya yang lebih baik dibanding protein lain (Kirschner, 2007 dalam Aslamiah, 2013). Beberapa jenis protein globular yaitu albumin yang dapat larut dalam air, globulin yang larut dalam larutan garam, histon dan protamin yang larut dalam basa (Poedjiadi dan Supriyanti, 2006). Panjang gelombang optimum yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menentukan absorbansi pada pembuatan kurva standar BSA sehingga didapatkan data pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Kurva standart BSA (*Bovine Serum Albumin*)

Berdasarkan Gambar 4.5 maka diperoleh persamaan linear dari kurva baku yang selanjutnya digunakan untuk menentukan konsentrasi protein dari ekstrak NaCl biji asam jawa dengan persamaan linier $y = 0,001x + 0,040$ dan nilai korelasi sebesar 0,996 (99,6 %).

Persamaan dari kurva baku tersebut digunakan untuk menentukan kadar dari protein dengan nilai absorbansinya, karena absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi. Hasil konsentrasi protein terlarut rata-rata dari tiga kali ulangan analisis protein sampel larutan ekstrak NaCl biji asam jawa sebesar 1255,95 ppm yang dapat dilihat pada Lampiran 5.2. Hasil analisis protein ekstrak NaCl biji asam jawa lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak NaCl biji kelor. Menurut Aslamiah (2013) ekstrak NaCl biji kelor mengandung protein sebesar 3348 ppm. Hal ini dimungkinkan karena sampel biji dan konsentrasi larutan NaCl untuk melarutkan protein yang digunakan berbeda sehingga akan berpengaruh terhadap hasil analisis kadar protein.

4.4 Pengaruh Variasi Dosis Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa

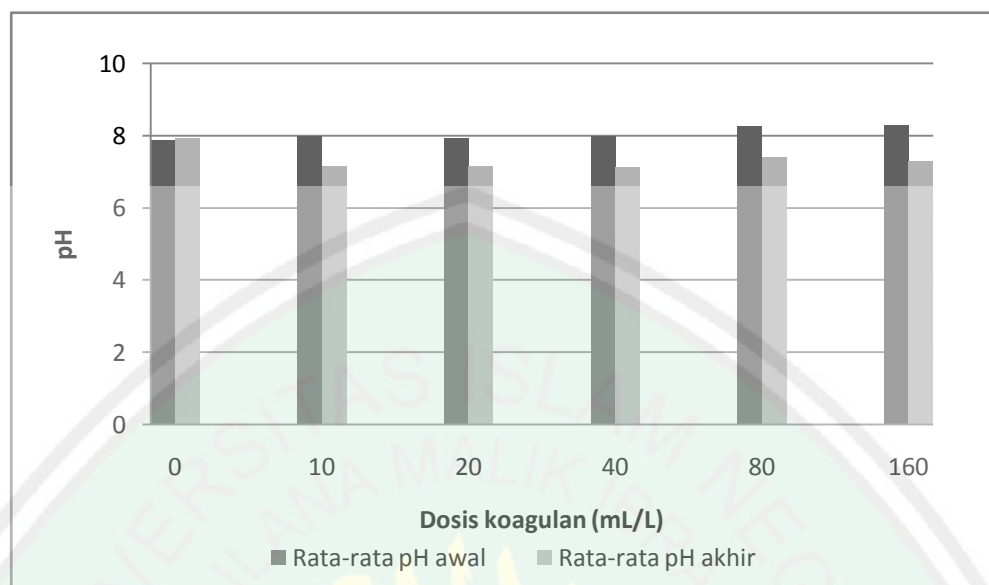
Variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa ini tujuan untuk mengetahui pengaruh dosis koagulan terhadap larutan sampel saat proses koagulasi dan flokulasi secara maksimum. Dosis ekstrak NaCl biji asam jawa yang ditambahkan dalam 1 liter larutan nitrat adalah 10, 20, 40, 80 dan 160 mL/L. Aslamiah (2013) menyatakan bahwa koagulan sebesar 160 mL/L dapat menurunkan kekeruhan sebesar 82% dari 321,7 NTU menjadi 57 NTU.

Larutan nitrat tidak berwarna berbeda konsentrasi yaitu 14 ppm dan 60 ppm yang ditambahkan ekstrak NaCl biji asam jawa jernih berwarna kemerahan. Kemudian, dilakukan proses koagulasi-flokulasi menggunakan jar test. Okuda, dkk. (2001) menyatakan proses koagulasi dengan kecepatan pengadukan 150 rpm selama 2 menit untuk meningkatkan interaksi koagulan dengan partikel sehingga

dapat terjadi proses koagulasi secara maksimal. Penurunan kecepatan pengadukan yaitu 30 rpm dimaksudkan untuk pembentukan flok dari koagulan (proses flokulasi) dan dilanjutkan dengan proses pengendapan (sedimentasi) sehingga didapat larutan sampel yang jernih.

4.4.1 Analisis Derajat Keasaman (pH)

Analisis derajat keasaman (pH) bertujuan untuk mengetahui berapa kisaran pH larutan yang sudah dilakukan proses koagulasi. Pengukuran pH dilakukan dengan metode kalorimeter yaitu dengan menggunakan alat pH meter. Elektrode pada alat pH-meter dibilas beberapa kali dengan aquades kemudian dikeringkan dengan menggunakan tissu. pH-meter harus dipastikan telah dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan, hal ini bertujuan meminimalisir kesalahan pembacaan pH larutan. Selanjutnya, 50 mL sampel larutan nitrat dimasukkan ke dalam beaker glass 100 mL. Elektrode pada alat pH-meter dimasukkan ke dalam sampel. Hasil yang muncul pada layar alat pH-meter dibaca dan dicatat. Berdasarkan data yang diperoleh, dapat diketahui bahwa hubungan antara konsentrasi ekstrak NaCl biji asam jawa terhadap nilai pH sampel nitrat 60 ppm dapat ditunjukkan pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Grafik hubungan pH dan dosis koagulan pada larutan nitrat 60 ppm.

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa nilai pH pada sampel yang telah dikoagulasi dengan ekstrak NaCl biji asam jawa tidak menunjukkan perubahan pH yang signifikan, dimana pH sampel awal yang belum ditambahkan dengan koagulan yaitu 7,88. Selain itu, pH sampel yang ditambahkan dengan ekstrak NaCl biji asam jawa tetap berada di kisaran pH normal yakni pH 7. Ketika ekstrak NaCl biji asam jawa ditambahkan dalam larutan nitrat, pH larutan menurun meskipun tidak banyak. Penurunan ini disebabkan sifat asam dari biji asam jawa yang terekstrak dalam larutan NaCl sedangkan pH KNO_3 dalam 5 % aquades adalah 8-10. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Aslamiah (2013), koagulan alami menunjukkan perubahan yang signifikan terhadap nilai pH, nilai pH yang dihasilkan cenderung konstan. Hasil analisis data penentuan konsentrasi ekstrak NaCl biji asam jawa terhadap pH pada Lampiran 5.3.1.1 menunjukkan bahwa $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$ sehingga H_0 diterima, yang artinya bahwa konsentrasi ekstrak NaCl biji asam jawa tidak memberikan pengaruh yang nyata

terhadap pH sampel. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Prihatini, 2014) yang menyatakan bahwa pemberian dosis ekstrak NaCl biji kelor yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pH air bengawan solo. Asam amino dapat memiliki muatan (+) maupun muatan (-). Ketika berada dalam larutan asam protein bermuatan positif, hal ini menyebabkan nilai pH air limbah naik. Ketika berada dalam larutan basa protein bermuatan negatif menyebabkan nilai pH turun.

Pada larutan nitrat 14 ppm dapat diketahui bahwa tidak terjadi perubahan yang signifikan pada pH sampel seperti Gambar 4.7 dibawah ini:



Gambar 4.7 Grafik hubungan pH dan dosis koagulan pada larutan Nitrat 14 ppm.

Berdasarkan Gambar 4.7 juga dapat diketahui bahwa pH pada sampel larutan nitrat tidak menunjukkan perubahan yang signifikan setelah diberi ekstrak NaCl biji asam jawa. pH awal sampel 8,86. Ketika berada dalam larutan basa, protein bermuatan negatif menyebabkan pH sampel turun meskipun tidak mengalami penurunan yang signifikan. Hal ini disebabkan karena terjadi

pengikatan ion-ion H^+ yang terdapat pada gugus $-NH_3$ oleh ion OH^- pada larutan sampel. Menurut Ndadengesere dan Narasiah (1998) meskipun perubahan pH sampel yang telah berinteraksi dengan koagulan tidak memberikan pengaruh yang signifikan, perubahan pH diduga karena adanya gugus karboksil asam amino yang ditunjukkan pada tingginya kadar protein dalam biji kelor mampu melepaskan ion H^+ . Katayon (2005) menyatakan bahwa penurunan pH yang relatif kecil terjadi setelah proses koagulasi dengan biji kelor antara pH 6,5-7 hal ini dikarenakan ion hidrogen (H^+) dari asam lemah pada biji kelor yang seimbang dengan ion hidroksida pada sampel.

Hasil analisis data penentuan konsentrasi ekstrak NaCl biji asam jawa terhadap pH pada Lampiran 5.3.1.2 menunjukkan bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$ sehingga H_0 diterima, yang artinya bahwa konsentrasi ekstrak NaCl biji asam jawa tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pH sampel larutan nitrat. Selain itu, sampel larutan nitrat 14 dan 60 ppm setelah dikoagulasi dengan ekstrak NaCl biji asam jawa masih dalam batas kriteria kualitas air menurut Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha lainnya yaitu pH 6-9.

4.4.2 Analisis Kadar Nitrat

4.4.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum

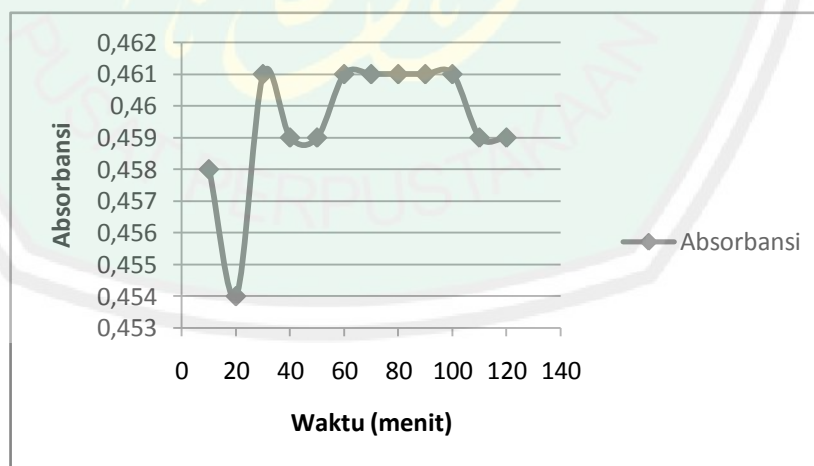
Larutan standar merupakan larutan yang memiliki konsentrasi atau kandungan yang pasti dan memenuhi persyaratan sebagai acuan atau standar dalam analisis (Mulyono, 2008). Pembuatan larutan standart dilakukan dengan

cara melarutkan 0,7218 gr KNO_3 dengan aquades dalam labu ukur 1000 mL sehingga didapatkan larutan stok Nitrat (NO_3^-) dengan konsentrasi 100 mg N/L.

Menentukan panjang gelombang optimum dapat dilakukan dengan sampel larutan nitrat ditambahkan 1 mL HCl 1 N dan dihomogenkan sehingga didapat larutan tidak berwarna. Kemudian, dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang antara 200 sampai 300 nm hingga didapat panjang gelombang optimum yaitu 230 nm. Pada panjang gelombang optimum ini senyawa nitrat terbaca secara optimum di spektrofotometer uv-vis.

4.4.2.2 Penentuan Waktu Kestabilan

Penentuan waktu kestabilan maksimum dilakukan melalui pengukuran larutan nitrat 1 ppm pada panjang gelombang maksimum yaitu 230 nm pada variasi waktu 10-120 menit dengan interval 10 menit. Kurva pengaruh variasi waktu terhadap absorbansi senyawa sebagai berikut:



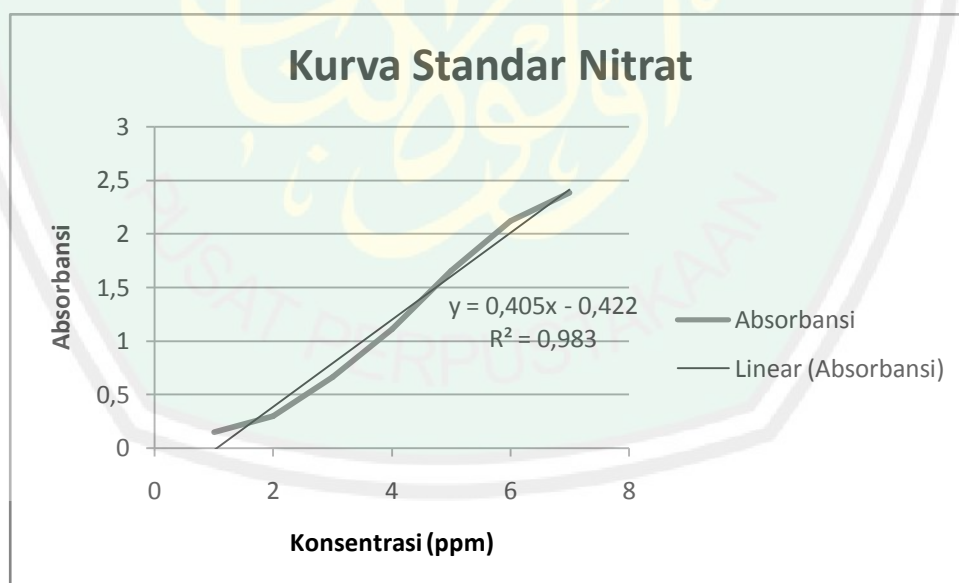
Gambar 4.8 Waktu Kestabilan KNO_3

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa senyawa nitrat mempunyai kestabilan pada menit ke-60 dan 100 pertama. Waktu kestabilan maksimum ini merupakan

waktu pembentukan senyawa nitrat dengan nilai absorbansi tertinggi yang dapat ditentukan dengan membuat kurva waktu versus absorbansi.

4.4.2.3 Pembuatan Larutan Standart Nitrat

Penentuan limit deteksi dan sensitivitas bertujuan untuk mengetahui kemampuan metode untuk mendeteksi suatu komponen dalam sampel dan mengetahui batas konsentrasi minimum yang dapat terdeteksi. Penentuan ini dilakukan dengan membuat konsentrasi nitrat 0.25; 0,5; 1; 2; 3; 4 dan 5 mg N/L. Larutan standart pada larutan standar, kemudian diencerkan dengan aquades sampai tanda batas. Kurva penentuan linearitas dan limit deteksi metode spektrofotometri pada panjang gelombang 230 nm disajikan pada Gambar 4.9 dan data selengkapnya disajikan pada Lampiran 5.



Gambar 4.9 Grafik Kurva Standart Nitrat.

Berdasarkan Gambar 4.9 kurva baku diatas didapatkan regresi linear yang menyatakan hubungan antara konsentrasi Nitrat (NO_3^-) sebagai sumbu x dan absorbansi Nitrat (NO_3^-) sebagai sumbu y. Maka akan diperoleh persamaan garis

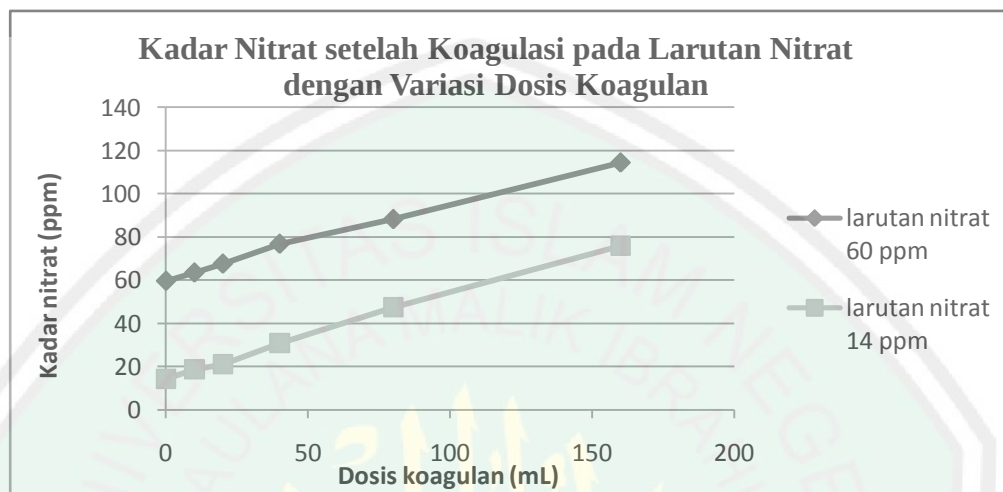
$y = 0,405x - 0,422$. y adalah nilai absorbansi dan x adalah konsentrasi nitrat dalam ppm. Persamaan regresi ini memiliki kemiringan (*slope*) yang menggambarkan kepekaan analisis sebesar 0,405 dengan perpotongan (*intersep*) di sumbu y di titik -0, 422. Taraf kepercayaan terhadap pengukuran atau koefisien regresi yang menunjukkan linearitas kurva sebesar 0,983. Persamaan regresi di atas memiliki perbedaan yang tidak signifikan dari nol sehingga kurva tersebut dapat dikatakan mempunyai hubungan linear dan sesuai dengan hukum Lambert Beer ($R^2 = 1$).

Kepekaan analisis nitrat dengan metode spektrofotometri pada panjang gelombang 230 nm dan waktu kestabilan tidak lebih dari 100 menit adalah 0,405 ppm. Berdasarkan perhitungan limit deteksi pada Lampiran 5.3.2.3, diperoleh harga limit deteksi 2,35. Apabila dilihat dari harga koefisien regresi yang tinggi, mendekati angka satu maka hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi nitrat menjadi sangat linear dan mendekati satu garis lurus, maka persamaan di atas berlaku sesuai dengan hukum Lambert Beer.

4.4.2.4 Penentuan Konsentrasi Nitrat

Penentuan konsentrasi nitrat pada sampel bertujuan mengetahui kadar nitrat yang terkandung dalam sampel sebelum dan setelah dikoagulasi. Penentuan konsentrasi nitrat dilakukan dengan cara 50 mL sampel ditambahkan 1 mL HCl 1 N dan larutan nitrat tidak berwarna dihomogenkan, kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 230 nm. Konsentrasi nitrat pada sampel dapat diketahui dengan memanfaatkan regresi linier yang didapat dari larutan standart nitrat. Berdasarkan data yang diperoleh, dapat diketahui

bahwa hubungan antara konsentrasi ekstrak NaCl biji asam jawa terhadap kadar nitrat sampel dapat ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik hubungan kadar nitrat setelah koagulasi dengan dosis koagulan.

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa konsentrasi kadar nitrat yang di koagulasi menunjukkan kenaikan nilai kadar nitrat yang sangat signifikan, baik itu pada larutan nitrat 14 dan 60 ppm. Farooq dan Velioglu (1989) dalam Enrico (2008) menjelaskan bahwa biji asam jawa memiliki kemampuan absorpsi dan netralisasi muatan koloid. Adanya muatan-muatan pada permukaan partikel koloid menyebabkan pembentukan medan elektrostatik disekitar partikel tersebut, sehingga menimbulkan gaya tolak-menolak. Selain itu, terdapat gaya tarik-menarik antara dua partikel (gaya van der Waals) yang jaraknya sangat kecil. Selama tidak ada hal yang mempengaruhi kesetimbangan muatan-muatan listrik partikel koloid, gaya tolak-menolak yang dimiliki selalu lebih besar daripada gaya tarik-menarik. Akibatnya partikel koloid tetap dalam keadaan stabil.

Pada penelitian ini, dimungkinkan partikel koloid pada sampel dalam keadaan stabil, sehingga protein sebagai koagulan tidak dapat membentuk medan

elektrostatik yang nantinya dapat mengendapkan partikel yang diinginkan, yaitu nitrat. Menurut Aslamiah (2013) kadar nitrat pada koagulan biji kelor terus meningkat dikarenakan terjadinya reaksi antara nitrat dengan protein, sehingga saat analisis kadar nitrat dalam sampel menyebabkan bertambahnya kadar nitrat. Sesuai dengan penelitian Ndabigengesere dan Narasiah (1998) yang menyatakan bahwa nitrat tidak dapat membentuk koloid dalam koagulasi menggunakan biji kelor. Ini menunjukkan salah satu dari kelemahan sebagai koagulan. Sampel yang telah ditambahi dengan koagulan alami membentuk endapan putih di dasar tabung. Hal ini menunjukkan bahwa larutan protein mengalami denaturasi.

Kadar nitrat meningkat seiring dengan peningkatan kadar COD setelah dikoagulasikan menggunakan ekstrak NaCl biji asam jawa. Hasil penelitian Okuda, dkk. (2001) yang menganalisis kandungan DOC (*Dissolved Organic Carbon*) pada sampel air sungai maupun sampel buatan dari kaolin. Ternyata penggunaan ekstrak NaCl biji kelor juga belum mampu menurunkan kadar DOC. Ternyata kadar DOC akan sebanding dengan nilai COD. Apabila bahan-bahan organik (DOC) dalam limbah tinggi maka nilai COD juga akan meningkat.

Hasil analisis data penentuan konsentrasi ekstrak NaCl biji asam jawa terhadap nitrat konsentrasi rendah pada Lampiran 5.3.2.4.1 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak, yang artinya bahwa konsentrasi ekstrak NaCl biji asam jawa memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar nitrat sampel. Hal ini juga dapat dilihat variasi dosis koagulan menunjukkan kenaikan kadar nitrat. Selanjutnya data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan mengetahui dosis koagulan mana yang memberikan pengaruh terhadap

kadar nitrat setelah koagulasi. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa pada variasi dosis koagulan yaitu 40, 80 dan 160 mL/L adalah sangat berpengaruh sangat nyata terhadap kadar nitrat dibanding dosis yang lain.

Data penentuan konsentrasi ekstrak NaCl biji asam jawa terhadap nitrat konsentrasi tinggi pada Lampiran 5.3.2.4.2 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak, yang artinya bahwa konsentrasi ekstrak NaCl biji asam jawa memberikan pengaruh yang nyata terhadap pH sampel. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa pada variasi dosis koagulan yaitu 160 mL/L adalah sangat berpengaruh sangat nyata terhadap kadar nitrat dibanding dosis yang lain

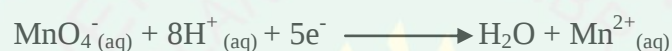
Berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha lainnya, sampel larutan nitrat konsentrasi rendah yang dikoagulasi dengan ekstrak NaCl biji asam jawa 0 sampai 80 mL/L masih dalam ambang batas, namun penambahan ekstrak sebanyak 160 mL/L melebihi ambang batas. Kadar nitrat sampel larutan nitrat konsentrasi tinggi juga telah melebihi ambang batas yang ditentukan, sehingga perlu adanya proses lebih lanjut dalam pengolahan air selain menggunakan koagulan alami.

4.4.3 Analisis COD Metode Permanganat

Analisis COD bertujuan untuk mengetahui oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi senyawa organik maupun anorganik yang mencemari air. Analisis kadar COD dilakukan dengan menggunakan metode permanganat. Penentuan nilai COD sampel dilakukan dengan pembakuan larutan $KMnO_4$ untuk mendapatkan nilai faktor pengenceran. Hasil pembakuan larutan $KMnO_4$ didapat

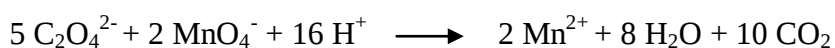
nilai faktor sebesar 0,8 . Nilai faktor dapat digunakan untuk menentukan kadar COD.

Sampel yang dianalisis ditambahkan AgSO_4 untuk menghilangkan gangguan klorida pada saat analisa karena pada umumnya klorida ini ada pada air limbah. Asam sulfat ditambahkan karena oksidasi KMnO_4 akan berjalan baik pada suasana asam. KMnO_4 bersifat oksidator dalam suasana asam. KMnO_4 dalam suasana asam akan menghasilkan reaksi reduksi-oksidasi.



Reaksi berjalan cepat dengan adanya pemanasan. Apabila KMnO_4 dalam suasana basa tidak memiliki daya oksidasi melainkan akan mengendap menjadi $\text{Mn}(\text{OH})_2$ yang nantinya akan membentuk MnO_2 yang akan mengendap juga. KMnO_4 juga sebagai autoindikator yang dalam bentuk teroksidasi dan tereduksi memiliki warna yang berbeda sehingga pada proses titrasi yang melibatkan KMnO_4 tidak perlu ditambahkan indikator redoks.

Penambahan natrium oksalat difungsikan untuk mereduksi sisa KMnO_4 pada larutan sehingga tidak berwarna. Selanjutnya, dititrasi menggunakan KMnO_4 untuk menentukan berapa oksigen yang telah terpakai, reaksi yang berlangsung sebagai berikut:



Dari analisis yang telah dilakukan maka didapatkan kadar COD setelah koagulan akibat variasi dosis koagulan dapat dilihat Lampiran 5.3.3.

Tabel 4.1 Perubahan kadar COD dengan adanya variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa.

Variasi dosis koagulan (mL)	Kadar rata-rata COD (ppm)	
	Nitrat 14 ppm	Nitrat 60 ppm
0	5	20
10	31,67	23,67
20	40	43,33
40	41,67	58,33
80	45	66,67
160	55	111,67

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui semakin banyak dosis ekstrak NaCl biji asam jawa ditambahkan maka kadar COD dalam sampel larutan nitrat akan semakin bertambah. Hasil pengamatan parameter COD dengan dosis koagulan dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh nyata dari perlakuan terhadap COD dimana $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan tingkat kepercayaan sebesar 0,01. Selanjutnya, data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) di Lampiran 5.3.3. Apabila kadar COD menggunakan ekstrak NaCl biji asam jawa dibandingkan dengan larutan NaCl 1,5 M dengan dosis yang sama, ternyata kadar COD menggunakan biji asam jawa lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa, sebagian senyawa selain protein pada biji asam jawa ikut terekstrak dalam larutan NaCl, sehingga ikut membebani sampel dengan kandungannya.

Kadar COD setelah koagulasi pada larutan nitrat 60 ppm lebih besar dibandingkan kadar COD pada larutan nitrat 14 ppm. Hal ini disebabkan adanya senyawa yang membutuhkan oksigen lebih banyak karena larutan nitrat 60 ppm terbuat dari 60 mg KNO_3 dilarutkan dalam 1 L sedangkan larutan nitrat 14 ppm terbuat dari 14 mg KNO_3 dilarutkan dalam 1 L. Hasil penelitian Ndabingesere dan

Narasiah (1998) menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak air biji kelor sebagai koagulan akan meningkatkan kadar COD karena koagulan yang digunakan hanya diekstrak dengan pengadukan kemudian penyaringan. Ekstrak yang dihasilkan merupakan ekstrak kasar sehingga masih banyak senyawa-senyawa lain yang ikut terekstrak. Menurut Rizqi (2013) kadar COD air akan semakin tinggi apabila air banyak mengandung senyawaan organik. Semakin banyak dosis koagulan yang ditambahkan maka kadar COD akan semakin meningkat karena senyawaan seperti karbohidrat, protein dan lemak terdapat dalam ekstrak NaCl biji kelor masih tinggi.

Hasil kadar COD pada larutan nitrat 60 ppm lebih kecil dibandingkan dengan kadar COD pada larutan nitrat 14 ppm menggunakan ekstrak NaCl biji asam jawa dosis 10 mL/L. Hal ini dipengaruhi banyaknya kandungan koloid dalam sampel, maka akan lebih mudah koagulan untuk berinteraksi. Muyubi, dkk. (2003) menyatakan bahwa koagulan alami dapat menurunkan kekeruhan sampel dengan kekeruhan tinggi (150-400 NTU) lebih efektif daripada kekeruhan sampel dengan kekeruhan rendah (25-45 NTU). Hal itu dibuktikan dengan penurunan 99% kekeruhan pada sampel 502 NTU dan penurunan hanya 69% kekeruhan pada sampel 32 NTU air sungai Batang Kali.

Berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha lainnya, sampel larutan nitrat konsentrasi 14 dan 60 ppm yang dikoagulasi dengan ekstrak NaCl biji asam jawa 0 sampai 160 mL/L masih dalam ambang batas. Kadar COD setelah koagulasi pada larutan nitrat 14 ppm masih memenuhi ambang batas air

Golongan II, sedangkan kadar COD setelah koagulasi pada larutan nitrat 60 ppm memenuhi ambang batas air Golongan III. Hal ini dimungkinkan karena sampel hanya terbuat dari larutan KNO_3 bukan limbah asli yang kompleks.

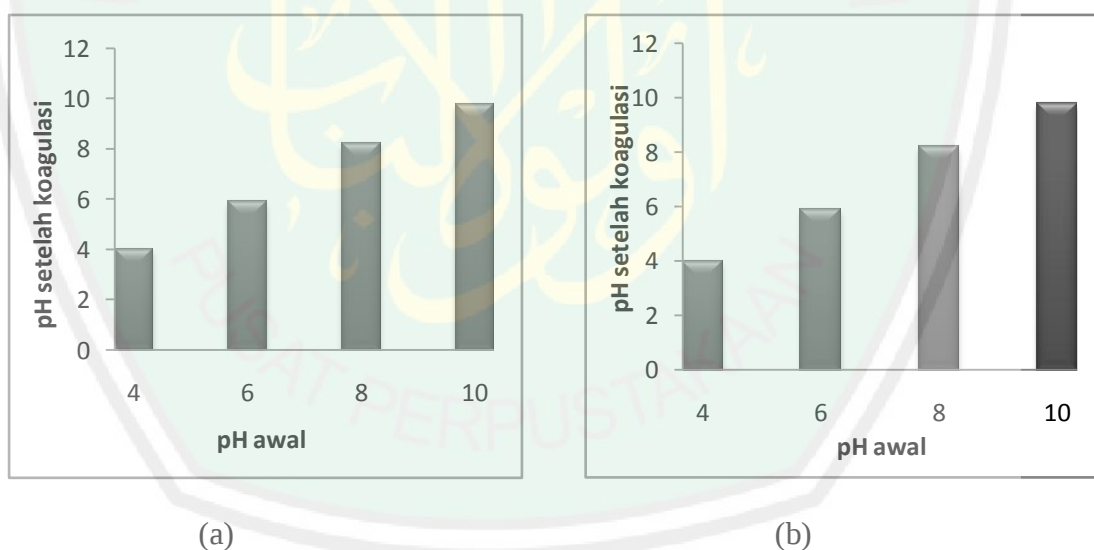
4.5 Pengaruh Variasi pH Sampel

Larutan KNO_3 dengan variasi pH dilakukan untuk mengetahui ekstrak NaCl biji asam jawa dapat bekerja efektif pada sampel yang memiliki pH asam atau basa. Larutan KNO_3 dikondisikan menjadi pH 4, 6, 8 dan 10 dengan penambahan H_2SO_4 0,1 N dan NaOH 0,1 N. Menurut Enrico (2008) yang memvariasi pH limbah industri cair tahu yaitu 4, 6, 8 dan 10 mendapatkan pH optimum yaitu pH 4 mampu menyisihkan kekeruhan sebesar 87,88%, TSS sebesar 98,87% dan COD sebesar 22,40% menggunakan koagulan biji asam jawa. Selanjutnya dilakukan proses koagulasi dengan penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa sebesar 40 mL/L. Menurut Rizqi (2013) menyatakan dengan dosis koagulan 40 mL/L dapat menurunkan TSS sampai 80,8% pada pH 10 limbah industri penyedap rasa. Kemudian, dilakukan proses koagulasi-flokulasi menggunakan jar test. Okuda, dkk. (2001) menyatakan proses koagulasi dengan kecepatan pengadukan 150 rpm selama 2 menit untuk meningkatkan interaksi koagulan dengan partikel sehingga dapat terjadi proses koagulasi secara maksimal. Penurunan kecepatan pengadukan yaitu 30 rpm dimaksudkan untuk pembentukan flok dari koagulan (proses flokulasi) dan dilanjutkan dengan proses pengendapan (sedimentasi) sehingga didapat larutan sampel yang jernih.

4.5.1 Analisis Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH ini bertujuan untuk mengetahui berapa kisaran pH sampel yang sudah dilakukan koagulasi. Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter yang penting dalam analisis air. Enrico (2008) menyatakan pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses koagulasi dan flokulasi, karena setiap koagulan memiliki batasan pH optimum sehingga dapat memiliki aktivitas yang optimum.

Berdasarkan data yang diperoleh, dapat diketahui bahwa hubungan antara konsentrasi koagulan biji asam jawa terhadap nilai pH sampel nitrat konsentrasi rendah dan tinggi dapat ditunjukkan pada Gambar 4.11.

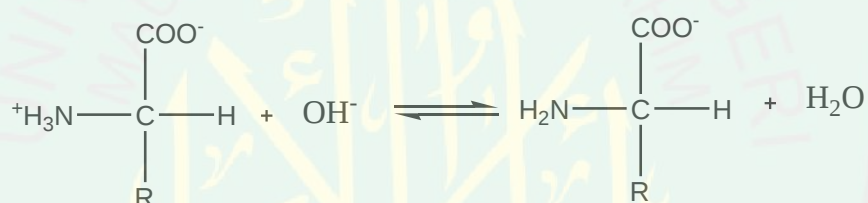


Gambar 4.11 Pengaruh variasi pH sampel sebelum koagulasi terhadap pH setelah koagulasi dengan penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa (a) larutan nitrat 14 ppm; (b) larutan nitrat 60 ppm.

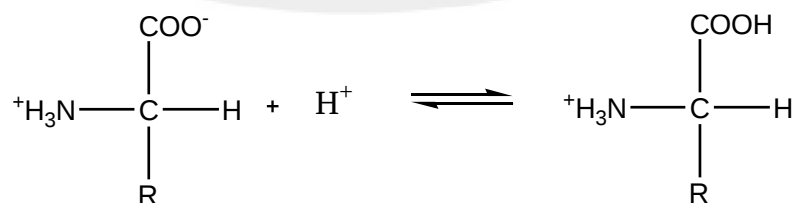
Pada Gambar 4.11 dapat terlihat bahwa pada pH rendah 4 sampai 8 koagulan larutan ekstrak NaCl biji asam jawa cenderung menaikkan pH sampel sedangkan pada pH tinggi yaitu pH 10 justru terjadi penurunan pH. Menurut Rizqi (2013)

koagulan yang memiliki protein tinggi dimungkinkan menyebabkan penetralan larutan pada pH sekitar 8, sehingga pada pH tersebut tidak terjadi penurunan maupun kenaikan pH. Hal yang sama disampaikan oleh Hestningsih (2014) yang menyatakan apabila asam amino larut dalam air, gugus karboksilat akan melepaskan ion H^+ sedangkan gugus amina akan menerima ion H^+ .

Larutan asam amino yang ditambah dengan basa akan terjadi pengikatan ion-ion H^+ yang terdapat pada gugus $-NH_3$ oleh ion OH^- seperti Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Reaksi asam amino dengan basa (Poedjiadi dan Supriyanti, 2006). Ketika berada dalam larutan asam, protein bermuatan positif. Hal ini menyebabkan nilai pH air limbah naik. Ketika berada dalam larutan basa, protein bermuatan negatif menyebabkan pH air limbah turun. Larutan asam amino yang ditambahkan asam maka konsentrasi ion H^+ yang tinggi mampu berikatan dengan ion $-COO^-$, sehingga terbentuk gugus $-COOH$, seperti Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Asam amino dengan asam (Poedjiadi dan Supriyanti, 2006).

Muatan asam amino yang tergantung pada pH larutan, sehingga asam amino memiliki pH isoelektrik, dimana pada pH isoelektrik terdapat keseimbangan

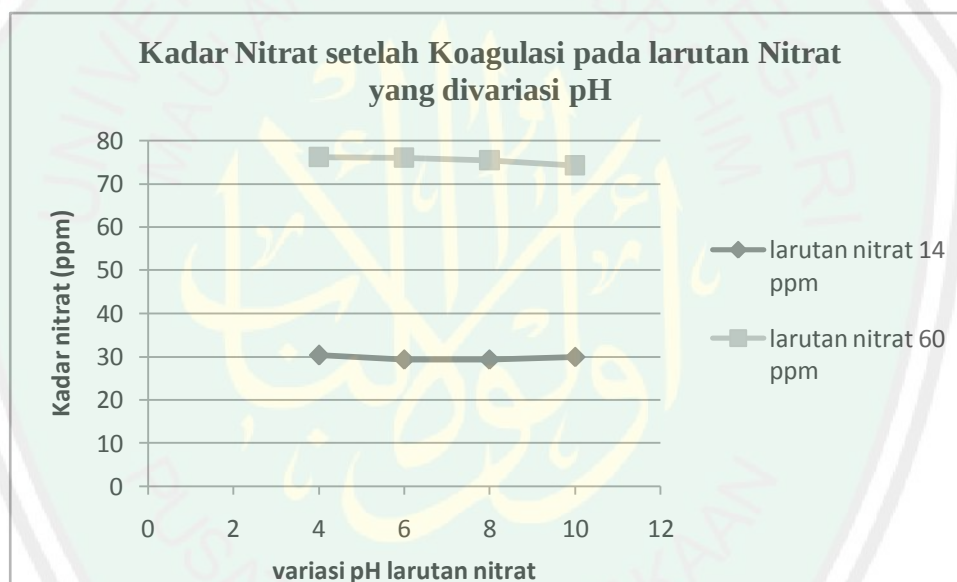
bentuk-bentuk asam amino sebagai ion amfoter, anion maupun kation (Poedjiadi dan Supriyanti, 2006).

Hasil analisis data penentuan pH sampel terhadap pH setelah di koagulasi pada Lampiran 5.4.1 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak, yang artinya bahwa pH sampel memberikan pengaruh yang nyata terhadap pH setelah koagulasi. Hal ini juga dapat dilihat perubahan pH sampel setelah koagulasi menunjukkan penurunan maupun kenaikan. Selanjutnya data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan mengetahui pH mana yang memberikan pengaruh terhadap pH sampel setelah koagulasi. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa pada variasi pH sampel yaitu 6, 8 dan 10 adalah sangat berpengaruh nyata terhadap pH sampel air dibanding pH 4. Hal ini sesuai dengan penelitian Prihatini (2014) yang menyatakan pH sampel air bengawan solo 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 berpengaruh nyata terhadap pH sampel setelah koagulasi menggunakan ekstrak NaCl biji kelor dibandingkan pH 4.

Keunggulan ekstrak NaCl biji asam jawa (koagulan alami) dibandingkan dengan tawas (koagulan anorganik) dapat terlihat pada pH. Pada sampel menggunakan koagulan alami maka pH sampel setelah koagulasi lebih menuju pH netral, berbeda dengan koagulan anorganik yang sangat menurunkan pH sampel setelah koagulasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Rizqi (2013) bahwa koagulan alami yang digunakan untuk mengolah limbah cair industri penyedap rasa menunjukkan pH akhir cenderung turun dari pH awalnya yaitu 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10. Sehingga, penggunaan koagulan alami yang terekstrak NaCl ini dapat menghemat penggunaan bahan kimia untuk kontrol pH setelah proses koagulasi.

4.5.2 Analisis Kadar Nitrat

Analisis kadar nitrat ini bertujuan untuk mengetahui kadar nitrat yang terkandung dalam sampel sebelum dan sesudah koagulasi. Konsentrasi nitrat pada sampel dapat diketahui dengan memanfaatkan regresi linier yang didapat dari larutan standart nitrat. Berdasarkan data yang diperoleh, dapat diketahui bahwa hubungan antara variasi pH sampel terhadap kadar nitrat sampel dapat ditunjukkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Pengaruh variasi pH sampel terhadap kadar nitrat

Berdasarkan Gambar 4.14 dapat diketahui kadar sampel air limbah yang dikoagulasi menggunakan ekstrak NaCl biji asam jawa menunjukkan peningkatan. Hal ini mungkin dikarenakan terjadi interaksi antara nitrat dengan koagulan yang mengandung protein. Menurut Aslamiah (2013) kadar nitrat pada sampel setelah koagulasi menggunakan koagulan biji kelor terus meningkat dengan bertambahnya dosis koagulan. Sesuai dengan penelitian Ndabigengesere dan Narasiah (1998) yang menyatakan bahwa nitrat tidak dapat membentuk

koloid dalam koagulasi menggunakan biji kelor. Ini menunjukkan salah satu dari kelemahan sebagai koagulan. Sampel yang telah ditambahi dengan koagulan alami membentuk endapan putih di dasar tabung. Hal ini menunjukkan bahwa larutan protein mengalami denaturasi.

Hasil analisis data penentuan pH sampel terhadap kadar nitrat setelah di koagulasi pada Lampiran 5.4.2 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak, yang artinya bahwa pH sampel memberikan pengaruh yang nyata terhadap pH setelah koagulasi. Hal ini juga dapat dilihat perubahan pH sampel setelah koagulasi menunjukkan penurunan maupun kenaikan. Selanjutnya data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan mengetahui pH mana yang memberikan pengaruh terhadap pH sampel setelah koagulasi. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa pada variasi pH sampel yaitu 4, 6 dan 10 adalah sangat berpengaruh nyata terhadap pH sampel air dibanding pH 8. Hal ini menunjukkan ketika sampel berada dikisaran pH normal (pH 8) maka kadar nitrat tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa pada sampel pH 8, protein dari ekstrak NaCl biji asam jawa berada pada titik isoelektrik sehingga terdapat kesetimbangan antara bentuk-bentuk asam amino sebagai ion amfoter, anion dan kation.

Kristanto (2002), menyatakan jika kandungan nitrat didalam air mencapai 45 ppm maka berbahaya untuk diminum. Nitrat tersebut akan berubah menjadi nitrit di perut. Keracunan nitrit akan mengakibatkan wajah membiru dan kematian. Hasil pengamatan yang diperoleh diketahui bahwa dengan penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa sebanyak 40 mL/L meningkatkan kadar nitrat. Kadar

ini tidak memenuhi Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha lainnya di Jawa Timur Golongan I,II dan III, namun masih memenuhi di Golongan IV sebagai air untuk pengairan tanaman.

4.5.3 Analisis COD Metode Permanganat

Analisi COD ini bertujuan untuk mengetahui ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air (Alaers dan Sumestri, 1987). Hasil analisis kadar COD dengan menggunakan metode permanganat dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perubahan kadar COD dengan adanya variasi pH larutan nitrat.

Variasi pH	Kadar COD (ppm)	
	Nitrat rendah	Nitrat tinggi
4	16,667	18,333
6	6,667	10
8	20	28,333
10	35	56,667

Ekstrak NaCl biji asam jawa merupakan bahan alam yang banyak mengandung senyawa-senyawa organik. Penggunaan ekstrak NaCl biji asam jawa ini dalam proses koagulasi justru membebani sampel sehingga kadar COD pada sampel semakin meningkat. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4.2 yang menunjukkan bahwa masih banyak senyawa-senyawa organik pada sampel yang dikoagulasikan dengan ekstrak NaCl biji asam jawa. Hasil penelitian

Ndabingesere dan Narasiah (1998) yang menggunakan ekstrak NaCl biji kelor akan meningkatkan kadar COD dalam air limbah.

Variasi pH sampel ini tidak membuat kadar COD pada sampel semakin menurun. Tetapi, kadar COD naik signifikan pada pH 4, 8 dan 10 dibandingkan pada sampel pH 6. Pada penelitian Rizqi (2013) variasi pH sampel air yang menunjukkan kadar COD yang meningkat signifikan pada pH 4, 5, 7, 8 dan 9. Protein yang terkandung dalam ekstrak NaCl biji asam jawa, dimungkinkan hanya sebagian saja yang aktif sebagai koagulan pada pH tertentu.

Pada kadar COD pada sampel pH 6 lebih sedikit dibandingkan pada kadar COD pada sampel pH 4. Hal ini disebabkan adanya penambahan jumlah larutan H_2SO_4 yang berbeda pada sampel. Senyawa pada sampel pH 4 lebih banyak dibandingkan pada pH 6, sehingga membutuhkan oksigen yang lebih banyak pula. Selain itu, pada pH asam protein sebagai zat aktif koagulan cenderung lebih membentuk gugus $-COOH$.

Okuda, dkk. (2001) menganalisis kandungan DOC (*Dissolved Organic Carbon*) pada sampel air sungai maupun sampel buatan dari kaolin. Ternyata penggunaan ekstrak NaCl biji kelor juga belum mampu menurunkan kadar DOC. Ternyata kadar DOC akan sebanding dengan nilai COD, karena nilai COD merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan buangan organik yang ada di dalam air atau limbah. Apabila bahan-bahan organik (DOC) dalam limbah tinggi maka nilai COD juga akan meningkat.

Hasil pengamatan parameter COD dengan variasi pH sampel dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh nyata dari perlakuan terhadap COD dimana

$F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan tingkat kepercayaan sebesar 0,01. Selanjutnya, data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) di Lampiran 5.4.3. Kadar COD menggunakan ekstrak NaCl biji asam jawa yang diujikan pada pH sampel yang divariasi, ternyata kadar COD setelah koagulasi menunjukkan pengaruh nyata pada pH sampel 4, 8 dan 10. Hal ini disebabkan adanya sebagian senyawa aktif pada biji asam jawa ikut terekstrak dalam larutan NaCl biji asam jawa yang berinteraksi dengan sampel sehingga menambah kandungan senyawa dalam sampel yang membutuhkan oksigen.

4.6 Analisis Kadar Garam

Analisi kadar garam ini bertujuan untuk mengetahui kandungan garam dalam sampel setelah proses koagulasi. Penentuan kadar garam pada penelitian ini menggunakan Water Quality HORIBA. Water Quality HORIBA adalah alat multifungsi untuk mengukur kualitas air. Pada alat ini kita dapat mengetahui kadar garam, pH, kekeruhan, suhu dan oksigen terlarut dari sampel air. Prinsip kerja alat ini berdasarkan daya hantar listrik, semakin besar kadar garam maka besar pula daya hantar listriknya.

Pengukuran kadar garam dalam sampel larutan nitrat sebelum dan sesudah koagulasi sebanyak 250 mL. Alat Water Quality HORIBA terlebih dahulu harus dikalibrasi kemudian dicuci dengan aquades. Setelah itu, dibersihkan sisa aquades yang masih tertinggal. Elektroda yang telah bersih dimasukkan dalam sampel dan tekan tombol enter, dengan sendirinya akan muncul hasil pembacaan pada

monitor Water Quality HORIBA. Hasil pengukuran kadar garam seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Analisis Kadar Garam pada Sampel Nitrat

Konsentrasi Koagulan (mL/L)	Kadar Salinitas (ppt)			Rata-rata
	I	II	III	
Larutan Nitrat 14 ppm				
0	0,1	0,1	0,1	0,1
10	0,9	0,9	0,8	0,867
160	11,3	10,7	10,1	10,7
Larutan Nitrat 60 ppm				
0	0,1	0,1	0,1	0,1
10	1,1	1,1	1,1	1,1
160	10,9	11	11,1	11

Dari Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa kadar garam pada sampel setelah koagulasi dengan penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa menunjukkan peningkatan. Semakin banyak dosis ekstrak NaCl biji asam jawa maka kadar garam dalam sampel meningkat. Hal ini disebabkan masih adanya NaCl yang tersisa setelah koagulasi. Menurut Nybakken (1988) menyatakan bahwa kisaran salinitas air laut adalah 30-35‰, estuari 5-35‰ dan air tawar 0,5-5‰. Menurut Yurisma (2013) batas kadar garam yang baik untuk ikan tawar adalah 8 ‰.

Penelitian Okuda, dkk. (1999) menunjukkan bahwa biji kelor yang diekstrak menggunakan larutan NaCl 1 M menunjukkan aktivitas koagulasi yang 7,4 kali lebih baik dibandingkan biji kelor yang diekstrak dengan aquades (*distilled water*) untuk menurunkan kekeruhan. Selain itu, menurut Rizqi (2013) ekstrak NaCl biji kelor dapat menurunkan kadar TSS (*total suspended solid*) sebesar 55,8% pada pH 10 untuk pengolahan limbah cair penyedap rasa. Menurut Aslamiah (2013) penambahan dosis ekstrak NaCl biji kelor yang berbeda dapat

membuat pH sampel berada pada pH 7 yang awalnya 8,39, sedangkan menggunakan tawas semakin banyak dosis yang ditambahkan maka semakin asam pH sampel.

Beberapa penelitian telah menunjukkan keunggulan menggunakan koagulan pengolahan air yang diekstrak dengan NaCl memiliki kelebihan yang bagus dibandingkan dengan yang diekstrak air atau menggunakan tawas. Akan tetapi, penggunaan ekstrak NaCl biji asam jawa sebagai koagulan ternyata selain meningkatkan kadar COD dan nitrat. Hal yang sama juga ditunjukkan pada penggunaan ekstrak NaCl pada biji lain. Menurut Rizqi (2013) menggunakan ekstrak NaCl biji kelor dapat meningkatkan kadar COD yaitu awal 83 ppm menjadi 169 ppm setelah penambahan 80 mL/L ekstrak NaCl biji kelor. Menurut Aslamiah (2013) kadar nitrat pada sampel setelah koagulasi menggunakan koagulan biji kelor terus meningkat dengan bertambahnya dosis koagulan. Selain kadar nitrat dan COD yang meningkat, ternyata juga ada peningkatan kadar garam dalam sampel larutan nitrat. Sehingga, perlu adanya inovasi baru mengimbangi kekurangan dari ekstrak NaCl biji asam jawa sebagai koagulan pengolahan air.

4.7 Pemanfaatan Biji Asam Jawa dalam Perspektif Islam

Penelitian ini merupakan salah satu upaya pemanfaatan sumber daya alam yang dikontribusikan terhadap penyelamatan lingkungan tercemar khususnya air. Ekstrak NaCl biji asam jawa dapat dimanfaatkan sebagai koagulan. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa ekstrak NaCl biji asam jawa dapat membuat pH sampel menjadi pH netral.

Allah menjelaskan dalam surat al-An'am/6: 99, yang berbunyi:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۚ انْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

"Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman" (Qs. al-An'aam/6: 99).

Hal ini membuktikan bahwa Allah menciptakan semua yang ada di dunia ini tidaklah sia-sia. Allah membuktikannya dengan diturunkan oleh-Nya hujan sebagai sumber kehidupan dan agar manusia dapat mensyukuri nikmat yang telah Allah berikan kepadanya. Menurut tafsir Al-Qurthubi (Shihab, 2002) yang dimaksud dengan tanaman yang menghijau adalah *qumh*, *sult* (nama jenis gandum), jagung, padi dan biji-bijian lainnya. Dalam tafsir lain, yaitu tafsir Nurul Quran (Imani, 2005 dalam Prihatini, 2014) dijelaskan bahwa Allah telah menciptakan segala macam tanaman sebagai tanda-tanda kekuasaan Allah dan sebagai bahan untuk berfikir agar tercipta kemaslahatan umat.

Biji asam jawa yang awalnya hanya dimanfaatkan sebagai makanan, ternyata dapat pula digunakan untuk menetralkan pH air menjadi pH netral. Dari

pernyataan tersebut membuktikan bahwa biji asam jawa merupakan salah satu dari sekian banyak tumbuhan yang telah Allah ciptakan, yang memiliki manfaat penting bagi kemaslahatan umat manusia, dan juga lingkungan. Allah berfirman dalam surat Asy-Syu'ara/26 :7

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya: Dan apakah mereka tidak memperhatikan berapakah banyaknya kami tumbuhkan di bumi ini berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik (Asy-Syu'ara/26:7).

Sebagaimana penciptaan tumbuh-tumbuhan yang banyak dimanfaatkan, ternyata biji asam jawa memberikan manfaat yang baik. Dengan demikian, menciptakan kemaslahatan bagi seluruh umat manusia.

Kita dituntut untuk berfikir atas penciptaan segala macam tanaman sebagai tanda-tanda kekuasaan Allah SWT. Allah SWT berfirman dalam surat al-Qashash/28: 77, yaitu:

وَأَتَّبِعْ فِيمَا ءَاتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ ۚ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا ۚ وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ ۚ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ ۚ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ

الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

Artinya: Dan carilah apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagian) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan (Qs. al-Qashash/28: 77).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah telah memerintahkan manusia untuk menikmati dan memanfaatkan semua hasil ciptaan-Nya untuk diberikan kepada manusia tanpa melupakan-Nya dan Allah juga telah memperingatkan manusia untuk berbuat baik kepada orang lain dan melarang manusia berbuat kerusakan dimuka bumi.



BAB V

PENUTUPAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya adalah:

- a) Hasil karakteristik pada ekstrak NaCl biji asam jawa menunjukkan bahwa terdapat kandungan protein 1255,59 ppm.
- b) Variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa terhadap kadar nitrat sampel diperoleh kenaikan kadar nitrat yang signifikan sejalan dengan bertambahnya dosis koagulan. Variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa terhadap nitrat didapatkan kenaikan kadar nitrat dari 14 ppm menjadi 18,52 ppm; 20,93 ppm; 30,70 ppm; 47,34 ppm dan 75,9 ppm. Selain itu, dosis ekstrak NaCl biji asam jawa semakin banyak ditambahkan saat koagulasi maka kadar COD akan semakin meningkat. Kadar COD yang awal 5 ppm menjadi 31,67 ppm; 40 ppm; 41,67 ppm; 45 ppm dan 55 ppm. pH setelah koagulasi tidak berbeda jauh dengan adanya penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa.
- c) Variasi pH 4, 6, 8 dan 10 pada larutan sampel setelah koagulasi dengan penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa berturut-turut berubah menjadi 4,06; 6,58; 8,12 dan 9,63. Variasi pH sampel juga mempengaruhi kadar COD yang awalnya 5 ppm berubah menjadi 16,67 ppm; 6,67 ppm; 20 ppm dan 35 ppm setelah penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa 40 mL/L. Kadar nitrat pada larutan nitrat 14 ppm yang

divariasi berturut-turut berubah menjadi 30,31 ppm; 29,29 ppm; 29,28 ppm dan 29,97 ppm.

5.2 Saran

1. Perlunya dilakukan analisis untuk parameter kualitas air yang lain misalnya fosfat dan sulfat. Hal ini disebabkan karena koagulan alami hanya mempunyai kemampuan menurunkan kadar polutan yang tertentu.
2. Perlu dilakukan gabungan metode penjernihan air misalnya koagulasi-flokulasi dengan *reverse osmosis*, aerasi dan memanfaatkan mikroba autotrof.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaert, G. dan Sumestri, S. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Alexander, T. 2004. *Pengantar Limnologi*. Medan : USU Press.
- Anonim. 2008. Bahan Kimia Penjernih Air (Koagulan). <http://smk3ae.wordpress.com/2008/08/05/bahan-kimia-penjernih-air-koagulan/>. Diunduh tanggal 27 Mei 2014.
- Anonim. 2011. Presipitasi protein (Salting In dan Salting Out). <http://tokekbiro.blogspot.com/2011/05/presipitasi-protein-salting-in-dan.html>. Diunduh tanggal 4 Januari 2014.
- Aposle, J. 2011. Nitrat. <http://jackapostle.blospot.com/2011/04/efek-nitrat-untuk-kesehatan.html>. Diakses tanggal 2 September 2013.
- Aslamiah, S. S. 2013. Perbandingan Penggunaan Ekstrak NaCl Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) dan Tawas sebagai Koagulan pada Limbah Cair PT. Sier Pier Pasuruan. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Jurusan Kimia UIN Malang.
- Astuti, S., Yuni P. S., Priyo Y. dan Dewi P. 2010. Tas dari Biji Buah Asam. <http://fmipa.uny.ac.id/berita/tas-dari-biji-buah-asam.html>. Diakses tanggal 27 Mei 2014.
- Aswad, M., Aisyah F., Nursamsiar dan Rahmawati. 2009. Validasi Metode Spektrotometri Sinar Tampak Untuk Analisis Formalin dalam Tahu. *Jurnal STIFA Kebangsaan Makassar*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. *Cara Uji Air Minum dalam Kemasan*. SNI 01-3554-2006. (tanpa Pengarang)
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Air dan Air Limbah-Bagian 57: Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan..* SNI 6989.57:2008. (tanpa Pengarang)
- Bangun, A.R., Siti A., Rudi A.H., dan M.Yusuf R. 2013. Pengaruh kadar air, dosis dan lama pengendapan koagulan serbuk biji kelor sebagai alternatif pengolahan limbah cair industri tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Medan.
- Deutscher, M.P. 1990. *Methods in Enzimology: Guide to Protein Purification*. San Diego: Academic Press Inc

- Duke's. 2007. *Chemical and Their Biological Activities In: Tamarindus Indica L (Fabaceae) Indian Tamarind, Kilytree, Tamarind*. Phoytochemical and etinobotanical data bases. Diakses tanggal 1 September 2013.
- Effendy. 2011. *Kimia Koordinasi Jilid 1 Edisi 2*. Malang: Indonesian Academic Publishing.
- Enrico, B. 2008. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu. *Tesis Sekolah Pascasarjana*. Universitas Sumatera Utara Medan.
- Gandjar, I. G. dan Rochman, A. 2010. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Greenberg, A. E., Lenore S.C. and Andrew D.E. 1993. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington: American Public Health Association.
- Handayani, N. R. R. 2010. Kualitas Berbagai Produk VCO (*Virgin Coconut Oil*) ditinjau dari Kadar Protein dan Logam. *Skripsi*. UIN Sunan kalijaga Yogyakarta
- Hawab, H.M. 2004. *Pengantar Biokimia Edisi Revisi*. Bogor: Bayumedia Publishing.
- Hendrawati, Delsy S. dan Nurhasni. 2013. Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica L.* dan Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus L.*) sebagai Koagulan Alami dalm Perbaikan Kualitas Air Tanah. *Jurnal Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*.
- Hendriarianti, E. dan Humairoh S. 2011. Penentuan Dosis Koagulan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) dalam Penurunan TSS dan COD Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit di Kota Malang. *Jurnal Spectra* Nomor 17 Volume IX: 12-22.
- Hestningsih. 2014. Efektivitas Biji Kelor (*Moringa Oleifera Lamk.*) Tanpa Lemak sebagai Koagulan pada Air Sungai Bengawan Solo. *Skripsi*. Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Kimia UIN Malang.
- Ibnu, M. S. dkk., 2005. *Kimia Analitik I*. Malang: UM-press.
- Irianty, R. S. 2010. Pengaruh Massa Biji Kelor (*Moringga oleifera Lamk*) dan Waktu Pengendapan pada Pengolahan Air Gambut. *Jurnal Sains dan Teknologi* 9 (2)

- Joko, T. 2010. *Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Katayon, S., et al., 2005. Effects of storage conditions of Moringa oleifera seeds on its performance in coagulation. *Bioresource Technology*, 97 (2006) 1455-1460.
- Khopkar, S.M. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Linggawati, A., Muhdarina, H. S. 2002. Efektivitas Pati-fosfat dan Alumunium sulfat sebagai Flokulan dan Koagulan. *Jurnal Natur Indonesia* ISSN 1410-9379.
- Ma'shum A. Dan Munawwir Z. A. 1997. *Kamus Al-Munawwir Arab-Indonesia Terlengkap*. Yogyakarta: Pustaka Penerbit.
- Madhavi, T.P and R. Rajkumar. 2013. Utilisation of Natural Coagulant for Reduction of Turbidity from Waste Water. *International Journal of ChemTech Research*. CODEN(USA):IJCRGG ISSN:0974-4290 Vol.5 No.3.
- Mulyono. 2008. *Kamus Kimia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Muyubi, S.A., Saad A.A., Megat J.M.M. dan Fakrul R.A. 2003. Enhanced Coagulation Efficiency of Moringa Olerifera Seeds Trough Selective Oil Extraction. *IIUM Engineering Journal*, Vol. 4, No. 1, 2003.
- Ndabigengeser, A, dan Narasiah, K.S. 1998. Quality of Water Treated by Coagulation Using Moringa Oleifera. *Water Research*. Vol. 32, No. 3. England: Pergamon Press.
- Nelson, N. 1944. A Photometric Adaptation of The Somogyi method for The Determination of Glucose. *Journal. Biol. Chem.* 80
- Nontji.A. 1993. *Laut Nusantara*. Jakarta: Djambatan.
- Nurika, I., Mulyarto, A.R. dan Afshari K. 2007. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Tahu Kajian Konsentrasi Serbuk Biji Asam Jawa dan Lama Pengadukan). *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 8 No. 8 (Desember 2007) 215-220.
- Nybakken, W. J. 1988. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: Gramedia

- Okuda, T., Baes, A. U., Nishijima, W. dan Okada, M. 1999. Improvement of Extraction Method of Coagulation Active Components from *Moringa oleifera* Seed. *Water research*. Vol. 33. No. 15. England: Pergamon Press.
- Okuda,T, Aloysius U.B., Wataru N. And Mitsu M.O. 2001. Isolation and Characterization of Coagulant Extracted from *Moringa oleifera* Seeds by Salt Solution. *Water Research*. Vol 35 No.2. England: Pergamon Press.
- Poedjiadi, A. dan Supriyanti F. M. T.2006. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI-Press.
- Prihatini, Y.P. 2014. Efektivitas Ekstrak Larutan NaCl Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) tanpa Lemak sebagai Koagulan Air Sungai Bengawan Solo. *Skripsi*. Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Kimia UIN Malang.
- Ramadhani, G.I., Atiek M. 2013. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindusindica*) Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Menurunkan Kadar COD dan BOD dengan Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No.1.
- Rizqi, W. 2013. Pemanfaatan Larutan Ekstrak NaCl Biji Kelor (*Moringa oleifera* sebagai Koagulan Alami pada Limbah Cair PT. Cheil Jedang-Indonesia. *Skripsi*. Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Kimia UIN Malang.
- Rohman A. dan Sumantri. 2007. *Analisis Makanan*. Jogjakarta: Gadjah MADA University Press.
- Sari, N.I., Ahyar A. dan Seniwati D. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Protein Bioaktif dari Spons *Callyspongia* Sp. Sebagai Zat Antioksidan. *Jurnal*. Universitas Hasanudin
- Sarpong, G. and Clinton P. R. 2010. Coagulan Efficiency of *Moringa oleifera* for Removal of Turbidity and Reduction of Total Coliform as Compared to Aluminum sulfate. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 5(21), pp. 2939-2944, 4 November, 2010.
- Sastrohamidjojo, H., 2001. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Shihab, M.Q. 2002. *Tafsir al-Mishbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab, M.Q. 2004. *Tafsir al-Mishbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Siregar, S. A. 2005. *Instalansi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta : Kanisius.
- Steenis. 2006. *Flora, Untuk Sekolah Dasar di Indonesia*. Jakarta: Pradnya paramita.

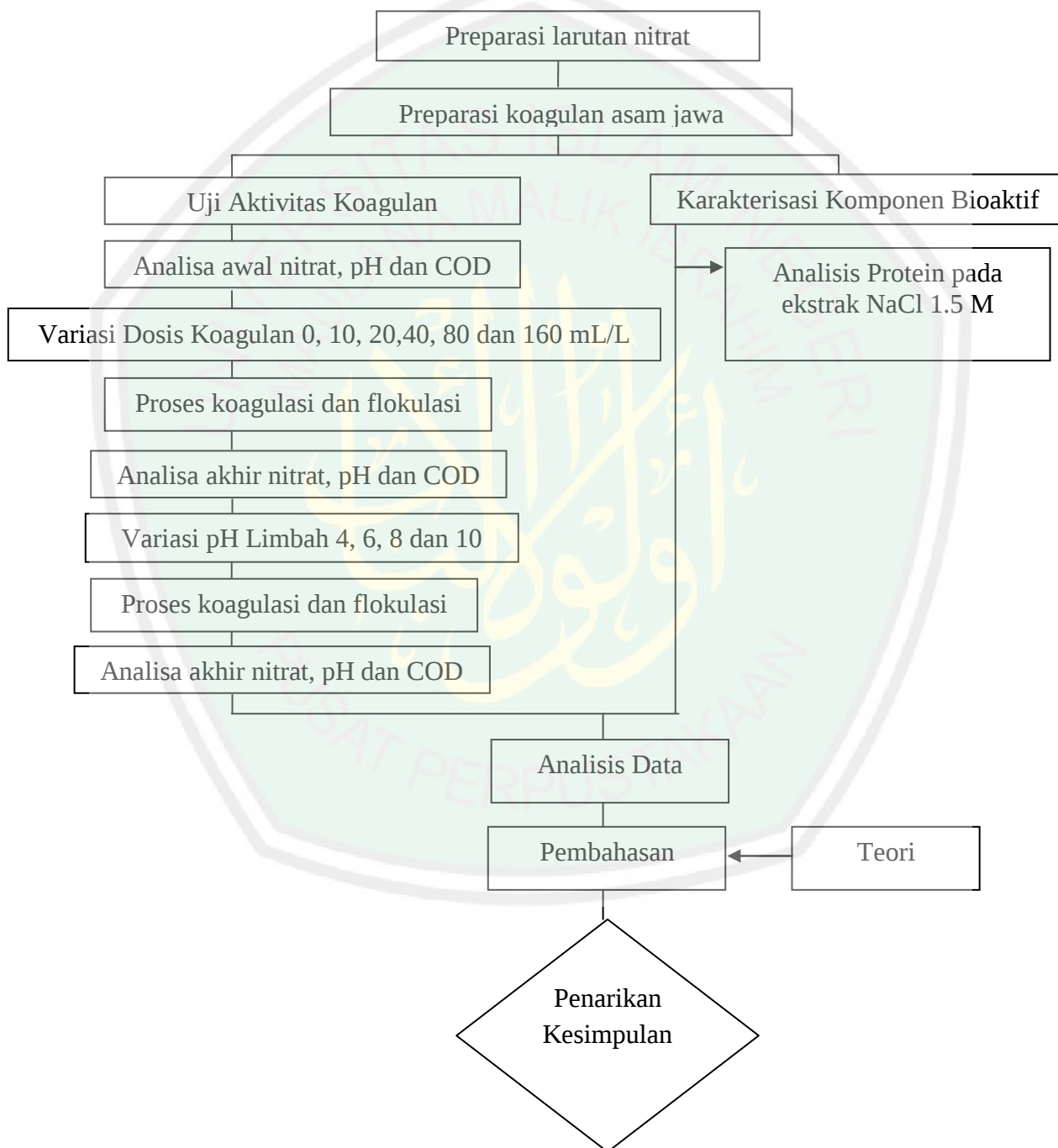
- Sugiharto. 2005. *Dasar–dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: UI Press.
- Sugiyarto, K.H. dan Suyanti R.D. 2010. *Kimia Anorganik Logam*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sudarmadji, S., Haryono, B. dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sumantri, I., Sumarno dan Norma A. 2010. Pengolahan Limbah Cair Pupuk Kadar Amoniak Tinggi dengan Kandungan Microalgae dan Nirifikasi-Denitrifikasi Autotrofik. *Jurnal Ilmu Kelautan* UNDIP Semarang.
- Sutrisno, T. 2004. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Utami, S. D. R. 2011. Uji Kemampuan Koagulan Alami dari Biji Trembesi (*Samanea saman*), Biji Kelor (*Moringa oleifera*), dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris*) dalam Proses Penurunan Kadar Fosfat pada Limbah Cair Industri Pupuk. *Tesis Teknik Lingkungan* ITS Surabaya.
- Vasudevan, D and K.Gopalakrishna. 2002. Coagulation Using Ecofriendly Natural Coagulants. *28th WEDC Conferenca*. Kolkata (Calcutta) India.
- Winarno. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wiryani, E. 2005. Analisis Kandungan Limbah Cair Pabrik Tempe. *Jurnal Biologi* UNDIP Semarang.
- Yin, C. Y. 2010. Emerging Usage of Plant-Based Coagulant for Water and Wastewater. *Process Biochemistry*. Vol. 45.
- Yulianti, E. Dan R. Mahmudah. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Komponen Bioaktif Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Koagulan Alami pada Limbah Cair Industri Tahu. *Laporan LP2M*: Malang.
- Yurisma, E.H., Nurlita A. Dan Gunanti M. 2013. Pengaruh Salinitas yang Berbeda terhadap Laju Konsumsi Ikan Gurame (*Osprhonemus gouramy*) Skala Laboratorium. *Jurnal Sains dan Seni* Vol.1, No. 1, (2013) 1-4.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Kerja Penelitian

L.1.1 Penentuan Dosis dan pH Optimum Larutan Ekstrak NaCl Biji Asam

Jawa



Lampiran 2 Diagram Alir

L.2.1 Preparasi Sampel

Serbuk KNO_3

- Ditimbang KNO_3 sebanyak 14 dan 60 miligram
- Dimasukan beaker glass 250 mL
- Ditambahkan masing-masing aquades kurang lebih 200 mL
- Dipindahkan larutan KNO_3 dipindahkan ke dalam labu ukur 1000 ml
- Ditambahkan akuades sampai tanda batas
- Dikocok agar menjadi homogen

Larutan KNO_3

L.2.2 Preparasi Koagulan Biji Asam Jawa

L.2.2.1 Ekstraksi Biji Asam Jawa

Biji asam jawa

- Diambil buah asam jawa yang sudah tua dipohon dan diambil bijinya
- Dikupas kulit luarnya sehingga diperoleh biji kelor yang berwarna putih
- Ditumbuk dengan menggunakan cawan porselen
- Ditimbang sebanyak 1 gr
- Diekstrak dalam larutan NaCl 1,5 M sebanyak 100 mL
- Diaduk dengan menggunakan *magnetik stirrer* selama 10 menit kemudian disaring
- Diambil filtratnya

Hasil

L.2.2.2 Analisis Kadar Air Biji Asam Jawa (Sumantri, 2007)

Biji Asam Jawa

- Dihaluskan dengan mortar
- Dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui berat konstannya
- Ditimbang sebanyak 5 g
- Dikeringkan di dalam oven pada suhu 100-105 °C selama sekitar ± 15 menit
- Didinginkan dalam desikator selama ± 10 menit
- Ditimbang
- Dipanaskan kembali dalam oven ± 15 menit
- Didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali
- Diulangi perlakuan ini sampai tercapai berat konstan
- Dihitung kadar airnya menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{(b - c)}{(b - a)} \times 100\%$$

Keterangan: a = berat konstan cawan kosong
 b = berat cawan + sampel sebelum dikeringkan
 c = berat konstan cawan + sampel setelah dikeringkan

Hasil

L.2.3 Karakterisasi Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa

L.2.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan BSA

Larutan stok BSA 300 ppm

- dipipet 1 mL ke dalam tabung reaksi
- ditambahkan 8 mL reagen Lowry B
- divorteks
- didiamkan selama 15 menit
- ditambahkan 1 mL reagen Lowry A
- divorteks
- didiamkan selama 20 menit
- diukur absorbansinya pada panjang gelombang 400-800 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis
- dibuat kurva antara panjang gelombang pada sumbu X dan absorbansi pada sumbu Y

Hasil

L.2.3.2 Pembuatan Kurva Baku Larutan BSA

Larutan glukosa 10, 60, 120, 180, 240 dan 300 ppm

- diambil masing-masing sebanyak 1 mL
- ditambahkan 8 mL reagen Lowry B
- divorteks
- didiamkan selama 15 menit
- ditambahkan 1 mL reagen Lowry A
- divorteks
- didiamkan selama 20 menit
- diukur absorbansinya pada panjang gelombang optimum

Hasil

L.2.5.3 Analisis Kadar Protein dengan Metode Lowry

Sampel

- dipipet masing-masing substrat sebanyak 1 mL
- ditambahkan 8 mL reagen Lowry B
- divorteks
- didiamkan selama 15 menit
- ditambahkan 1 mL reagen Lowry A
- divorteks
- didiamkan selama 20 menit
- diukur absorbansinya pada panjang gelombang optimum
- diplotkan hasil absorbansinya ke dalam persamaan linier
- dikalikan dengan faktor pengenceran (fp)

Hasil

L.2.4 Proses Koagulasi dan Flokulasi Asam Jawa pada Sampel Larutan

Nitrat

Sampel

- Disiapkan *beaker glass* berisi 500 mL sampel dan diletakkan pada slot *jar tester*
- Dimasukkan ekstrak NaCl biji asam jawa dengan variasi konsentrasi 0, 10, 20, 40, 80 dan 160 mL/L
- Diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit dan ditambahkan ekstrak NaCl biji asam jawa
- Diturunkan kecepatan pengadukan menjadi 30 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat dan sedimentasi 1 jam

Hasil

Sampel

- Disiapkan *beaker glass* berisi 500 mL sampel larutan nitrat dengan variasi pH 4, 6, 8 dan 10 dan diletakkan pada slot *jar tester*
- Dimasukkan ekstrak NaCl biji asam jawa
- Diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit dan ditambahkan ekstrak NaCl biji asam jawa
- Diturunkan kecepatan pengadukan menjadi 30 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat dan sedimentasi 1 jam
- Dilakukan proses sedimentasi selama 1 jam

Hasil

L.2.5 Parameter Kualitas Air Limbah

L.2.5.1 Analisis Kadar Nitrat

L.2.5.1.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum

KNO₃

- Ditimbang sebanyak 0,7218 gr.
- Dilarutkan dalam aquades sebanyak 500 mL dan ditandabatkan dalam labu ukur 1000 mg/L. 1 ml = 100 µg NO₃ -N
- Dipipet larutan KNO₃ 100 mg N/L sebanyak 5 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.
- Ditambahkan 1 mL HCl 1 N
- Ditentukan adsorbansinya dengan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 200-300 nm.
- Dibuat kurva kalibrasi konsentrasi Nitrat (NO₃⁻) sebagai sumbu x dan absorbansi Nitrat (NO₃⁻) sebagai sumbu y. Maka akan diperoleh persamaan garis $y = ax + b$

Hasil

L.2.5.1.2 Penentuan Waktu Kestabilan Kompleks

KNO₃

- Dipipet larutan KNO₃ 100 mg N/L sebanyak 5 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.
- Ditambahkan 1 mL HCl 1 N
- Ditentukan adsorbansinya dengan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang optimum dengan rentang waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 dan 120 menit.
- Dibuat kurva kalibrasi konsentrasi Nitrat (NO₃⁻) sebagai sumbu x dan absorbansi Nitrat (NO₃⁻) sebagai sumbu y. Maka akan diperoleh persamaan garis $y = ax + b$

Hasil

L.2.5.1.3 Pembuatan Kurva Standart Nitrat

KNO₃

- Dipipet larutan KNO₃ 100 mg N/L sebanyak 1,25; 2,5; 5; 10; 15; 20 dan 25 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.
- Ditambahkan 1 mL HCl 1 N
- Ditentukan adsorbansinya dengan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang optimum.
- Dibuat kurva kalibrasi konsentrasi Nitrat (NO₃⁻) sebagai sumbu x dan absorbansi Nitrat (NO₃⁻) sebagai sumbu y. Maka akan diperoleh persamaan garis $y = ax + b$

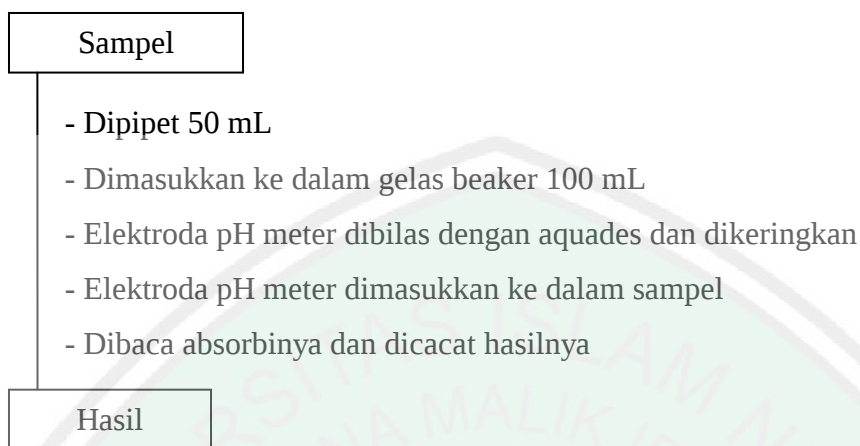
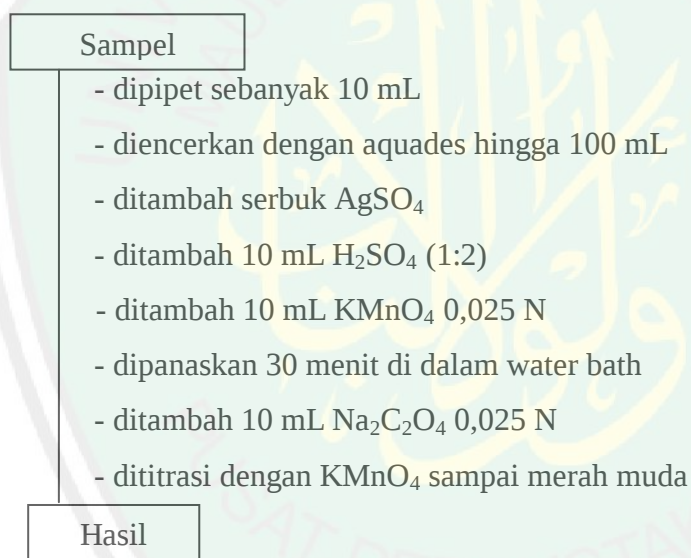
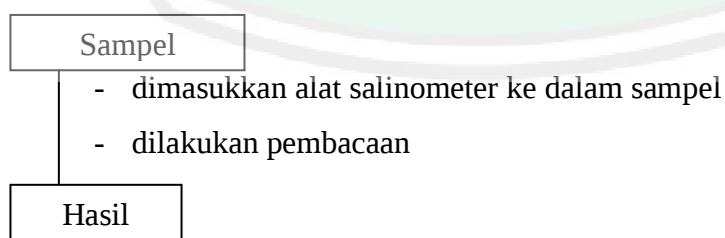
Hasil

L.2.5.1.4 Analisis Kadar Nitrat pada Air

Sampel

- Dipipet 50 mL dan dimasukkan dalam Erlenmeyer 100 mL
- Ditambahkan 1 mL HCl 1 N
- Ditentukan absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis pada rentang panjang gelombang optimum.
- Dihitung konsentrasi nitrat pada sampel air dengan memanfaatkan regresi linier yang didapat dari konsentrasi dan absorben standar

Hasil

L.2.5.2 Analisis pH**L.2.5.3 Analisis COD****L.2.5.4 Analisis Kadar Garam**

Lampiran 3 Perhitungan dan Pembuatan Reagen

L.3.1 Pembuatan NaCl

Diketahui : $M_r \text{ NaCl} = 58,5 \text{ gr/mol}$

Volume yang diambil = $100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$

Ditanya : berat NaCl yang diperlukan untuk membuat NaCl 1.5?

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{Mol NaCl (n)} &= M \times V \text{ (L)} & \text{Massa NaCl} &= n \times M_r \\ &= 1,5 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} & &= 0,15 \text{ mol} \times 58,5 \text{ gr/mol} \\ &= 0,15 \text{ mol} & &= 8,775 \text{ gr} \end{aligned}$$

Padatan NaCl yang telah ditimbang, dimasukkan dalam gelas beker 250 mL yang berisi akuades 50 mL. Diaduk-aduk sampai larut sempurna dan dipindahkan dalam labu ukur 100 mL. Ditambahkan akuades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

L.3.2 Pembuatan Larutan Stok Nitrat

Pembuatan larutan stok nitrat 100 mg N/L dalam 1000 mL dari padatan KNO_3 .

Padatan KNO_3 ditimbang sebanyak 0,7218 gr, kemudian dimasukkan dalam beaker gelas 100 mL dan dilarutkan dengan aquades 100 mL. Dipindah kedalam labu ukur 1000 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas, kemudian dikocok agar menjadi homogen.

- a. Pembuatan larutan NO_3 0,25 mg N/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 0,25 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 12,5/10 \text{ mL} \\ V_1 &= 1,25 \text{ mL} \end{aligned}$$

- b. Pembuatan larutan NO_3 0,5 mg N/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 0,5 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 25/10 \text{ mL} \\ V_1 &= 2,5 \text{ mL} \end{aligned}$$

- c. Pembuatan larutan NO_3 1 mg N/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 1 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 50/10 \text{ mL} \\ V_1 &= 5 \text{ mL} \end{aligned}$$

- d. Pembuatan larutan NO_3 2 mg N/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 2 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 100/10 \text{ mL} \\ V_1 &= 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

- e. Pembuatan larutan NO_3 3 mg N/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 3 \text{ mg N/L} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 150/10 \text{ mL} \\ V_1 &= 15 \text{ mL} \end{aligned}$$

- f. Pembuatan larutan NO_3 4 mg N/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 4 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 200/10 \text{ mL} \\ V_1 &= 20 \text{ mL} \end{aligned}$$

- g. Pembuatan larutan NO_3 5 mg N/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 5 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 250/10 \text{ mL} \\ V_1 &= 25 \text{ mL} \end{aligned}$$

L.3.3 Pembuatan HCl 1 N

Untuk membuat larutan HCl 1 N sebanyak 50 mL:

bj HCl pekat = 1,19 g/mL

Kadar = 37 %

$M_r \text{ HCl} = 36,461 \text{ g/mol}$

Konsentrasi HCl = $\frac{bj}{Mr} \times \% \times 1000 \text{ mL}$

M_r

$$= \frac{1,19}{36,461} \times 0,37 \times 1000$$

$$= 0,033 \times 0,37 \times 40000$$

$$= 12,075 \text{ M}$$

$$= 12,075 \text{ M}$$

50 mL HCl 1 N dihitung dengan rumus

$$M_1.V_1 = M_2.V_2$$

$$1 \times 50 = 12,075 \times V_2$$

$$50 = 12,075 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{50}{12,075}$$

$$V_2 = 4,14 \text{ mL}$$

Larutan HCl 37% dipipet sebanyak 4,14 mL. Dilarutkan dalam gelas beker yang berisi akuades 25 mL. Diaduk-aduk sampai larut sempurna dan dipindahkan dalam labu ukur 50 mL. Ditambahkan akuades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

L.3.4 Pembuatan Larutan Standar BSA

Larutan stok Bovine Serum Albumin (BSA) diperoleh dengan menimbang 30 mg BSA yang dilarutkan dengan aquades, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda batas. Kemudian larutan glukosa BSA dengan konsentrasi 10, 60, 120, 180, 240 dan 300 ppm dibuat dengan menggunakan rumus pengenceran.

a. Konsentrasi 300 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 300 \text{ ppm} = 10 \times 300 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

d. Konsentrasi 120 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 300 \text{ ppm} = 10 \times 120 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 4 \text{ mL}$$

b. Konsentrasi 240 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 300 \text{ ppm} = 10 \times 240 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 8 \text{ mL}$$

e. Konsentrasi 60 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 300 \text{ ppm} = 10 \times 60 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

c. Konsentrasi 180 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 300 \text{ ppm} = 10 \times 180 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 6 \text{ mL}$$

f. Konsentrasi 10 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 300 \text{ ppm} = 10 \times 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,33 \text{ mL}$$

L.3.5 Pembuatan Reagen Lowry (Sudarmadji, dkk., 1997)

a. Lowry A

Larutan stok asam phospo-tungstic-phospo-molybdic yang ada di pasaran, diencerkan dengan air (1:1).

b. Lowry B

Sebanyak 100 mL larutan Na_2CO_3 2 %, dicampurkan dalam larutan NaOH 0,1 N dengan 1 mL $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1 % dan 1,0 mL natrium-kalium-tartrat 2 %. Larutan harus disiapkan baru (tidak disimpan).

L.3.6 Pembuatan Larutan H₂SO₄ 0,1 N dan H₂SO₄ 13 N

Untuk membuat larutan H₂SO₄ 0,1 N sebanyak 500 mL

$$bj \text{ H}_2\text{SO}_4 = 1,8325 \text{ g/mL}$$

$$Mr \text{ H}_2\text{SO}_4 = 98,0776 \text{ g/mol}$$

$$\text{Kadar} = 96\%$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi H}_2\text{SO}_4 \text{ pekat (N)} &= 2 \times \frac{bj \times \% \times 1000}{Mr} \\ &= 2 \times \frac{1,8325 \times 96 \times 1000}{98,0776} \\ &= 2 \times 0,0187 \times 0,96 \times 1000 \\ &= 35,90 \text{ N} \end{aligned}$$

H₂SO₄ 0,1 N 500 ml dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} M_1 \cdot V_1 &= M_2 \cdot V_2 & N_1 \times V_1 &= N_2 \times V_2 \\ 35,90 \times V_1 &= 0,1 \times 500 & 35,90 \text{ N} \times V_1 &= 13 \text{ N} \times 500 \text{ mL} \\ V_1 &= \frac{50}{35,90} & V_1 &= 181,058 \text{ mL} \\ V_1 &= 1,39 \text{ ml} \end{aligned}$$

Larutan H₂SO₄ diambil sebanyak 1,40 mL dan 181,6 mL, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL masing-masing yang berisi ± 250 mL aquades. Selanjutnya ditambahkan aquades sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen.

L.3.7 Pembuatan Larutan NaOH 0,1 N

$$Mr \text{ NaOH} = 40 \text{ g/mol}$$

$$\text{Valensi NaOH} = 1$$

$$\text{Volume NaOH} = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

$$\text{Berat ekuivalen (BE)} = \frac{Mr}{valensi}$$

$$\text{BE} = \frac{40 \text{ g/mol}}{1}$$

$$\text{BE} = 40 \text{ g/mol}$$

$$N = \frac{\Sigma \text{mol ekuivalen zat terlarut}}{1 \text{ L larutan}}$$

$$0,1 \text{ N} = \frac{n_{ek}}{0,1 \text{ L}}$$

$$n_{ek} = 0,01 \text{ mol}$$

$$\text{gr} = \text{mol} \times \text{BE}$$

$$\text{gr} = 0,01 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol}$$

$$\text{gr} = 0,4 \text{ gr}$$

Jadi, untuk membuat larutan NaOH 0,1 N, diambil sebanyak 0,4 gr kristal NaOH. Kemudian, dilarutkan dengan aquades dan dimasukkan labu ukur 100 mL. Ditambahkan aquades hingga tanda batas dan dihomogenkan. Larutan disimpan dibotol penampung dan disimpan pada suhu kamar.

L.3.2 Pembuatan Larutan KMnO₄ 0,025 N

$$\text{Konsentrasi larutan KMnO}_4 = 0,025 \text{ N}$$

$$\text{Volume larutan KMnO}_4 = 1 \text{ L}$$

$$\text{Mr KMnO}_4 = 158,03 \text{ g/mol}$$

$$\text{Valensi KMnO}_4 = 5$$

$$N = \frac{\Sigma \text{mol ekuivalen zat terlarut}}{1 \text{ L larutan}}$$

$$\text{Berat ekuivalen (BE)} = \frac{\text{Mr}}{\text{valensi}}$$

$$0,025 \text{ N} = \frac{n_{ek}}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{BE} = \frac{158,03 \text{ g/mol}}{5}$$

$$n_{ek} = 0,025 \text{ mol}$$

$$\text{BE} = 31,606 \text{ g/mol}$$

$$\text{Mol} = \frac{\text{gr}}{\text{BE}}$$

$$\text{gr} = \text{mol} \times \text{BE}$$

$$\text{gr} = 0,025 \text{ mol} \times 31,606 \text{ g/mol}$$

$$\text{gr} = 0,79 \text{ gr}$$

sebanyak 0,79 g serbuk KMnO_4 kemudian dilarutkan dalam 1000 mL aquades kemudian diaduk selama 1 jam. Larutan dimasukkan ke dalam botol gelap dan didiamkan selama 1 malam.

L.3.3 Pembuatan larutan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,025 N

$$\text{Mr Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 134,00 \text{ g/mol}$$

$$\text{Konsentrasi larutan Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 0,025 \text{ N}$$

$$\text{Volume larutan Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 1 \text{ L}$$

$$\text{Valensi Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 2$$

$$N = \frac{\sum \text{mol ekuivalen zat terlarut}}{1 \text{ L larutan}}$$

$$\text{Berat ekuivalen (BE)} = \frac{\text{Mr}}{\text{valensi}}$$

$$0,025 \text{ N} = \frac{n_{ek}}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{BE} = \frac{134,00 \text{ g/mol}}{2}$$

$$n_{ek} = 0,025 \text{ mol}$$

$$\text{BE} = 67,00 \text{ g/mol}$$

$$\text{gr} = n_{ek} \times \text{BE}$$

$$\text{gr} = 0,025 \text{ mol} \times 67,00 \text{ g/mol}$$

$$\text{gr} = 1,675 \text{ gr}$$

Dipanaskan 750 mL aquades. Kemudian serbuk $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ sebanyak 1,675 g dilarutkan dengan aquades hangat sampai larut. Selanjutnya ditambahkan aquades sampai tepat 1000 mL dan dihomogenkan.

Lampiran 4 Kualitas Golongan Air
Keputusan Gubernur No. 45 tahun 2002 Tentang Baku Mutu Limbah Cair
bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya

BAKU MUTU LIMBAH CAIR TERMASUK PENGOLAHAN LIMBAH TERPUSAT / KAWASAN INDUSTRI						
No	Parameter	Satuan	Golongan Baku Mutu Limbah Cair			
			I	II	III	IV
A	Fisika					
1	Temperatur	°C	35	38	40	45
2	Zat padat terlarut	mg/L	1500	2000	4000	5000
3	Zat padat tersuspensi	mg/L	100	200	200	500
B	Kimia					
1	Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,005	0,01
2	COD	mg/L	80	100	300	500
3	Arsen	mg/L	0,05	0,1	0,5	1
4	Barium	mg/L	1	2	3	5
5	Besi	mg/L	5	10	15	20
6	Flourida	mg/L	1,5	15	20	30
7	Kadmium	mg/L	0,01	0,05	0,1	1
8	Amoniak bebas	mg/L	0,5	1	5	20
9	Klorin bebas	mg/L	0,02	0,03	0,04	0,05
10	Kromium valensi 6	mg/L	0,05	0,1	0,5	2
11	Mangan	mg/L	0,5	2	5	10
12	BOD ₅	mg/L	30	50	150	300
13	Nitrat	mg/L	10	20	30	50
14	Nitrit	mg/L	0,06	1	3	5
15	pH	-	6-9	6-9	6-9	6-9
16	Phenol	mg/L	0,01	0,05	1	2
17	Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,5	1
18	Seng	mg/L	5	10	15	20
19	Sianida	mg/L	0,05	0,1	0,5	1
20	Minyak dan lemak	mg/L	1	5	15	20
21	Sulfida	mg/L	0,01	0,06	0,1	1
22	Tembaga	mg/L	1	2	3	5
23	Timbal	mg/L	0,1	0,5	1	2
24	Timah putih	mg/L	2	3	4	5
25	Nikel	mg/L	0,1	0,2	0,5	1
26	Kobalt	mg/L	0,2	0,4	0,6	1
27	Krom total	mg/L	0,1	0,5	1	2
28	Deterjen	mg/L	0,5	1	10	15



Lampiran 5 Perhitungan dan Analisis Data

L.5.1 Perhitungan Data Analisis Kadar Air Sampel Biji Asam Jawa

Sampel	Bera tcawan kosong (g)			
	Perlakuan 1	Perlakuan2	Perlakuan3	Rata-rata
K1	54,289	54,289	54,289	54,289
K2	59,617	59,615	59,615	59,615
K3	55,306	55,304	55,305	55,305

Sampel	Berat cawan kosong + sampel (g)							
	Sampel dan cawan	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3	Perlakuan 4	Perlakuan 5	Perlakuan 6	Rata-ratanilaikadar air konstan
K1	64,297	63,702	63,468	63,358	63,245	63,243	63,244	63,244
K2	69,623	69,139	68,903	68,775	68,56	68,558	68,557	63,558
K3	65,316	64,835	64,602	64,475	64,291	64,286	64,286	64,287

Keterangan :tanda **merah** menunjukkan angka yang konstan

$$\text{Kadar air} = \frac{(b-c)}{(b-a)} \times 100 \%$$

Keterangan: a = berat konstan cawan kosong

b = berat cawan + sampel sebelum dikeringkan

c = berat konstan cawan + sampel setelah dikeringkan

$$1) \text{ Kadar air D1} = \frac{(64,297-63,244)}{(64,297-54,289)} \times 100 \% = 10, 52\%$$

$$2) \text{ Kadar air D2} = \frac{(69,623-68,558)}{(69,623-59,615)} \times 100 \% = 10,64 \%$$

$$3) \text{ Kadar air D3} = \frac{(65,316-64,287)}{(65,316-55,305)} \times 100 \% = 10, 27 \%$$

$$\text{Kadar air rata-rata pada sampel} = \frac{10,52 \% + 10,64 \% + 10,27 \%}{3}$$

$$= 10, 47\%$$

L.5.2 Analisis Protein Menggunakan Metode Lowry

1. Penentuan Panjang Gelombang

2. Kurva Standar Larutan BSA (*Bovine Serum Albumin*) dengan Nilai Absorbansi λ 763 nm

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
10	0,046
60	0,1299
120	0,231
180	0,3114
240	0,3828
300	0,4849

Kurva Standar BSA

3. Perhitungan Konsentrasi Protein dalam Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa

Analisis kadar protein larutan ekstrak NaCl biji asam jawa menggunakan metode Lowry. Perolehan absorbansi yang diperoleh selanjutnya diplotkan kedalam persamaan linier kurva standar protein yaitu $y = 0,001x + 0,040$ dengan y adalah absorbansi dan x merupakan variabel yang dicari yakni kadar protein:

$$y = ax + b$$

$$y = 0,001x + 0,040$$

$$x = (y - 0,040) / 0,001$$

$$x = x \text{ ppm}$$

Tabel Data Absorbansi Sampel Larutan Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa

Sampel	Absorbansi (y)	Konsentrasi (ppm) (x)
1	0,2247	124,709
2	0,2278	126,804
3	0,2241	125,272
Rata-rata (ppm)		125,595

konsentrasi kadar protein = 125,595 ppm X faktor pengenceran

$$= 125,595 \text{ ppm} \times 10$$

$$= 1255,95 \text{ ppm}$$

L.5.3 Pengaruh Variasi Dosis Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa

L.5.3.1 Pengaruh Variasi Dosis Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa Terhadap Nilai pH

L.5.3.1.1 Data pH Sampel pada Nitrat Konsentrasi 14 ppm

Kontrol	pH		
	I	II	III
Awal	8,85	8,86	8,87
40 mL NaCl 1,5 M	8,70	8,70	8,70

Dosis koagulan	pH akhir koagulasi			Total	Rata-rata
	I	II	III		
0	8,85	8,85	8,85	26,55	8,85
10	7,79	7,8	7,71	23,3	7,767
20	7,88	7,69	7,52	23,09	7,697
40	7,48	7,46	7,48	22,42	7,473
80	7,16	7,14	7,17	21,47	7,157
160	7,15	7,16	7,12	21,43	7,143
Total	46,31	46,1	45,85	138,26	

$$FK = Y^2 / rp$$

$$= (138,26)^2 / 3 \times 6$$

$$= 1061,990$$

$$JK_{\text{total}} = \sum_i \sum_j Y^2 - FK$$

$$= 8,85^2 + 8,85^2 + \dots + 7,12^2 - 1061,990$$

$$= 998,533 - 1061,990$$

$$= -71,138$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= 26,55^2 + 23,3^2 + \dots + 21,43^2 / 3 - 1061,990$$

$$= 3202,087 / 3 - 1061,990$$

$$= 1067,362 - 1061,990$$

$$= 5,372$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{ulangan}} &= \frac{\sum i (\sum j Y_{ij})^2}{p} - FK \\
 &= 46,31^2 + 46,1^2 + 45,85^2 / 6 - 1061,990 \\
 &= 6372,049/6 - 1061,990 \\
 &= 1062,008 - 1061,990 \\
 &= 0,018
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{galat}} &= JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} - JK_{\text{ulangan}} \\
 &= -71,138 - 5,372 - 0,018 = -76,528
 \end{aligned}$$

$$KT_{\text{ulangan}} = \frac{JK_{\text{ulangan}}}{db_{\text{ulangan}}} = \frac{0,018}{2} = 0,09$$

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{db_{\text{perlakuan}}} = \frac{5,372}{5} = 1,074$$

$$KT_{\text{galat}} = \frac{JK_{\text{galat}}}{db_{\text{galat}}} = \frac{-76,528}{11} = -6,957$$

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{1,074}{-6,957} = -0,154$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT_{\text{ulangan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{0,09}{-6,957} = -0,013$$

Tabel Analisis Ragam Satu Arah (One Way Anova)

SK	db	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 1%
Perlakuan	5	5,372	1,074	-0,154	5,32
Ulangan	2	0,09	0,09	-0,013	7,21
Galat	11	-76,528	-6,957		
Total	18				

L.5.3.1.2 Data pH Sampel pada Pada Nitrat Konsentrasi 60 ppm

Kontrol	pH		
	I	II	III
Awal	7,90	7,85	7,89
40 mL NaCl 1,5 M	7,80	7,80	7,80

Dosis koagulan	pH akhir koagulasi			Total	Rata-rata
	I	II	III		
0	7,91	7,91	7,91	23,73	7,91
10	7,15	7,16	7,1	21,41	7,137
20	7,17	7,14	7,14	21,45	7,15
40	7,13	7,09	7,12	21,34	7,113
80	7,32	7,34	7,53	22,19	7,397
160	7,28	7,29	7,32	21,89	7,297
Total	43,96	43,93	44,12	132,01	

$$FK = Y^2 / rp$$

$$= (132,01)^2 / 3 \times 6$$

$$= 968,147$$

$$JK_{\text{total}} = \sum_i \sum_j Y^2 - FK$$

$$= 7,91^2 + 7,91^2 + \dots + 7,32^2 - 968,147$$

$$= 969,554 - 968,147$$

$$= 1,407$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= 23,73^2 + 21,41^2 + \dots + 21,89^2 / 3 - 968,147$$

$$= 2940,123 / 3 - 968,147$$

$$= 980,041 - 968,147$$

$$= 11,894$$

$$JK_{\text{ulangan}} = \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{p} - FK$$

$$= 43,96^2 + 43,93^2 + 44,12^2 / 6 - 968,147$$

$$= 5808,901 / 6 - 968,147$$

$$= 968,150 - 968,147$$

$$= 0,003$$

$$JK_{\text{galat}} = JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} - JK_{\text{ulangan}}$$

$$= 1,407 - 11,894 - 0,003 = -10,49$$

$$KT_{\text{ulangan}} = \frac{JK_{\text{ulangan}}}{db_{\text{ulangan}}} = \frac{0,003}{2} = 0,0015$$

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{db_{\text{perlakuan}}} = \frac{11,894}{5} = 2,379$$

$$KT_{\text{galat}} = \frac{JK_{\text{galat}}}{db_{\text{galat}}} = \frac{-10,49}{11} = -0,954$$

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{2,379}{-0,954} = -2,494$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT_{\text{ulangan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{0,0015}{-0,954} = -0,002$$

Tabel Analisis Ragam Satu Arah (One Way Anova)

SK	db	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 1%
Perlakuan	5	11,894	2,379	-2,494	5,32
Ulangan	2	0,003	0,0015	-0,002	7,21
Galat	11	-10,49	-0,954		
Total	18				

L.5.3.2 Pengaruh Variasi Dosis Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa Terhadap Kadar Nitrat

L.5.3.2.1 Panjang Gelombang Optimum

L.5.3.2.2 Waktu Kestabilan

Waktu (menit)	Absorbansi
10	0,458
20	0,454
30	0,461
40	0,459
50	0,459
60	0,461
70	0,461
80	0,461
90	0,461
100	0,461
110	0,459
120	0,459

Kurva Kestabilan KNO_3

L.5.3.2.3 Kurva Standart Nitrat

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0,25	0,1504
0,5	0,2975
1	0,6626
2	1,1136
3	1,6558
4	2,1223
5	2,3831

Analisis kadar nitrat sampel larutan nitrat menggunakan spektrofotometer. Perolehannya absorbansi yang diperoleh selanjutnya diplotkan kedalam persamaan linier kurva standar nitrat yaitu $y = 0,405x + 0,422$ dengan y adalah absorbansi dan x merupakan variabel yang dicari yakni kadar nitrat:

$$y = ax + b$$

$$y = 0,405x - 0,422$$

$$x = (y + 0,422) / 0,405$$

$$x = x \text{ ppm} \times \text{faktor pengenceran (10 mL)}$$

Perhitungan Limit Deteksi

Panjang gelombang optimum = 230 nm

Nitrat	Rerata	X_2	Y_2	Y_i	$(Y - Y_i)^2$
0,25	0,1504	0,0625	0,023	-0,3207	0,1816
0,5	0,2975	0,25	0,089	-0,2195	0,2673
1	0,6626	1	0,439	-0,017	0,4619
2	1,1136	4	1,24	0,388	0,5265
3	1,6558	9	2,742	0,793	0,7444
4	2,1223	16	4,504	1,198	0,8543
5	2,3831	25	5,679	1,603	0,6086
Jumlah					3,6446

$$y = bx + a$$

$$y = 0,405 x + 0,422$$

$$y_B = a = -0,0214$$

standar deviasi blanko secara sB

$$s_B = \sqrt{\frac{\sum (y - y^{\wedge})^2}{n-2}}$$

$$= \sqrt{\frac{3,6446}{6}}$$

$$= 0,318$$

$$y = y_B + 3 s_B$$

$$= -0,422 + 3 (0,318)$$

$$= 0,532$$

Maka berdasarkan persamaan $y = a + bx$ diperoleh harga batas deteksi (x) adalah

$$x = \frac{y - y_B}{b}$$

$$= \frac{0,532 - (-0,422)}{0,405}$$

$$= 2,35$$

L.5.3.2.4 Data Absorbansi Pengukuran Nitrat

Koagulan (mL/L)	Absorbansi larutan nitrat konsentrasi 14 ppm			Absorbansi larutan konsentrasi nitrat 60 ppm		
	I	II	III	I	II	III
0	0,1594	0,1513	0,1499	2,027	1,9735	1,9821
10	0,3272	0,3276	0,33	2,1426	2,1406	2,1665
20	0,393	0,465	0,419	2,3163	2,323	2,3103
40	0,8455	0,8043	0,8147	2,6691	2,6818	2,7146
80	1,5031	1,4988	1,4843	3,3045	3,281	2,863
160	2,3607	2,7023	2,8954	4,4455	4,3587	3,8237

Kontrol	Absorbansi	Kadar nitrat (ppm)
40 mL NaCl 1,5 M pada larutan nitrat 14 ppm	0,1748	14,74
40 mL NaCl 1,5 M pada larutan nitrat 14 ppm	0,1934	15,19
40 mL NaCl 1,5 M pada larutan nitrat 14 ppm	0,1574	1,431
40 mL NaCl 1,5 M pada larutan nitrat 60 ppm	2,1602	63,78
40 mL NaCl 1,5 M pada larutan nitrat 60 ppm	2,1608	63,77
40 mL NaCl 1,5 M pada larutan nitrat 60 ppm	2,1636	63,84

L.5.3.2.4.1 Data Kadar Nitrat setelah Koagulasi terhadap Larutan Nitrat Konsentrasi 14 ppm

Koagulan (mL)	Nitrat rendah setelah koagulasi (ppm)			Total	Rata-rata
	I	II	III		
0	14,356	14,156	14,121	42,633	14,211
10	18,498	18,508	18,568	55,574	18,52467
20	20,123	21,901	20,765	62,789	20,92967
40	31,296	30,279	30,536	92,111	30,70367
80	47,533	47,426	47,069	142,028	47,34267
160	68,708	77,143	81,911	227,762	75,92067
Total	200,514	209,413	212,97	622,897	

$$\begin{aligned}
 FK &= Y^2 / rp \\
 &= (622,897)^2 / 3 \times 6 \\
 &= 21555,59
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{total}} &= \sum_i \sum_j Y^2 - FK \\
 &= 14,356^2 + 18,498^2 + \dots + 81,911^2 - 21555,59 \\
 &= 29885,58 - 21555,59 \\
 &= 8329,99
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK \\
 &= 42,633^2 + 55,574^2 + \dots + 227,762^2 / 3 - 21555,59 \\
 &= 89380,419 / 3 - 21555,59
 \end{aligned}$$

$$= 29793,473 - 21555,59$$

$$= 29793,473 - 21555,59$$

$$= 8237,883$$

$$\begin{aligned} JK_{\text{ulangan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{p} - FK \\ &= 200,514^2 + 209,413^2 + 212,97^2 / 6 - 21555,59 \\ &= 129415,89/6 - 21555,59 \\ &= 21569,315 - 21555,59 \\ &= 13,725 \end{aligned}$$

$$JK_{\text{galat}} = JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} - JK_{\text{ulangan}}$$

$$= 8329,99 - 8237,883 - 13,725 = 78,382$$

$$KT_{\text{ulangan}} = \frac{JK_{\text{ulangan}}}{db_{\text{ulangan}}} = \frac{13,735}{2} = 6,868$$

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{db_{\text{perlakuan}}} = \frac{8237,883}{5} = 1647,577$$

$$KT_{\text{galat}} = \frac{JK_{\text{galat}}}{db_{\text{galat}}} = \frac{78,382}{11} = 7,126$$

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{1647,577}{7,126} = 231,206$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT_{\text{ulangan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{6,868}{7,126} = 0,964$$

Tabel Analisis Ragam Satu Arah (One Way Anova)

SK	db	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 1%
Perlakuan	5	8237,883	1647,577	231,206	5,32
Ulangan	2	13,735	6,868	0,964	7,21
Galat	11	78,382	7,126		
Total	18				

Berdasarkan analisis ragam di atas, nilai $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ maka dapat disimpulkan bahwa variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar nitrat setelah koagulasi sehingga dilakukan

pengujian lebih lanjut dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh.

$$\begin{aligned} \text{BNT} &= t_{\text{tabel}}^{(0,01/2)} (\text{db galat}) \sqrt{2 KTG / n} \\ &= 3,106 \sqrt{2 \times 7,126 / 3} \\ &= 10,434 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT

Perlakuan dan Nilai Tengahnya	Perlakuan dan Nilai Tengahnya					
	14,211	18,525	20,929	30,704	47,343	75,921
14,211	-	4,314	6,718	16,493*	33,132*	61,71*
18,525	-	-	2,404	12,179*	28,818*	57,396*
20,929	-	-	-	9,775	26,414*	54,992*
30,704	-	-	-	-	16,639*	45,217*
47,343	-	-	-	-	-	28,578*
75,921	-	-	-	-	-	-

Keterangan : *) = berbeda sangat nyata pada taraf 0,01

Jadi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa 40, 80 dan 160 mL/L berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar nitrat setelah koagulasi dibandingkan dengan 0, 10 dan 20 mL/L.

L.5.3.2.4.2 Data Kadar Nitrat setelah Koagulasi terhadap Larutan Nitrat Konsentrasi 60 ppm

Koagulan (mL)	Nitrat tinggi setelah koagulasi (ppm)			Total	Rata-rata
	I	II	III		
0	60,469	59,148	59,36	178,977	59,659
10	63,323	63,274	63,914	190,511	63,50367
20	67,123	67,778	67,464	202,365	67,455
40	76,323	76,637	77,447	230,407	76,80233
80	92,012	91,432	81,128	264,572	88,19067
160	120,185	118,042	104,832	343,059	114,353
Total	479,435	476,311	454,145	1409,891	

$$\text{FK} = Y^2 / \text{rp}$$

$$= (1409,891)^2 / 3 \times 6$$

$$= 110432,924$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{total}} &= \sum_i \sum_j Y^2 - FK \\
 &= 60,469^2 + 59,148^2 + \dots + 104,832^2 - 110432,924 \\
 &= 116966,4 - 110432,924 \\
 &= 6534,106
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK \\
 &= 178,977^2 + 190,511^2 + \dots + 343,059^2 / 3 - 110432,924 \\
 &= 350054,007/3 - 110432,924 \\
 &= 116684,669 - 110432,924 \\
 &= 6251,745
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{ulangan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{p} - FK \\
 &= 479,435^2 + 476,311^2 + 454,145^2 / 6 - 110432,924 \\
 &= 662977,769/6 - 110432,924 \\
 &= 110496,295 - 110432,924 \\
 &= 63,371
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{galat}} &= JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} - JK_{\text{ulangan}} \\
 &= 6534,106 - 6251,745 - 63,371 = 218,99
 \end{aligned}$$

$$KT_{\text{ulangan}} = \frac{JK_{\text{ulangan}}}{db_{\text{ulangan}}} = \frac{63,371}{2} = 31,686$$

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{db_{\text{perlakuan}}} = \frac{6251,745}{5} = 1250,349$$

$$KT_{\text{galat}} = \frac{JK_{\text{galat}}}{db_{\text{galat}}} = \frac{218,99}{11} = 19,908$$

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{1250,359}{19,908} = 62,807$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT_{\text{ulangan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{31,686}{19,908} = 1,592$$

Tabel Analisis Ragam Satu Arah (One Way Anova)

SK	db	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 1%
Perlakuan	5	63,371	1250,349	62,807	5,32
Ulangan	2	6251,745	31,686	1,592	7,21
Galat	11	218,99	19,908		
Total	18				

Berdasarkan analisis ragam di atas, nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dapat disimpulkan bahwa variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar nitrat setelah koagulasi sehingga dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh.

$$\begin{aligned}
 BNT &= t_{tabel}^{(0,01/2)} (db \text{ galat}) \sqrt{2 KTG / n} \\
 &= 3,106 \sqrt{2 \times 19,908 / 3} \\
 &= 29,149
 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT

Perlakuan dan Nilai Tengahnya	Perlakuan dan Nilai Tengahnya					
	59,659	63,504	67,455	76,802	88,191	114,353
59,659	-	3,845	7,796	17,143	28,532	54,694*
63,504	-	-	3,951	13,298	24,687	50,849*
67,455	-	-	-	9,347	20,736	46,898*
76,802	-	-	-	-	11,389	37,551*
88,191	-	-	-	-	-	26,162*
114,353	-	-	-	-	-	-

Keterangan : *) = berbeda sangat nyata pada taraf 0,01

Jadi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa 160 mL/L berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar nitrat setelah koagulasi dibandingkan dengan dosis ekstrak NaCl sebesar 0, 10, 20, 40 dan 80 mL/L.

L.5.3.3 Pengaruh Variasi Dosis Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa Terhadap Nilai COD setelah Koagulasi

a. Kadar COD setelah Koagulasi pada Larutan nitrat Konsentrasi 14 ppm

Dosis koagulan (mL/L)	mL titrasi	nilai COD (ppm)
0	1,3	5
0	1,3	5
0	1,3	5
10	1,8	30
10	1,8	30
10	1,9	35
20	2	40
20	2,1	45
20	1,9	35
40	2	40
40	2	40
40	2,1	45
80	2,2	50
80	2,1	45
80	2	40
160	2,5	65
160	2,2	50
160	2,2	50

b. Kadar COD setelah Koagulasi pada Larutan Nitrat Konsentrasi 60 ppm

Dosis koagulan (mL/L)	mL titrasi	nilai COD (ppm)
0	1,4	20
0	1,4	20
0	1,4	20
10	1,5	25
10	1,5	25
10	1,4	20
20	1,8	40
20	1,8	40
20	2	50
40	2,2	60
40	2,2	60
40	2,1	55
80	2,3	65
80	2,5	75
80	2,2	60
160	3,5	125
160	3,3	115
160	2,9	95

Kontrol Koagulan	mL titrasi	Kadar COD (ppm)
40 mL NaCl 1,5 M pada larutan nitrat 14 ppm	2	40
40 mL NaCl 1,5 M pada larutan nitrat 14 ppm	2	40
40 mL NaCl 1,5 M pada larutan nitrat 14 ppm	1,9	35
40 mL NaCl 1,5 M pada larutan nitrat 60 ppm	2	50
40 mL NaCl 1,5 M pada larutan nitrat 60 ppm	2	50
40 mL NaCl 1,5 M pada larutan nitrat 60 ppm	2,1	55

$$f = \frac{mL NaC_2O_4}{mL KMnO_4} = \frac{10 mL}{12,5 mL} = 0,8$$

ml blanko pada larutan nitrat rendah = 1,2 mL

nitrat tinggi = 1 mL

$$\begin{aligned}
 N \text{ KMnO}_4 &= \frac{(\text{mL titrasi} - \text{mL titrasi blanko}) \times N \text{ Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{\text{mL Na}_2\text{C}_2\text{O}_4} \\
 &= \frac{(12,5 - 1,2) \times 0,025 \text{ N}}{10} \\
 &= \frac{0,2825}{10} \\
 &= 0,028 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\text{COD} = \frac{\text{mL titrasi} - \text{mL blanko} \times f \times 0,2}{\text{mL sampel}} \times 1000 \text{ ppm}$$

- Uji Statistika Kadar COD pada Larutan Nitrat Konsentrasi 14 ppm

Koagulan (mL)	Nitrat tinggi setelah koagulasi (ppm)			Total	Rata- rata
	I	II	III		
0	5	5	5	15	5
10	30	30	35	95	31,6667
20	40	45	35	120	40
40	40	40	45	125	41,6667
80	50	45	40	135	45
160	65	50	50	165	55
Total	230	215	210	655	

$$\begin{aligned}
 FK &= Y^2 / rp \\
 &= (655)^2 / 3 \times 6 \\
 &= 23834,722
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{total}} &= \sum_i \sum_j Y^2 - FK \\
 &= 5^2 + 5^2 + \dots + 50^2 - 23834,722 \\
 &= 28525 - 23834,722 \\
 &= 4690,278
 \end{aligned}$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= 15^2 + 95^2 + \dots + 165^2 / 3 - 23834,722$$

$$= 84725 / 3 - 23834,722$$

$$= 28241,667 - 23834,722$$

$$= 4406,945$$

$$JK_{\text{ulangan}} = \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{p} - FK$$

$$= 230^2 + 215^2 + 210^2 / 6 - 23834,722$$

$$= 143225/6 - 23834,722$$

$$= 23870,833 - 23834,722$$

$$= 36,111$$

$$JK_{\text{galat}} = JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} - JK_{\text{ulangan}}$$

$$= 4690,278 - 4406,945 - 36,111 = 247,222$$

$$KT_{\text{ulangan}} = \frac{JK_{\text{ulangan}}}{db_{\text{ulangan}}} = \frac{36,111}{2} = 18,056$$

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{db_{\text{perlakuan}}} = \frac{4406,945}{5} = 881,389$$

$$KT_{\text{galat}} = \frac{JK_{\text{galat}}}{db_{\text{galat}}} = \frac{247,222}{11} = 22,475$$

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{881,389}{22,475} = 39,216$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT_{\text{ulangan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{18,056}{22,475} = 0,803$$

Tabel Analisis Ragam Satu Arah (One Way Anova)

SK	db	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 1%
Perlakuan	5	4406,945	881,389	39,216	5,32
Ulangan	2	36,111	18,056	0,803	7,21
Galat	11	247,222	22,475		
Total	18				

Berdasarkan analisis ragam di atas, nilai $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ maka dapat disimpulkan bahwa variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar COD setelah koagulasi sehingga dilakukan pengujian lebih

lanjut dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh.

$$\begin{aligned} \text{BNT} &= t_{\text{tabel}}^{(0,01/2)} (\text{db galat}) \sqrt{2 KTG / n} \\ &= 3,106 \sqrt{2 \times 22,475 / 3} \\ &= 32,907 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT

Perlakuan dan Nilai Tengahnya	Perlakuan dan Nilai Tengahnya					
	5	31,667	40	41,667	45	55
5	-	26,667	35*	36,667*	40*	50*
31,667	-	-	8,333	10	13,333	23,333
40	-	-	-	1,667	15	25
41,667	-	-	-	-	3,333	13,333
45	-	-	-	-	-	10
55	-	-	-	-	-	-

Keterangan : *) = berbeda sangat nyata pada taraf 0,01

Jadi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa 20, 40, 80 dan 160 mL/L berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar COD setelah koagulasi dibandingkan dengan dosis ekstrak NaCl biji asam jawa 0 dan 10 mL/L.

- Uji Statistika Kadar COD pada Larutan Nitrat Konsentrasi 60 ppm**

Koagulan (mL)	Nitrat tinggi setelah koagulasi (ppm)			Total	Rata-rata
	I	II	III		
0	20	20	20	60	20
10	25	25	20	70	23,3333
20	40	40	50	130	43,3333
40	60	60	55	175	58,3333
80	65	75	60	200	66,6667
160	125	115	95	335	111,667
Total	335	335	300	970	

$$\begin{aligned} \text{FK} &= Y^2 / rp \\ &= (970)^2 / 3 \times 6 \\ &= 52272,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{total}} &= \sum_i \sum_j Y^2 - FK \\
 &= 20^2 + 20^2 + \dots + 95^2 - 52272,22 \\
 &= 70100 - 52272,22 \\
 &= 17827,78
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK \\
 &= 60^2 + 70^2 + \dots + 335^2 / 3 - 52272,22 \\
 &= 208250 / 3 - 52272,22 \\
 &= 69416,67 - 52272,22 \\
 &= 17144,43
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{ulangan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK \\
 &= 335^2 + 335^2 + 300^2 / 6 - 52272,22 \\
 &= 314450 / 6 - 52272,22 \\
 &= 52408,33 - 52272,22 \\
 &= 136,11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{galat}} &= JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} - JK_{\text{ulangan}} \\
 &= 17827,78 - 17144,43 - 136,11 = 547,24
 \end{aligned}$$

$$KT_{\text{ulangan}} = \frac{JK_{\text{ulangan}}}{db_{\text{ulangan}}} = \frac{136,11}{2} = 68,055$$

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{db_{\text{perlakuan}}} = \frac{17144,43}{5} = 3428,886$$

$$KT_{\text{galat}} = \frac{JK_{\text{galat}}}{db_{\text{galat}}} = \frac{547,24}{11} = 49,749$$

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{3428,886}{49,749} = 68,924$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT_{\text{ulangan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{68,055}{49,749} = 1,368$$

Tabel Analisis Ragam Satu Arah (One Way Anova)

SK	db	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 1%
Perlakuan	5	17144,43	3428,886	68,924	5,32
Ulangan	2	136,11	68,055	1,368	7,21
Galat	11	547,24	49,749		
Total	18				

Berdasarkan analisis ragam di atas, nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dapat disimpulkan bahwa variasi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar COD setelah koagulasi sehingga dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh.

$$\begin{aligned}
 BNT &= t_{tabel}^{(0,01/2)} (db \text{ galat}) \sqrt{2 KTG / n} \\
 &= 3,106 \sqrt{2 \times 49,749 / 3} \\
 &= 72,842
 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT

Perlakuan dan Nilai Tengahnya	Perlakuan dan Nilai Tengahnya					
	20	23,333	43,333	58,333	66,667	111,667
20	-	3,333	23,333	28,333	46,667	90,667*
23,333	-	-	20	35	43,334	88,334*
43,333	-	-	-	15	23,334	68,334
58,333	-	-	-	-	8,334	53,334
66,667	-	-	-	-	-	45
111,667	-	-	-	-	-	-

Keterangan : *) = berbeda sangat nyata pada taraf 0,01

Jadi dosis ekstrak NaCl biji asam jawa 160 mL/L berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar COD setelah koagulasi dibandingkan dengan dosis ekstrak NaCl biji asam jawa 0, 10, 20, 40 dan 80 mL/L.

L.5.4 Pengaruh Variasi pH Sampel terhadap Parameter Air setelah Koagulasi

L.5.4.1 Pengaruh Variasi pH Sampel Terhadap Nilai pH

a. Pada Nitrat Konsentrasi 14 ppm

variasi pH	pH setelah koagulasi			Total	Rata-rata
	I	II	III		
4	4,08	4,09	4,02	12,19	4,063
6	6,58	6,49	6,6	19,67	6,557
8	8,12	8,11	8,14	24,37	8,123
10	9,66	9,59	9,63	28,88	9,627
Total	28,44	28,28	28,39	85,11	

$$FK = Y^2 / rp$$

$$= (85,11)^2 / 3 \times 4$$

$$= 603,64$$

$$JK_{\text{total}} = \sum_i \sum_j Y^2 - FK$$

$$= 4,08^2 + 4,09^2 + \dots + 9,63^2 - 603,64$$

$$= 654,498 - 603,64$$

$$= 50,858$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= 12,19^2 + 19,67^2 + \dots + 28,88^2 / 3 - 603,64$$

$$= 1963,4563 / 3 - 603,64$$

$$= 654,48 - 603,64$$

$$= 50,84$$

$$JK_{\text{ulangan}} = \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{p} - FK$$

$$= 28,44^2 + 28,28^2 + 28,39^2 / 4 - 603,64$$

$$= 2414,5841 / 4 - 603,64$$

$$= 0,006$$

$$JK \text{ galat} = JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan} - JK \text{ ulangan}$$

$$= 50,858 - 50,84 - 0,006 = 0,012$$

$$KT_{\text{ulangan}} = \frac{JK \text{ ulangan}}{db \text{ ulangan}} = \frac{0,006}{2} = 0,003$$

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK \text{ perlakuan}}{db \text{ perlakuan}} = \frac{50,84}{3} = 16,947$$

$$KT_{\text{galat}} = \frac{JK \text{ galat}}{db \text{ galat}} = \frac{0,012}{6} = 0,002$$

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{16,947}{0,002} = 8473,5$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT_{\text{ulangan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{0,003}{0,002} = 1,5$$

Tabel Analisis Ragam Satu Arah (One Way Anova)

SK	db	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 1%
Perlakuan	3	50,84	16,947	8473,5	9,78
Ulangan	2	0,006	0,003	1,5	10,92
Galat	6	0,012	0,002		
Total	11	50,858			

Berdasarkan analisis ragam di atas, nilai $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ maka dapat disimpulkan bahwa variasi pH sampel berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap pH setelah koagulasi sehingga dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh.

$$BNT = t_{\text{tabel}}^{(0,01/2)} (db \text{ galat}) \sqrt{2 KTG / n}$$

$$= 3,707 \sqrt{2 \times 0,002 / 3}$$

$$= 0,00349$$

Tabel Hasil Uji BNT

Perlakuan dan Nilai Tengahnya	Perlakuan dan Nilai Tengahnya			
	4,063	6,557	8,123	9,627
4,063	-	2,494*	4,06*	5,564*
6,557	-	-	1,566*	3,07*
8,123	-	-	-	1,504*
9,627	-	-	-	-

Keterangan : *) = berbeda sangat nyata pada taraf 0,01

Jadi pH sampel 6, 8 dan 10 berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap pH setelah koagulasi dibandingkan dengan pH sampel 4.

b. Pada Nitrat Konsentrasi 60 ppm

variasi pH	pH setelah koagulasi			Total	Rata-rata
	I	II	III		
4	3,99	4	4,02	12,01	4,003
6	5,89	5,92	5,91	17,72	5,907
8	8,19	8,22	8,22	24,63	8,21
10	9,8	9,79	9,76	29,35	9,78
Total	27,87	27,93	27,91	83,71	27,903

$$FK = Y^2 / rp$$

$$= (83,71)^2 / 3 \times 4$$

$$= 583,947$$

$$JK_{\text{total}} = \sum_i \sum_j Y^2 - FK$$

$$= 3,99^2 + 4^2 + \dots + 9,76^2 - 583,947$$

$$= 642,102 - 583,947$$

$$= 52,155$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= 12,01^2 + 17,72^2 + \dots + 29,35^2 / 3 - 583,947$$

$$= 1926,297 / 3 - 583,947$$

$$= 642,099 - 583,947$$

$$= 52,152$$

$$JK_{\text{ulangan}} = \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= 27,87^2 + 27,93^2 + 27,91^2 / 4 - 583,947$$

$$= 2335,789 / 4 - 583,947$$

$$= 0$$

$$JK \text{ galat} = JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan} - JK \text{ ulangan}$$

$$= 52,155 - 52,152 - 0 = 0,003$$

$$KT_{\text{ulangan}} = \frac{JK_{\text{ulangan}}}{db_{\text{Dulangan}}} = \frac{0}{2} = 0$$

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{db_{\text{perlakuan}}} = \frac{52,152}{3} = 17,384$$

$$KT_{\text{galat}} = \frac{JK_{\text{galat}}}{db_{\text{Galat}}} = \frac{0,003}{6} = 0,0005$$

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{17,384}{0,0005} = 34,768$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT_{\text{ulangan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{0}{0,0005} = 0$$

Tabel Analisis Ragam Satu Arah (One Way Anova)

SK	db	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 1%
Perlakuan	3	52,152	17,384	34,768	9,78
Ulangan	2	0	0	0	10,92
Galat	6	0,003	0,0005		
Total	11				

Berdasarkan analisis ragam di atas, nilai $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ maka dapat disimpulkan bahwa variasi pH sampel berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap pH setelah koagulasi sehingga dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh.

$$BNT = t_{\text{tabel}}^{(0,01/2)} (db \text{ galat}) \sqrt{2 KTG / n}$$

$$= 3,707 \sqrt{2 \times 0,005 / 3}$$

$$= 0,0087$$

Tabel Hasil Uji BNT

Perlakuan dan Nilai Tengahnya	Perlakuan dan Nilai Tengahnya			
	4,003	5,907	8,21	9,78
4,003	-	1,904*	4,207*	5,777*
5,907	-	-	2,303*	3,873*
8,21	-	-	-	1,57*
9,78	-	-	-	-

Keterangan : *) = berbeda sangat nyata pada taraf 0,01

Jadi pH sampel 6, 8 dan 10 berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar nitrat setelah koagulasi dibandingkan dengan pH sampel 4.

L.5.4.2 Pengaruh Variasi pH terhadap Kadar Nitrat

Analisis kadar nitrat sampel larutan nitrat menggunakan spektrofotometer. Perolehannya absorbansi yang diperoleh selanjutnya diplotkan kedalam persamaan linier kurva standar nitrat yaitu $y = 0,405x + 0,422$ dengan y adalah absorbansi dan x merupakan variabel yang dicari yakni kadar nitrat:

$$y = ax + b$$

$$y = 0,405x + 0,422$$

$$x = (y + 0,422) / 0,405$$

$$x = x \text{ ppm} \times \text{faktor pengenceran}$$

pH	Absorbansi pada larutan nitrat 14 ppm	Absorbansi pada larutan nitrat 60 ppm
4	0,8008	2,6465
4	0,7985	2,6649
4	0,8178	2,6685
6	0,759	2,6443
6	0,7665	2,6443
6	0,7671	2,6694
8	0,7702	2,6247
8	0,7597	2,621
8	0,7617	2,6393
10	0,7982	2,5745
10	0,8008	2,5708
10	0,7768	2,5952

• Uji Statistika Kadar Nitrat pada Larutan Nitrat Konsentrasi 14 ppm

pH	nilai nitrat setelah koagulasi			Total	Rata-rata
	I	II	III		
4	30,193	30,136	30,612	90,941	30,31367
6	29,16	29,347	29,36	87,867	29,289
8	29,437	29,178	29,227	87,842	29,28067
10	30,128	30,193	29,6	89,921	29,97367
Total	118,918	118,854	118,799	356,571	

$$\begin{aligned}
 FK &= Y^2 / rp \\
 &= (356,571)^2 / 3 \times 4 \\
 &= 10595,239
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{total}} &= \sum_i \sum_j Y^2 - FK \\
 &= 30,193^2 + 30,136^2 + \dots + 29,921^2 - 10595,239 \\
 &= 10598 - 10595,239 \\
 &= 2,761
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK \\
 &= 90,941^2 + 87,867^2 + \dots + 89,921^2 / 3 - 10595,239 \\
 &= 31792,878 / 3 - 10595,239 \\
 &= 10597,626 - 10595,239 \\
 &= 2,387
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{ulangan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{p} - FK \\
 &= 118,918^2 + 118,854^2 + 118,799^2 / 4 - 10595,239 \\
 &= 42380,966 / 4 - 10595,239 \\
 &= 10595,241 - 10595,239 \\
 &= 0,002
 \end{aligned}$$

$$JK_{\text{galat}} = JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} - JK_{\text{ulangan}}$$

$$= 2,761 - 2,387 - 0,002 = 0,372$$

$$KT_{ulangan} = \frac{JK_{ulangan}}{db_{ulangan}} = \frac{0,002}{2} = 0,001$$

$$KT_{perlakuan} = \frac{JK_{perlakuan}}{db_{perlakuan}} = \frac{2,387}{3} = 0,796$$

$$KT_{galat} = \frac{JK_{galat}}{db_{galat}} = \frac{0,372}{6} = 0,062$$

$$F_{hitung\ perlakuan} = \frac{KT_{perlakuan}}{KT_{galat}} = \frac{0,796}{0,062} = 12,833$$

$$F_{hitung\ ulangan} = \frac{KT_{ulangan}}{KT_{galat}} = \frac{0,001}{0,062} = 0,016$$

Tabel Analisis Ragam Satu Arah (One Way Anova)

SK	db	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 1%
Perlakuan	3	2,387	0,796	12,833	9,78
Ulangan	2	0,002	0,001	0,016	10,92
Galat	6	0,372	0,062		
Total	11				

Berdasarkan analisis ragam di atas, nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dapat disimpulkan bahwa variasi pH sampel berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar nitrat setelah koagulasi sehingga dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh.

$$\begin{aligned} BNT &= t_{tabel}^{(0,01/2)} (db\ galat) \sqrt{2\ KTG / n} \\ &= 3,707 \sqrt{2 \times 0,062 / 3} \\ &= 0,108 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT

Perlakuan dan Nilai Tengahnya	Perlakuan dan Nilai Tengahnya			
	30,314	29,289	29,281	29,974
30,314	-	-	-	-
29,289	1,025*	-	-	0,685*
29,281	0,333*	0,008*	-	0,693*
29,974	0,34*	-	-	-

Keterangan : *) = berbeda sangat nyata pada taraf 0,01

Jadi pH sampel 4,6 dan 10 berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar nitrat setelah koagulasi dibandingkan dengan pH sampel 8.

• Uji Statistika Kadar Nitrat pada Larutan Nitrat Konsentrasi 60 ppm

pH	nilai nitrat setelah koagulasi			Total	Rata-rata
	I	II	III		
4	75,765	76,219	76,309	228,293	76,09767
6	75,711	75,711	76,331	227,753	75,91767
8	75,227	75,136	75,588	225,951	75,317
10	73,986	73,896	73,499	221,381	73,79367
Total	300,689	300,962	301,727	903,378	

$$\begin{aligned}
 FK &= Y^2 / rp \\
 &= (903,378)^2 / 3 \times 4 \\
 &= 68007,65
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{total}} &= \sum_i \sum_j Y^2 - FK \\
 &= 75,765^2 + 76,219^2 + \dots + 73,499^2 - 68007,65 \\
 &= 68166,52 - 68007,65 \\
 &= 158,87
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK \\
 &= 228,293^2 + 227,753^2 + \dots + 221,381^2 / 3 - 68007,65 \\
 &= 204052,524 / 3 - 68007,65 \\
 &= 68017,51 - 68007,65 \\
 &= 9,86
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{ulangan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{p} - FK \\
 &= 300,689^2 + 300,962^2 + 301,727^2 / 4 - 68007,65 \\
 &= 272031,183 / 4 - 68007,65 \\
 &= 68007,79 - 68007,65 \\
 &= 0,14
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{galat}} &= JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} - JK_{\text{ulangan}} \\
 &= 158,87 - 9,86 - 0,14 = 148,87
 \end{aligned}$$

$$KT_{\text{ulangan}} = \frac{JK_{\text{ulangan}}}{db_{\text{ulangan}}} = \frac{0,14}{2} = 0,07$$

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{db_{\text{perlakuan}}} = \frac{9,86}{3} = 3,29$$

$$KT_{\text{galat}} = \frac{JK_{\text{galat}}}{db_{\text{galat}}} = \frac{148,87}{6} = 24,81$$

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{3,29}{24,81} = 0,133$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT_{\text{ulangan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{0,07}{24,81} = 0,002$$

Tabel Analisis Ragam Satu Arah (One Way Anova)

SK	db	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 1%
Perlakuan	3	9,86	3,29	0,133	9,78
Ulangan	2	0,14	0,07	0,002	10,92
Galat	6	148,87	24,81		
Total	11				

Berdasarkan analisis ragam di atas, nilai $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$ maka dapat disimpulkan bahwa variasi pH sampel tidak berpengaruh sangat nyata terhadap kadar nitrat setelah koagulasi.

L.5.4.3 Pengaruh Variasi pH Sampel Terhadap COD

a. Pada Nitrat 14 ppm

pH	ml titrasi	nilai COD
4	0,9	15
4	1	20
4	0,9	15
6	0,7	5
6	0,8	10
6	0,7	5
8	1	20
8	1	20
8	1	20
10	1,3	35
10	1,4	40
10	1,2	30

b. Pada Nitrat 60 ppm

pH	ml titrasi	nilai COD
4	1,1	25
4	0,9	15
4	0,9	15
6	0,8	10
6	0,8	10
6	0,8	10
8	1,3	35
8	1,1	25
8	1,1	25
10	1,6	50
10	1,9	65
10	1,7	55

$$f = \frac{mL NaC_2O_4}{mL KMnO_4} = \frac{10 mL}{0,4 mL} = 2,5 mL$$

ml blanko = 0,6 mL

$$COD = \frac{mL \text{ titras } - mL \text{ blanko} \times f \times 0,2}{mL \text{ sampel}} \times 1000 \text{ ppm}$$

- Uji Statistika COD setelah Koagulasi pada Nitrat Konsentrasi 14 ppm

pH	nilai COD setelah koagulasi			Total	Rata-rata
	I	II	III		
4	15	20	15	50	16,667
6	5	10	5	20	6,667
8	20	20	20	60	20
10	35	40	30	105	35
Total	75	90	70	235	

$$\begin{aligned} FK &= Y^2 / rp \\ &= (235)^2 / 3 \times 4 \\ &= 4602,083 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK_{\text{total}} &= \sum_i \sum_j Y^2 - FK \\ &= 15^2 + 20^2 + \dots + 30^2 - 4602,083 \\ &= 5925 - 4602,083 \\ &= 1322,917 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK \\ &= 50^2 + 20^2 + \dots + 105^2 / 3 - 4602,083 \\ &= 17525/3 - 4602,083 \\ &= 5841,167 - 4602,083 \\ &= 1239,584 \end{aligned}$$

$$JK_{\text{ulangan}} = \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{p} - FK$$

$$= 75^2 + 90^2 + 70^2 / 4 - 4602,083$$

$$= 18625/4 - 4602,083$$

$$= 4656,25 - 4602,083$$

$$= 54,167$$

$$JK \text{ galat} = JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan} - JK \text{ ulangan}$$

$$= 1322,917 - 1239,584 - 54,167 = 29,166$$

$$KT_{\text{ulangan}} = \frac{JK_{\text{ulangan}}}{db_{\text{ulangan}}} = \frac{54,167}{2} = 27,083$$

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{db_{\text{perlakuan}}} = \frac{1239,584}{3} = 413,195$$

$$KT_{\text{galat}} = \frac{JK_{\text{galat}}}{db_{\text{galat}}} = \frac{29,166}{6} = 4,861$$

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{413,195}{4,861} = 85,002$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT_{\text{ulangan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{27,083}{4,861} = 5,571$$

Tabel Analisis Ragam Satu Arah (One Way Anova)

SK	db	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 1%
Perlakuan	3	1239,584	413,195	85,002	9,78
Ulangan	2	54,167	27,083	5,571	10,92
Galat	6	29,166	4,861		
Total	11				

Berdasarkan analisis ragam di atas, nilai $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ maka dapat disimpulkan bahwa variasi pH sampel berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar COD setelah koagulasi sehingga dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perlakuan man yang berpengaruh.

$$BNT = t_{\text{tabel}}^{(0,01/2)} (db \text{ galat}) \sqrt{2 KTG / n}$$

$$= 3,707 \sqrt{2 \times 4,861 / 3}$$

$$= 8,495$$

Tabel Hasil Uji BNT

Perlakuan dan Nilai Tengahnya	Perlakuan dan Nilai Tengahnya			
	16,667	6,667	20	35
16,667	-	-	3,333	18,333*
6,667	10*	-	13,333*	28,333*
20	-	-	-	15*
35	-	-	-	-

Keterangan : *) = berbeda sangat nyata pada taraf 0,01

Jadi pH sampel 4, 8 dan 10 berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar nitrat setelah koagulasi dibandingkan dengan pH sampel 6.

- **Uji Statistika COD setelah Koagulasi pada Nitrat Konsentrasi 60 ppm**

pH	nilai COD setelah koagulasi			Total	Rata-rata
	I	II	III		
4	25	25	15	65	21,66667
6	10	10	10	30	10
8	35	25	25	85	28,33333
10	50	65	55	170	56,66667
Total	120	125	105	350	

$$\begin{aligned}
 FK &= Y^2 / rp \\
 &= (350)^2 / 3 \times 4 \\
 &= 10208,33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{total}} &= \sum_i \sum_j Y^2 - FK \\
 &= 25^2 + 25^2 + \dots + 55^2 - 10208,33 \\
 &= 13600 - 10208,33 \\
 &= 3391,67
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK \\
 &= 65^2 + 30^2 + \dots + 170^2 / 3 - 10208,33 \\
 &= 41250 / 3 - 10208,33 \\
 &= 3541,67
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{ulangan}} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{p} - FK \\
 &= 120^2 + 125^2 + 105^2 / 4 - 10208,33 \\
 &= 41050/4 - 10208,33 \\
 &= 10262,5 - 10208,33 \\
 &= 54,17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{galat}} &= JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} - JK_{\text{ulangan}} \\
 &= 3391,67 - 3541,67 - 54,17 = 29,166
 \end{aligned}$$

$$KT_{\text{ulangan}} = \frac{JK_{\text{ulangan}}}{db_{\text{ulangan}}} = \frac{54,17}{2} = 27,085$$

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{db_{\text{perlakuan}}} = \frac{3541,67}{3} = 1180,567$$

$$KT_{\text{galat}} = \frac{JK_{\text{galat}}}{db_{\text{galat}}} = \frac{29,166}{6} = 4,861$$

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{1180,567}{4,861} = 242,865$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT_{\text{ulangan}}}{KT_{\text{galat}}} = \frac{27,085}{4,861} = 5,572$$

Tabel Analisis Ragam Satu Arah (One Way Anova)

SK	db	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel 1%
Perlakuan	3	3541,67	1180,567	242,865	9,78
Ulangan	2	54,17	27,085	5,572	10,92
Galat	6	29,166	4,861		
Total	11				

Berdasarkan analisis ragam di atas, nilai $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ maka dapat disimpulkan bahwa variasi pH sampel berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar COD setelah koagulasi sehingga dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh.

$$\begin{aligned}
 \text{BNT} &= t_{\text{tabel}}^{(0,01/2)} (db_{\text{galat}}) \sqrt{2 KTG / n} \\
 &= 3,707 \sqrt{2 \times 4,861 / 3} \\
 &= 8,495
 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT

Perlakuan dan Nilai Tengahnya	Perlakuan dan Nilai Tengahnya			
	21,667	10	28,333	56,667
21,667	-	-	6,666	35*
10	11,667*	-	18,333*	46,667*
28,333	-	-	-	28,334*
56,667	-	-	-	-

Keterangan : *) = berbeda sangat nyata pada taraf 0,01

Jadi pH sampel 4, 8 dan 10 berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar nitrat setelah koagulasi dibandingkan dengan pH sampel 6.

L.5.5 Analisis Salinitas

Konsentrasi Koagulan (mL/L)	Kadar Salinitas (ppt)			Rata-rata
	I	II	III	
Larutan Nitrat 14 ppm				
0	0,1	0,1	0,1	0,1
10	0,9	0,9	0,8	0,867
160	11,3	10,7	10,1	10,7
Larutan Nitrat 60 ppm				
0	0,1	0,1	0,1	0,1
10	1,1	1,1	1,1	1,1
160	10,9	11	11,1	11

Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian

1. Analisis Kadar Air



Pengeringan Sampel



Penghilangan Sisa Air

2. Pembuatan Ekstrak NaCl Biji Asam Jawa



Biji Asam Jawa dalam Larutan NaCl 1,5 M



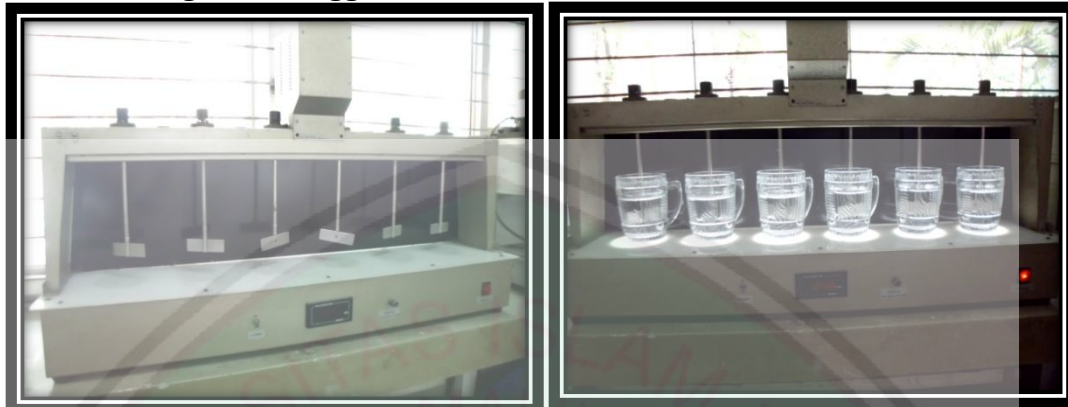
Penyaringan Ekstrak

3. Analisis Protein



Sampel dan Standar Uji Protein

4. Proses Koagulasi menggunakan Jar Tes



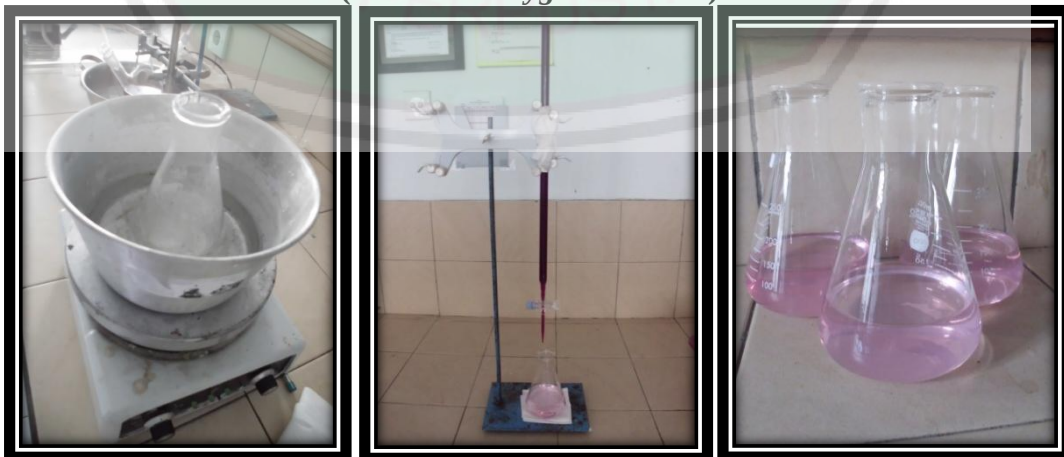
Alat Jar tes dan proses koagulasi setelah penambahan ekstrak

5. Analisis pH



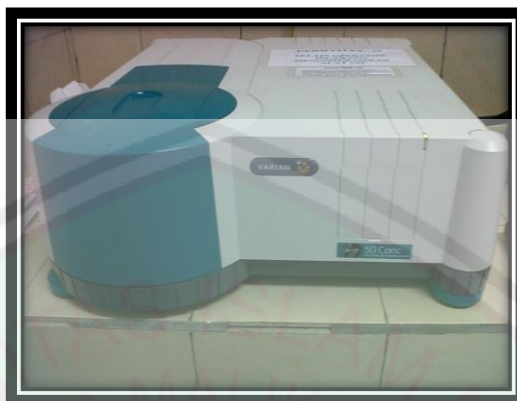
Pengukuran pH sampel menggunakan pH meter

6. Analisis Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*)



Pemanasan sampel yang ditambah reagent, Titrasi menggunakan KMnO_4

7. Analisis Kadar Nitrat



Alat Spektrofotometer UV-Vis

8. Analisis Kadar Garam



Standar kalibrasi alat dan pembacaan kadar garam menggunakan Water Universal HORIBA