

**EFEKTIVITAS EKSTRAK NaCl BIJI KELOR (*Moringa oleifera*)  
SEBAGAI KOAGULAN SAMPEL FOSFAT**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**NISHFU SYA'BANAH**  
**NIM. 10630058**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2016**

EFEKTIVITAS EKSTRAK NaCl BIJI KELOR (*Moringa oleifera*) SEBAGAI  
KOAGULAN SAMPEL FOSFAT

SKRIPSI

Oleh:  
NISHFU SYA'BANAH  
NIM. 10630058

Diajukan Kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2016

EFEKTIVITAS EKSTRAK NaCl BIJI KELOR (*Moringa oleifera*) SEBAGAI  
KOAGULAN SAMPEL FOSFAT

SKRIPSI

Oleh:  
NISHFU SYA'BANAH  
NIM. 10630058

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:  
Tanggal: 7 Januari 2016

Pembimbing I

Pembimbing II

Eny Yulianti, M.Si  
NIP.19760611 200501 2 006

Akyunul Jannah, S.Si, M.P  
NIP.19750410 200501 2 009

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Kimia

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

EFEKTIVITAS EKSTRAK NaCl BIJI KELOR (*Moringa oleifera*) SEBAGAI  
KOAGULAN SAMPEL FOSFAT

SKRIPSI

Oleh:  
NISHFU SYA'BANAH  
NIM. 10630058

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 7 Januari 2016

Penguji Utama : Elok Kamilah Hayati, M.Si (.....)  
NIP. 19790620 200604 2 002

Ketua Penguji : Vina Nurul Istighfarini, M.Si (.....)  
LB. 63025

Sekretaris Penguji : Eny Yulianti, M.Si (.....)  
NIP.19760611 200501 2 006

Anggota Peguji : Akyunul Jannah. S.Si, M.P (.....)  
NIP.19750410 200501 2 009

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Kimia

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

## SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nishfu Sya'Banah

NIM : 10630058

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Efektivitas Ekstrak NaCl Biji Kelor (*Moringa oleifera*)  
sebagai Koagulan Sampel Fosfat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 12 Januari 2016  
Yang Membuat Pernyataan,

Nishfu Sya'Banah  
NIM.10630058

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Efektivitas Ekstrak NaCl Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Koagulan Sampel Fosfat”** ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita ke jalan yang benar, yaitu jalan yang diridhai Allah SWT. Skripsi ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan program S-1 (Strata-1) di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Seiring terselesaikannya penyusunan skripsi ini, dengan penuh kesungguhan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Eny Yulianti, M.Si selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis demi terselesainya skripsi ini.
2. Ibu Vina Nurul Istighfarini, M.Si selaku konsultan yang selalu memberi semangat untuk tidak pernah berhenti mencoba.
3. Ibu Akyunul Jannah, S.Si, M.P selaku Pembimbing Agama.
4. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku Penguji Utama.

Yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan nasehat serta bantuan materil maupun moril kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini tidak luput dari bantuan semua pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis menghaturkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Kedua orang tua dan kakak-adik tercinta yang telah memberikan perhatian, nasihat, doa, dan dukungan moril dan materil sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.

2. Bapak Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Dr. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maliki Malang.
4. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia, UIN Maliki Malang yang telah memberikan arahan dan nasehat kepada penulis.
5. Para Dosen Pengajar di Jurusan Kimia yang telah memberikan bimbingan dan membagi ilmunya kepada penulis selama berada di UIN Maliki Malang.
6. Segenap laboran dan staf administrasi kimia yang telah banyak membantu sehingga skripsi ini terselesaikan.
7. Teman-teman kimia angkatan 2010-2011 yang telah saling memotivasi dan membantu terselesainya skripsi ini.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 12 Januari 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Air Limbah .....	9
2.2 Parameter Kualitas Air Limbah .....	10
2.2.1 Kekeruhan .....	10
2.2.2 pH.....	11
2.3 Fosfat.....	12
2.4 Koagulasi dan Flokulasi.....	14
2.5 Metode Salting-In.....	22
2.6 Kelor ( <i>Moringa oleifera</i> ).....	23
2.6.1 Diskripsi Kelor ( <i>Moringa oleifera</i> ) .....	24
2.6.2 Biji Kelor sebagai Koagulan .....	26
2.7 Spektrofotometer UV-Vis .....	28
2.8 Spektrofotometer Inframerah .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	32
3.2 Alat dan Bahan.....	32
3.2.1 Alat.....	32
3.2.2 Bahan .....	32
3.3 Rancangan Penelitian .....	32
3.4 Tahapan Penelitian .....	34
3.5 Prosedur Penelitian.....	34
3.5.1 Preparasi Koagulan Alami Biji Kelor .....	34
3.5.2 Analisis Kadar Air Koagulan Biji Kelor.....	35
3.5.3 Pembuatan Larutan Stok Fosfat .....	35
3.5.4 Pembuatan Kurva Standar .....	36

3.5.4.1	Pembuatan Larutan Standar Fosfat .....	36
3.5.4.2	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	36
3.5.4.3	Penentuan Waktu Kestabilan Optimum.....	36
3.5.4.4	Pembuatan Kurva Standar .....	37
3.5.5	Ekstraksi Biji Kelor dengan Pelarut NaCl .....	37
3.5.6	Proses Koagulasi dan Flokulasi .....	37
3.5.6.1	Penentuan Dosis Optimum .....	37
3.5.6.2	Penentuan Waktu Pengendapan Optimum.....	38
3.5.6.3	Penentuan pH Optimum.....	38
3.5.7	Pengukuran Parameter Kualitas Air Limbah Sebelum dan Sesudah Koagulasi dengan Ekstrak NaCl Biji Kelor.....	39
3.5.7.1	Pengukuran pH.....	39
3.5.7.2	Pengukuran dengan Metode Stano Klorida .....	39
3.5.8	Karakterisasi dengan FTIR .....	40
3.5.9	Analisis Data.....	40
 <b>BAB IV PEMBAHASAN</b>		
4.1	Preparasi Koagulan .....	41
4.1.1	Analisis Kadar Air .....	41
4.1.2	Preparasi Koagulan Ekstrak NaCl Biji Kelor .....	42
4.2	Preparasi Larutan Fosfat .....	44
4.2.1	Penentuan Panjang Gelombang .....	44
4.2.2	Penentuan Waktu Kestabilan Optimum.....	46
4.2.3	Analisi Kurva Standar.....	47
4.3	Penentuan Dosis Optimum .....	48
4.4	Penentuan Waktu Pengendapan Optimum.....	50
4.5	Penentuan pH Optimum.....	51
4.6	Karakterisasi dengan Menggunakan FTIR .....	54
4.7	Pemanfaatan Biji Kelor dalam Perspektif Islam.....	58
 <b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	61
5.2	Saran.....	61
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>64</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>65</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mekanisme Koagulasi.....	19
Gambar 2.2	Mekanisme Koagulasi Dugaan dengan Protein Kationik .....	21
Gambar 2.3	Pohon, Daun, dan Buah Kelor .....	24
Gambar 2.4	Spektra Biji Kelor Sebelum Diinteraksikan dengan Fosfat .....	30
Gambar 2.5	Spektra Biji Kelor Sesudah Diinteraksikan dengan Fosfat .....	30
Gambar 4.1	Pelarutan NaCl dalam Air .....	43
Gambar 4.2	Interaksi dugaan Protein dengan Air dan Garam .....	43
Gambar 4.3	Spektra Sinar Tampak Senyawa Heterofosfomolibdat .....	45
Gambar 4.4	Waktu Kestabilan Senyawa Heterofosfomolibdat .....	46
Gambar 4.5	Kurva Standar Heterofosfomolibdat .....	47
Gambar 4.6	Konsentrasi Fosfat Sisa pada Dosis Koagulan .....	48
Gambar 4.7	Konsentrasi Fosfat Sisa pada Waktu Kestabilan.....	50
Gambar 4.8	Konsentrasi Fosfat Sisa pada pH.....	52
Gambar 4.9	Spektra Koagulan Sebelum Diinteraksikan dengan Fosfat.....	55

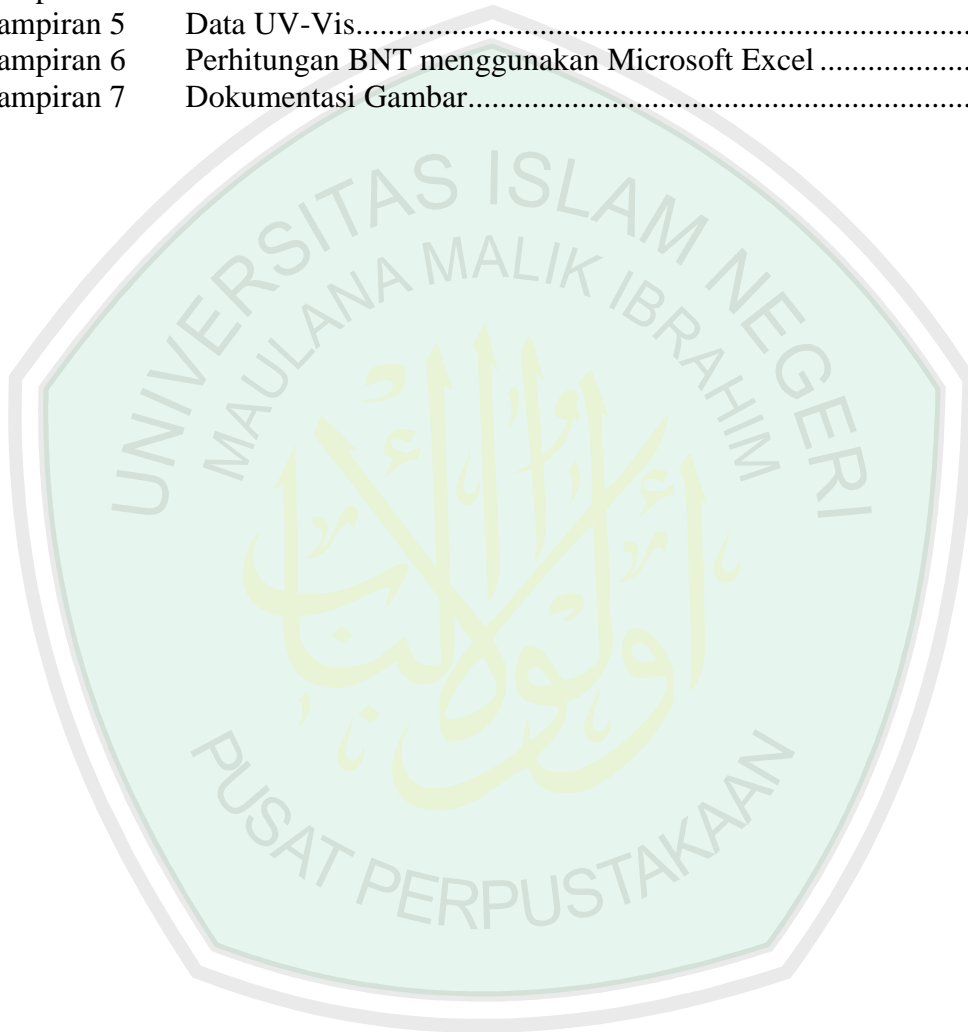
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Kimia Biji Kelor dengan Porsi 100 gr .....	25
Tabel 2.2	Nilai Bilangan Panjang Gelombang Biji Kelor Berdasarkan Pengujian dengan Spektrofotometer Inframerah .....	31
Tabel 3.1	Rancangan Penelitian Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Parameter Sampel.....	33
Tabel 3.2	Rancangan Penelitian Pengaruh Waktu Pengendapan Koagulan Terhadap Parameter Sampel.....	33
Tabel 3.3	Rancangan Penelitian Pengaruh pH Terhadap Sampel.....	33
Tabel 4.1	Perubahan pH Sebelum dan Sesudah Koagulasi.....	53
Tabel 4.2	Hasil Bilangan Gelombang Menggunakan FTIR.....	57



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Skema kerja Penelitian.....	65
Lampiran 2	Skema Kerja.....	66
Lampiran 3	Perhitungan dan Pembuatan Larutan.....	74
Lampiran 4	Analisa Data.....	78
Lampiran 5	Data UV-Vis.....	83
Lampiran 6	Perhitungan BNT menggunakan Microsoft Excel.....	90
Lampiran 7	Dokumentasi Gambar.....	93



## ABSTRAK

Sya'banah, N. 2015. **Efektivitas Ekstrak NaCl Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Koagulan Sampel Fosfat**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Eny Yulianti, M.Si; Pembimbing II: Akyunul Jannah, S.Si, M.P; Konsultan: Vina Nurul Istighfarini, M.Si.

**Kata kunci:** Dosis, Fosfat, Kelor (*Moringa oleifera*), Koagulan, pH.

Biji kelor (*Moringa oleifera*) telah lama diketahui memiliki banyak kandungan protein. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa dalam koagulan ekstrak NaCl biji kelor serta mengetahui efektivitas koagulan dari biji kelor. Proses koagulasi menggunakan metode *Jar Test* pada sampel buatan fosfat. Penelitian ini menggunakan beberapa variasi yaitu variasi dosis koagulan (0, 20, 40, 80, dan 160 mL/L), variasi waktu pengendapan (15, 30, 60, 90, dan 120 menit), dan variasi pH sampel (pH 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10) untuk mengetahui penurunan kadar fosfat. Karakterisasi larutan ekstrak NaCl biji kelor menggunakan spektrofotometer FTIR. Hasil koagulasi sampel fosfat dengan koagulan ekstrak NaCl biji kelor memiliki dosis optimum koagulan 80 mL/L dengan konsentrasi fosfat awal 17 ppm menjadi 13,58 ppm. Waktu pengendapan optimum adalah 30 menit dengan penurunan fosfat menjadi 11,697 ppm. Perlakuan variasi pH menunjukkan bahwa perubahan pH dari masing-masing variasi menuju ke pH netral. Hasil spektra ekstrak NaCl biji kelor yang sudah diinteraksikan dengan fosfat menunjukkan adanya gugus dari protein yang diduga berperan sebagai koagulan.

## ABSTRACT

Sya'Banah, N. 2015. **The Effectiveness of Moringa Oleifera Seed's NaCl Extract as Coagulant for Phosphate Samples**. Riset. Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, The State of Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor (I): Eny Yulianti, M.Si; Advisor (II): Akyunul Jannah, S.Si, M.P; Consultant: Vina Nurul Istighfarini, M.Si.

**Keywords:** Coagulant, Doses, Moringa, pH, Phosphate

*Moringa* seed (*Moringa oleifera*) has long been known to contain protein. This study aimed to determine the content of *moringa* seed's compound. The coagulation process used jar test on artificial phosphate sample. This study used several parameter variations, which are the coagulant doses (0, 10, 20, 40, 80, and 160 mL/L), the period of precipitation (5, 15, 30, 60, 90, and 120 minutes), and the pH samples (3, 4, 5, 6, 7, and 8), in order to determine the reduction in phosphate levels. Characterization of *moringa* seed's NaCl extract solution used FTIR spectrophotometer. Coagulation results of the phosphate samples using *moringa* seed's NaCl extract coagulant had optimum dosage of coagulant was 80 mL/L with the initial phosphate concentration of 17 ppm which then decreased to 13.58 ppm. The optimum settling period was 30 minutes with reduction of phosphate to 11.697 ppm. The pH variation treatment showed that the changes in the pH of each variation led to a neutral pH. The spectra results of *moringa* seed's NaCl that had interacted with phosphate showed the existence of protein clusters which is suspected as coagulant.

**شعبنة, النصف. ١٥.** فعالية بذور المورينغا مستخلص كلوريد الصوديوم (بان زيتوني) كعينات التخثر الفوسفات. البحث. قسم الكيمياء. الكلية العلمية والتكنولوجيا. الجامعة الحكيمية الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرفة الاول: ايني يوليانتى الماجستير, المشرفة الثاني: اكيون اللجنة الماجستير, الخبير الاستشاري: فينا نور الاستغفرنى الماجستير.

#### الكلمات الرئيسية: الجرعة، الفوسفات، المورينغا، التخثر، الرقم الهيدروجيني

المعروف منذ وقت طويل بذور المورينغا (بان زيتوني) أن لديها الكثير من البروتين. وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد محتوى بذور المورينغا المركب. عملية التخثر باستخدام اختبار الجرة على عينة من صخور الفوسفات. استخدمت هذه الدراسة بعض الاختلاف من أن الجرعات الاختلاف التخثر (٠، ٢٠، ٤٠، ٨٠، ١٦٠ مل / لتر)، الاختلاف الوقت الهطول (١٥، ٣٠، ٦٠، ٩٠، و ١٢٠ دقائق)، والاختلافات في عينات الرقم الهيدروجيني (٤، ٥، ٦، ٧، ٨) لتحديد انخفاض في مستويات الفوسفات. توصيف المورينغا استخراج البذور حل كلوريد الصوديوم باستخدام FTIR الطيف. نتائج عينات من التخثر الفوسفات مع التخثر كلوريد الصوديوم استخراج بذور المورينغا لديه جرعة التخثر من ٨٠ مل / لتر مع تركيز الفوسفات الأولي من ١٧ جزء في المليون إلى ١٣.٥٨ جزء من المليون. في زمن الترسيب الأمثل هو ٣٠ دقائق مع انخفاض الفوسفات إلى ١١،٦٩٧ جزء في المليون. معاملة الرقم الهيدروجيني تشير إلى أن التغيرات في الرقم الهيدروجيني كل الاختلاف يؤدي إلى الرقم الهيدروجيني محايدة. وأظهرت بذور المورينغا النتائج أطياف كلوريد الصوديوم التي تم دمجها مع الفوسفات مجموعة من البروتينات التي يشتهه بأنه التخثر.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di beberapa daerah di Indonesia, air bersih masih jarang didapatkan. Menurut Notodarmojo (2004), air dapat dikatakan bersih jika memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air dari segi kualitas air yang meliputi mikrobiologi, fisika kimia, dan radiologis sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping. Air yang tidak bersih dapat disebabkan karena adanya pencemaran air.

Pencemaran air ini dapat disebabkan oleh limbah domestik berupa limbah cair dari rumah tangga dan industri rumah tangga (Suriawira, 2003). Fosfat merupakan contoh senyawa berbahaya yang terkandung dalam limbah cair. Menurut Alaert (1987), fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat, dan fosfat-organik. Senyawa fosfat dalam air limbah dapat berasal dari limbah penduduk, industri, dan pertanian. Fosfat organik biasanya dapat ditemui dalam air sisa buangan penduduk dan sisa makanan. Fosfat organik juga dapat berasal dari bakteri atau tumbuhan penyerap fosfat, sedangkan ortofosfat berasal dari bahan pupuk. Fosfat kompleks mewakili kurang lebih separuh dari fosfat limbah perkotaan dan berasal dari penggunaan deterjen sintesis.

Rumhayati (2010) mengatakan bahwa meskipun fosfat terdapat dalam berbagai bentuk, fosfat dapat berubah menjadi ortofosfat baik melalui proses fisika dan kimia yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh alga di badan air.

Pembuangan limbah cair dengan kandungan fosfat yang tinggi ke dalam perairan menyebabkan alga biru tumbuh subur karena melimpahnya fosfat akan memproduksi senyawa racun yang menyebabkan biota air rusak (Jens, *et.al.*, 1988). Air yang mengandung kadar fosfat lebih dari 0,015 mg/L ( $P > 0,015$  mg/L) yang tersedia secara biologi dapat menyebabkan eutrofikasi (Lawrence, *et.al.*, 2002).

Menurut Budi (2006), eutrofikasi terjadi karena pencemaran air yang disebabkan munculnya nutrisi yang berlebihan ke dalam ekosistem air. Kadar fosfat yang terlalu tinggi akan menyebabkan alga tumbuh berkembang biak dengan pesat sehingga menyebabkan terjadinya eutrofikasi. Pada saat kadar fosfat dalam air melebihi batas, enceng gondok akan berkembang lebih banyak dan menghabiskan oksigen dalam sungai atau kolam pada malam hari. Turunnya kandungan oksigen terlarut dalam air dapat disebabkan karena menurunnya kadar sinar matahari yang masuk ke dalam perairan sehingga fotosintesis oleh tumbuhan yang menghasilkan oksigen juga berkurang. Terjadinya eutrofikasi ditandai dengan perubahan warna air yang menjadi kehijauan, kekeruhan menjadi meningkat, dan berbau tidak sedap. Kadar fosfat dalam air yang terlalu rendah ( $<0,01$  mg/L) akan menyebabkan pertumbuhan tanaman dan ganggang terhalang atau disebut “oligotrop”.

Kadar fosfat di perairan yang meningkat dapat diatasi dengan mengurangi pemakaian bahan yang mengandung fosfat dan melakukan pengolahan limbah fosfat misalnya dengan melakukan metode koagulasi. Kadar fosfat dalam air limbah dapat diturunkan dengan cara adsorpsi, fluidisasi, dan pengendapan secara kimiawi. Menurut beberapa referensi, metode yang paling efektif untuk

menurunkan kadar fosfat dalam air adalah dengan penambahan bahan koagulan misalnya alum, kapur, *ferrichlorida* atau *ferrous sulfat*.

Menurut penelitian Budi (2006), senyawa-senyawa fosfat dapat dihilangkan dengan penambahan bahan koagulan alami. Menurut Yin (2010), proses pengolahan menggunakan koagulan alami memerlukan biaya lebih sedikit daripada menggunakan koagulan kimia. Selain itu, polimer koagulan alami dapat membentuk flok yang lebih kuat terhadap gesekan pada saat aliran turbulen dibandingkan dengan koagulan kimia. Dilihat dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan koagulan alami pada pengolahan air limbah menunjukkan kemampuannya yang lebih baik daripada koagulan kimia.

Menurut Utami (2010), pada perbandingan koagulan alami biji trembesi, biji kelor, dan kacang merah dalam proses penurunan kadar fosfat pada limbah cair industri pupuk menunjukkan bahwa penyisihan fosfat optimum dengan koagulan biji kelor mencapai 73,33 % dengan dosis koagulan 50 mg/L. Penyisihan fosfat untuk koagulan kacang merah hanya sebesar 39,21 % dengan dosis koagulan 500 mg/L, sedangkan untuk koagulan biji trembesi sebesar 45,67 % dengan dosis koagulan 50 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa koagulan alami biji kelor lebih efektif karena dapat menyisihkan fosfat lebih banyak (73,33 %) dengan dosis koagulan lebih sedikit (50 mg/L).

Penelitian yang dilakukan oleh Khasanah (2008) tentang efektifitas biji kelor (*Moringa oleifera*) untuk limbah fosfat RSUD Dr. Saiful Anwar Malang menunjukkan bahwa serbuk biji kelor (*Moringa oleifera*) mampu menurunkan konsentrasi fosfat total sebesar 27,04 % atau 8,068 ppm dan ortofosfat sebesar

29,87 % atau 3,195 ppm pada dosis koagulan 200 ppm dengan waktu pengendapan 90 menit.

Menurut Okuda *et.al.* (1999, 2001), efisiensi koagulasi dapat ditingkatkan dengan mengekstrak komponen aktif yang berada pada biji kelor (*Moringa oleifera*) menggunakan garam (*salt extraction*). Air yang digunakan sebagai larutan pengekstrak dengan larutan garam (*salt extraction*) dapat meningkatkan efisiensi koagulasi. Ekstrak air biji kelor (*Moringa oleifera*) mampu menghilangkan kekeruhan sebesar 54 % sedangkan ekstrak garam (*salt extraction*) biji kelor (*Moringa oleifera*) mampu menghilangkan kekeruhan sebesar 94 %.

Pada penelitian Okuda *et.al.* (2001) dilakukan ekstraksi koagulan dari biji kelor (*Moringa oleifera*) dengan menggunakan pelarut NaCl 1 M. Hasil yang didapatkan adalah 7,4 kali lebih baik daripada koagulan biji kelor (*Moringa oleifera*) tanpa dilakukan ekstraksi. Ekstraksi menggunakan garam ini merupakan mekanisme *salting-in* dimana kekuatan ionik akan naik disebabkan oleh penambahan dan kelarutan komponen aktif koagulan alami.

Menurut Aslamiah (2013), biji kelor (*Moringa oleifera*) yang diekstrak dengan NaCl 1 M dapat menurunkan kekeruhan sampel air limbah sampai 74 %. Penambahan koagulan biji kelor (*Moringa oleifera*) sebanyak 80 mL/L membuat sampel air limbah berada pada pH 7,34 dan mampu menurunkan nilai kekeruhan sebesar 80,7 % tetapi kurang efektif dalam penurunan kadar nitrat.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) dapat meningkatkan kemampuan koagulasi, sehingga pada penelitian ini dilakukan uji efektivitas ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) sebagai koagulan sampel fosfat. Penelitian ini menggunakan biji kelor (*Moringa oleifera*)

karena selain dapat menjernihkan air, biji ini tidak berbahaya bagi kesehatan, ekonomis, ramah lingkungan, dan mudah dijangkau.

Hal ini dapat dijelaskan dalam Al-Qur'an yang berbunyi:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا  
 نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ النَّخْلِ قِنَاطٍ دَانِيَةً وَجَنَّتِ مِنَ الْأَعْنَابِ  
 وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ انظُرُوا 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 SWT) bagi orang-orang yang beriman” (Qs.al-An'aam/6: 99).

Dalam surat al-An'aam/6:99 ini menjelaskan agar manusia mengkaji ciptaan Allah SWT dan mengakui keagungan Allah SWT sehingga kita bisa mengambil manfaat dari apapun ciptaan Allah SWT. Menurut tafsir Al-Qurthubi (Shihab, 2002) yang dimaksud dengan tanaman yang menghijau adalah *qumh*, *sult* (nama jenis gandum), jagung, padi dan biji-bijian lainnya..

Pada penelitian ini dipelajari pengaruh dosis koagulan, lama pengendapan, dan pH larutan terhadap penurunan kadar fosfat. Koagulan yang digunakan adalah biji kelor (*Moringa oleifera*) yang diekstraksi dengan NaCl 1 M. Pada penelitian ini juga dilakukan uji komponen bioaktif dari ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa*

*oleifera*) dengan menggunakan FTIR yang bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi apa saja yang terdapat dalam koagulan tersebut yang merupakan gugus aktif koagulan. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan solusi dalam pengolahan air dalam mengurangi kadar fosfat dengan memanfaatkan bahan alam yang ramah lingkungan, aman bagi kesehatan dan lingkungan, mudah didapat, dan murah.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapakah dosis optimum ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) pada penurunan kadar fosfat?
2. Berapakah waktu pengendapan optimum ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) pada penurunan kadar fosfat?
3. Berapakah pH optimum ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) pada penurunan kadar fosfat?
4. Gugus fungsi apakah yang terdapat dalam ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) yang berperan aktif pada koagulasi sampel fosfat?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui berapa dosis optimum ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) pada penurunan kadar fosfat.
2. Untuk mengetahui berapa waktu pengendapan optimum ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) pada penurunan kadar fosfat.

3. Untuk mengetahui berapa pH optimum ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) pada penurunan kadar fosfat.
4. Untuk mengetahui gugus fungsi dalam ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) yang berperan aktif pada koagulasi sampel fosfat.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Biji kelor (*Moringa oleifera*) yang digunakan diambil dari desa Karanganyar, Semarang.
2. Parameter uji air limbah fosfat buatan sebelum dan sesudah koagulasi meliputi pH dan kadar fosfat.
3. Sampel yang digunakan adalah larutan kalium dihidrogen fosfat anhidrat.
4. Analisis kuantitatif kadar fosfat menggunakan metode spektrofotometri UV-VIS dengan metode stannio klorida.
5. Karakterisasi komponen bioaktif menggunakan FTIR.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Untuk memberikan informasi kepada masyarakat tentang potensi biji kelor (*Moringa oleifera*) yang diekstrak dengan NaCl sebagai koagulan.
2. Untuk memberikan informasi kepada masyarakat tentang efektivitas ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) sebagai koagulan alami dalam mengurangi bahaya fosfat.

3. Memberi informasi kepada pembaca mengenai cara ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*).
4. Memberikan informasi bahwa ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) dapat menurunkan kadar fosfat dengan metode koagulasi.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Limbah**

Pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya (Effendi, 2003). Pencemaran air merupakan persoalan yang terjadi di sungai-sungai dan badan-badan air. Sumber pencemaran air disebabkan aktifitas manusia dan dipicu oleh pertumbuhan penduduk. Pada beberapa kota besar di Indonesia, khususnya di Jawa pencemaran air kian meningkat seiring dengan pertumbuhan industri (Suriawira, 2003).

Air limbah (*wastewater*) adalah kotoran dari masyarakat dan rumah tangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum (Sugiharto, 1994). Apabila air limbah tidak ditangani secara baik dapat menimbulkan pencemaran dan dapat menurunkan kualitas air (Rukaesih, 2004).

Menurut Sinegar (2005), sifat air limbah dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu:

##### **a. Sifat Fisika**

Karakter fisik air limbah meliputi temperatur, bau, warna dan padatan. Temperatur menunjukkan derajat atau tingkat panas air limbah yang diterangkan ke dalam skala-skala. Skala temperatur yang biasa digunakan adalah skala Fahrenheit dan skala Celcius. Parameter tersebut sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, dan kehidupan organisme air, sehingga dapat mempengaruhi proses pengolahan.

## b. Sifat Biologi

Mikroorganisme ditemukan dalam jenis yang sangat bervariasi hampir dalam semua bentuk air limbah, biasanya dengan konsentrasi  $10^5$ - $10^8$  organisme/mL. Kebanyakan merupakan sel tunggal yang bebas ataupun berkelompok dan mampu melakukan proses-proses kehidupan (tumbuh, metabolisme, dan reproduksi). Keberadaan bakteri dalam unit air limbah merupakan kunci efisiensi proses biologi. Bakteri juga berperan penting untuk mengevaluasi kualitas air.

## c. Sifat Kimia

Karakter kimia air limbah meliputi senyawa organik dan anorganik. Senyawa organik adalah karbon yang dikombinasikan dengan satu atau lebih elemen-elemen lain (O, N, P, dan H). Senyawa anorganik terdiri atas semua kombinasi elemen yang bukan tersusun dari karbon organik.

## 2.2 Parameter Kualitas Air Limbah

### 2.2.1 Kekeruhan

Kekeruhan merupakan intensitas kegelapan di dalam air yang disebabkan oleh bahan-bahan yang melayang. Kekeruhan perairan umumnya disebabkan oleh adanya partikel-partikel suspensi seperti tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik terlarut, bakteri, plankton dan organisme lainnya. Kekeruhan perairan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air (Ristiati dan Widiyanti, 2007).

Pengaruh ekologis kekeruhan adalah menurunnya daya penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan yang selanjutnya menurunkan produktivitas primer akibat penurunan fotosintesis fitoplankton (Satino, 2010). Menurut Effendi (2003), semakin tinggi nilai padatan tersuspensi maka nilai kekeruhan juga akan semakin tinggi. Akan tetapi tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan.

### **2.2.2 Derajat keasaman (pH)**

Derajat keasaman (pH) merupakan gambaran jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan pH 7 adalah netral, pH < 7 perairan bersifat asam, sedangkan pH > 7 bersifat basa (Effendi, 2003). Nilai pH dapat mempengaruhi senyawa kimia dan toksisitas dari unsur-unsur renik yang terdapat di perairan, selain itu pH juga mempengaruhi nilai BOD fosfat, nitrogen dan nutrisi lainnya (Kunty, dkk., 2007).

Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa membahayakan kelangsungan hidup organisme karena menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Di samping itu pH yang sangat rendah menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat yang bersifat toksik semakin tinggi yang tentunya mengancam kelangsungan organisme akuatik. Sementara itu pH yang tinggi menyebabkan keseimbangan antara amonium dan amoniak dalam air akan terganggu. Kenaikan pH di atas netral meningkatkan konsentrasi amoniak yang juga bersifat sangat toksik bagi organisme. Organisme akuatik dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH yang netral dengan kisaran toleransi antara asam lemah sampai basa lemah. pH yang ideal bagi

kehidupan organisme akuatik pada umumnya berkisar antara 7 sampai 8,5. (Barus, 2004).

Pengukuran pH air dapat dilakukan dengan cara kalorimeter, dengan kertas pH atau dengan pH meter. Pengukurannya tidak begitu berbeda dengan pengukuran pH tanah. Pada pengukuran pH air, yang perlu diperhatikan adalah cara pengambilan sampelnya harus benar sehingga pH yang diperoleh benar (Suin, 2002). Nilai pH air yang normal adalah netral yaitu antara 6 sampai 8, sedangkan pH air yang tercemar misalnya oleh limbah cair berbeda-beda nilainya tergantung jenis limbahnya dan pengolahannya sebelum dibuang (Kristanto, 2002).

### 2.3 Fosfat

Fosfor merupakan golongan VA dalam sistem periodik dengan valensi atomnya  $ns^2np^3$ . Fosfat ( $PO_4^{3-}$ ) merupakan bentuk dari fosfor dalam kondisi asam okso yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (Yunianto, 2005). Fosfat terdapat di dalam air limbah sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat, dan fosfat organik (Alaert, 1987).

Fosfor tidak terdapat dalam bentuk elemen bebas di alam, tetapi terdistribusi secara luas dalam batuan, mineral, tumbuhan, dan makhluk hidup lainnya. Fosfor yang terdapat di alam bebas terutama di air, dominan berada di dalam bentuk senyawa  $PO_4^{3-}$  (fosfat). Oleh sebab itu penggunaan istilah fosfat lebih umum digunakan (Dojlido dan Best, 1993).

Menurut Dewi dan Ali (2003), berdasarkan ikatan kimia dan bentuk fisiknya, senyawa fosfat dibedakan dalam beberapa klasifikasi yaitu ortofosfat, polifosfat, dan fosfat organik. Sedangkan klasifikasi ketiga senyawa tersebut

adalah terlarut, tidak terlarut (tersuspensi) dan total. Fosfor di air dominan berada dalam bentuk  $\text{PO}_4^{3-}$  dengan bilangan oksidasi +5. Bentuk senyawa dari fosfat di air tergantung pada nilai pH yang berbeda-beda, dikarenakan fosfor merupakan asam poliprotik yaitu asam yang dapat memberikan dua atau lebih proton pada ionisasi.

Menurut Lawrence, *et.al.* (2002), air yang mengandung  $\text{P} > 0,015 \text{ mg/L}$  yang tersedia secara biologi dapat menyebabkan eutrofikasi. Eutrofikasi dapat menyebabkan beberapa masalah penting dalam air. Peningkatan populasi tumbuhan dapat menyebabkan turunnya kandungan oksigen terlarut dalam air. Hal ini disebabkan karena menurunnya kadar sinar matahari yang masuk ke dalam perairan sehingga fotosintesis oleh tumbuhan air juga menurun dan lebih lanjut terjadi penurunan kadar oksigen hasil fotosintesis. Selain itu, penurunan kandungan oksigen juga disebabkan karena pada malam hari tumbuhan menggunakan oksigen dalam badan air, serta adanya tumbuhan yang mati dan dekomposisi oleh mikrobia. Kondisi tersebut menurunkan kualitas lingkungan sebagai habitat berbagai spesies ikan dan organisme lain.

Fosfat dalam lingkungan dapat bersumber dari limbah industri dan domestik, seperti fosfat yang berasal dari detergen. Komposisi kimia detergen terdiri dari tiga komponen utama yaitu surfaktan, bahan pembentuk dan bahan-bahan lainnya, misalnya softener (Fachrul, dkk., 2006).

Fosfor dapat membantu pembentukan tulang gigi yang kuat dalam tubuh manusia. Fosfor juga ditemukan pada organ-organ lain di seluruh tubuh dan membantu filter dari ginjal dan memainkan peran penting dalam produksi dan penyimpanan energi dalam tubuh. Dalam bentuk dasarnya, fosfor juga bertanggung jawab untuk menjaga keseimbangan nutrisi lain karena

menggabungkan dengan mineral lain untuk membentuk garam fosfat atau senyawanya (Permata, 2008).

Fosfat berada dalam air limbah dalam bentuk organik. Sebagai ortofosfat anorganik atau sebagai fosfat-fosfat kompleks. Fosfat kompleks mewakili kira-kira separuh dari fosfat air limbah perkotaan dan berasal dari penggunaan bahan-bahan detergen sintesis. Fosfat kompleks mengalami hidrolisa selama pengolahan biologis menjadi bentuk ortofosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). Dari konsentrasi rata-rata fosfor keseluruhan sebanyak 10 mg/L berada dalam air limbah perkotaan, kira-kira 10 % dibuang sebagai bahan tak terpakai selama pengendapan primer dan 10 % hingga 20 % lainnya digabungkan ke dalam sel-sel bakteri selama pengolahan biologis. Sisa yang 70 % dari fosfor yang masuk pada umumnya dilepaskan bersama buangan instalasi sekunder (Budi, 2006).

Pengolahan limbah fosfat dengan cara koagulasi flokulasi mampu memberikan solusi terhadap penurunan fosfat karena selain mampu mengolah secara fisik untuk menurunkan kekeruhan dan menghilangkan warna, koagulasi flokulasi mampu menurunkan konsentrasi fosfat dalam suatu limbah dengan salah satu mekanismenya yang disebut presipitasi. Hal utama yang perlu dipertimbangkan dalam proses penurunan fosfat dengan koagulasi flokulasi ini adalah pemilihan koagulan, dosis dan pH yang sesuai dengan karakteristik air limbah (Caravelli, *et al.*, 2009).

## 2.4 Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi dan flokulasi merupakan istilah yang berasal dari bahasa latin *coagulare* yang berarti bergerak bersama-sama dan *flokulare* yang berarti

membentuk flok yang digunakan untuk menjelaskan agregat partikel-partikel koloid (Metcalf, 1994). Koagulasi adalah destabilisasi partikel yang dihasilkan melalui kompromi lapisan ganda bermuatan listrik yang mengelilingi permukaan partikel. Flokulasi merupakan destabilisasi partikel melalui adsorpsi organik yang diikuti dengan pembentukan partikel-polimer-partikel.

Menurut Darpito (1989), koagulasi merupakan proses yang digunakan untuk pengolahan air, terutama terhadap air permukaan. Proses ini juga diterapkan untuk pengolahan air buangan rumah tangga maupun industri. Koagulasi dilakukan untuk menghilangkan bakteri, warna, rasa, alga/organisme plankton, fosfat sebagai sumber makanan bagi pertumbuhan alga, kekeruhan, bahan organik dan anorganik. Bahan yang dapat mengendapkan partikel-partikel koloid disebut koagulan. Dengan penambahan koagulan, partikel-partikel besar yang disebut flok dapat mengendap karena adanya gaya gravitasi (Kumalasari dan Satoto, 2011).

Koagulan dapat diklasifikasikan menjadi koagulan kimia (contohnya aluminium sulfat, ferri klorida), polimer organik sintesis dan koagulan langsung dari alam (contohnya kitosan, ekstrak tanaman). Beberapa jenis koagulan tersebut digunakan untuk beberapa tujuan tergantung jenis limbah yang digunakan (Ndabigengesere dan Narasiah, 1998).

Mekanisme yang paling mungkin terjadi dalam proses koagulasi adalah adsorpsi dan netralisasi tegangan atau adsorpsi dan ikatan antar partikel yang tidak stabil. Dari kedua mekanisme tersebut, untuk menentukan mekanisme mana yang terjadi merupakan suatu hal yang sangat sukar karena kedua mekanisme koagulasi dengan biji kelor adalah adsorpsi dan netralisasi tegangan (Sutherland, 1994).

Flokulasi merupakan destabilisasi partikel melalui adsorpsi organik yang diikuti dengan pembentukan partikel-polimer-partikel. Proses koagulasi dan flokulasi dapat dijelaskan secara umum yaitu serangkaian proses yang meliputi destabilisasi muatan partikel karena adanya penambahan koagulan. Penyebaran pusat-pusat aktif partikel yang tidak stabil akan saling mengikat partikel-partikel pada air keruh (pembentukan inti endapan) kemudian proses pengendapan flok-flok (penggabungan inti endapan) dan yang terakhir terjadi proses pengendapan flok pada bak pengendapan (Metcalf, 1994).

Tujuan utama dari proses koagulasi dan flokulasi adalah untuk memisahkan koloid yang ada di dalam air baku. Beberapa parameter yang berhubungan erat dengan proses koagulasi dan flokulasi adalah waktu pengendapan, warna kekeruhan dan zat polut total. Koloid ada yang bersifat reversibel atau stabil secara termodinamik (protein, polimer, lemak, sabun) dan ada yang ireversibel/tidak stabil secara termodinamik (lempeng logam oksida, mikroorganisme, semua partikel yang ada dalam air baku). Koloid merupakan partikel yang sangat halus oleh karena itu sangat sulit untuk diendapkan karena membutuhkan waktu yang lama (Metcalf, 1994).

Faktor-faktor yang mempengaruhi koagulasi-flokulasi diantaranya yaitu:

#### 1. Jenis koagulan

Pemilihan jenis koagulan didasarkan pada pertimbangan segi ekonomis dan daya efektivitas dari koagulan dalam pembentukan flok. Koagulan dalam bentuk larutan lebih efektif dibanding koagulan dalam bentuk serbuk atau butiran (Suryadiputra, 1995).

Pada pemilihan koagulan kimia, perlu dilakukan pemeriksaan terhadap karakteristik air baku yang akan diolah yaitu suhu, pH, alkalinitas, kekeruhan, dan warna (Notodarmojo, dkk., 2004).

## 2. Dosis optimum koagulan

Dosis koagulan yang dibutuhkan pada proses koagulasi tergantung pada jenis kekeruhan airnya. Air dengan tingkat kekeruhan tinggi membutuhkan dosis koagulan yang tepat sehingga proses pengendapan partikel koloid pada air keruh berlangsung dengan baik. Pembubuhan koagulan yang sesuai dengan dosis akan menyebabkan proses pembentukan inti flok berjalan dengan baik (Notodarmojo, dkk., 2004).

Dosis optimum koagulan harus ditentukan untuk memperoleh koagulasi yang baik. Dosis optimum mungkin bervariasi sesuai dengan karakteristik dan seluruh komposisi kimiawi di dalam air baku, tetapi biasanya dalam hal ini fluktuasi tidak besar, hanya pada saat-saat tertentu dimana terjadi perubahan kekeruhan yang drastis (waktu musim hujan/banjir) perlu penentuan dosis optimum berulang-ulang (Notodarmojo, dkk., 2004). Menurut Hammer (1996), penentuan dosis koagulan dengan metode *Jar Test* dapat digunakan untuk membantu menentukan dosis dari suatu bahan kimia (koagulan) tertentu yang dibutuhkan pada proses koagulasi.

## 3. Kecepatan Pengadukan

Tujuan pengadukan adalah untuk mencampurkan koagulan ke dalam air. Pengadukan pada proses koagulasi dibutuhkan untuk reaksi penggabungan antara koagulan dengan bahan organik dalam air, melarutkan koagulan dalam air, dan menggabungkan inti-inti endapan menjadi molekul besar (Hammer, 1996). Hal-hal

yang perlu diperhatikan pada proses pengadukan adalah harus benar-benar merata, sehingga semua koagulan yang dibubuhkan dapat bereaksi dengan partikel-partikel atau ion-ion yang berada dalam air. Kecepatan pengadukan sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok. Pengadukan yang terlalu lambat mengakibatkan lambatnya flok terbentuk dan sebaliknya apabila pengadukan terlalu cepat berakibat pecahnya flok yang terbentuk sehingga pengendapan tidak sempurna (Suryadiputra, 1995).

#### 4. Waktu Pengendapan

Menurut Hammer (1996), 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). Waktu pengendapan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengendapkan flok-flok yang terbentuk pada koagulasi.

#### 5. Tingkat kekeruhan

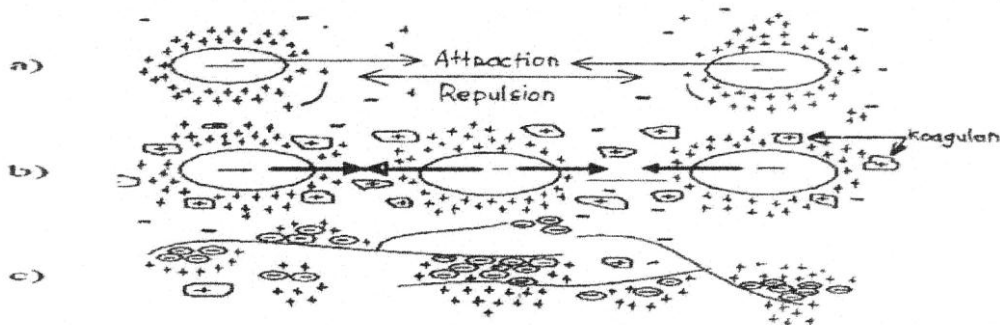
Pada tingkat kekeruhan yang rendah proses destabilisasi akan sukar terjadi. Sebaliknya pada tingkat kekeruhan air yang tinggi maka proses destabilisasi akan berlangsung cepat. Tetapi apabila kondisi tersebut digunakan dosis koagulan yang rendah maka pembentukan flok kurang efektif (Suryadiputra, 1995).

#### 6. Penentuan pH optimum

Proses koagulasi akan berjalan dengan baik bila berada pada daerah pH yang optimum. Koagulasi optimum akan berlangsung pada nilai pH tertentu (pH optimum), dimana pH optimum harus ditetapkan dengan *jar-test* (Notodarmojo, dkk., 2004).

Proses koagulasi memiliki dua langkah yang penting yaitu (Notodarmojo, dkk., 2004):

1. Partikel dalam air sampel yang diolah secara kimiawi untuk membuat keadaan yang tidak stabil. Hal ini termasuk juga dalam penambahan satu atau lebih bahan kimia dalam bak pengadukan cepat.
2. Destabilisasi partikel yang nantinya akan menyebabkan adanya kontak dari masing-masing partikel sehingga terjadi pembentukan agregat dan ini terjadi di bak flokulasi dengan pengadukan lambat.



Gambar 2.1 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, 1996).

Mekanisme koagulasi dan flokulasi terdiri dari 3 tahap, diantaranya yaitu (Hammer, 1996):

1. Partikel koloid dalam air yang bermuatan listrik sama (misalnya negatif), akan saling tolak menolak dan tidak dapat mendekat. Kondisi tersebut disebut stabil.
2. Jika ditambahkan ion logam, misalnya yang berasal dari PAC atau dengan menambahkan biokoagulan seperti *Moringa oleifera*, maka akan terjadi pengurangan gaya repulsi sesama koloid. Kondisi ini disebut destabilisasi koloid,

kondisi ini yang meningkatkan koloid untuk saling mendekat dan membentuk mikroflok.

3. Mikroflok-mikroflok tersebut cenderung untuk bersatu dan membentuk makroflok karena sudah mengalami destabilisasi dan akhirnya mengendap. Oleh karena itu proses koagulasi dan flokulasi dapat terjadi berurutan atau dapat pula terjadi secara bersamaan.

Terdapat tiga tahapan penting yang diperlukan dalam proses koagulasi, yaitu:

a. Tahap pembentukan inti endapan

Pada tahap ini diperlukan zat koagulan yang berfungsi untuk penggabungan antara koagulan dengan polutan yang ada dalam air. Agar penggabungan dapat berlangsung diperlukan pengadukan dan pengaturan pH. Pengadukan dilakukan pada kecepatan 60 sampai 100 rpm selama 15 menit. Pengaturan pH tergantung dari jenis koagulan yang digunakan (Sugiharto, 1987).

b. Tahap flokulasi

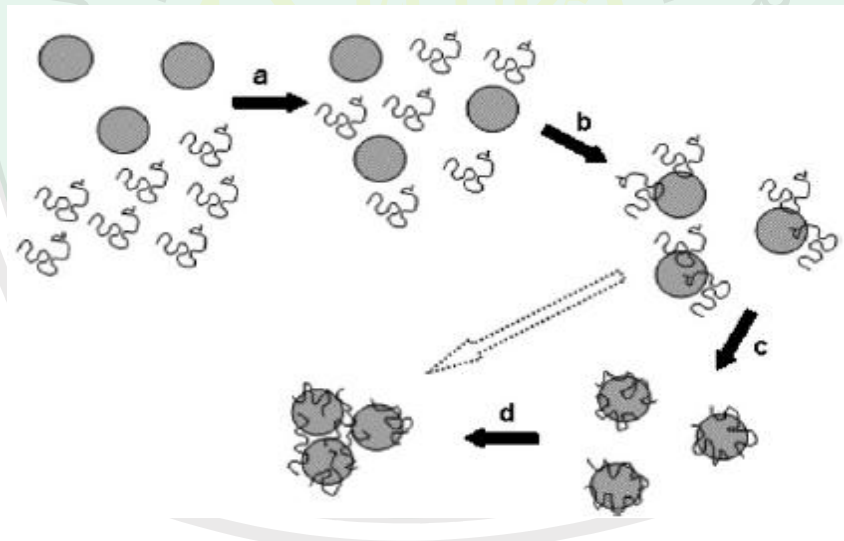
Tahap ini berfungsi untuk membentuk partikel padat yang lebih besar agar partikel dapat diendapkan, dari hasil reaksi partikel kecil dengan bahan atau zat koagulan yang dibubuhkan. Faktor yang mempengaruhi bentuk partikel yang lebih besar adalah kekeruhan pada air baku, tipe dari padatan tersuspensi, pH, bahan koagulan yang dipakai dan lamanya pengadukan (Sutresno, dkk., 2006).

c. Tahap pemisahan flok dengan cairan

Flok yang terbentuk dipisahkan dengan cairannya yaitu dengan cara pengendapan atau pengapungan. Bila flok yang terbentuk dipisahkan dengan cara pengendapan maka dapat digunakan alat Klarifier sedangkan bila flok yang terjadi

diapungkan dengan menggunakan gelembung udara sehingga flok dapat diambil dengan menggunakan Skimmer (Sutresno, dkk., 2006).

Protein kationik dalam biji kelor memiliki pH isoelektrik 10, pada pH isoelektriknya, protein akan memiliki muatan positif dan muatan negatif yang sama. Adanya dua muatan ini akan memaksimalkan proses pengendapan koloid, karena selain partikel-partikel bermuatan negatif, partikel bermuatan positif akan ikut terdestabilkan kemudian mengendap. Proses koagulasi dan flokulasi diawali dengan penambahan koagulan saat pengadukan cepat (Bolto dan Gregory dalam Aslamiah, 2013).



Gambar 2.2 Mekanisme koagulasi dugaan dengan protein kationik (Bolto dan Gregory dalam Aslamiah, 2013).

Pada proses ini protein kationik akan saling berinteraksi membentuk partikel-partikel yang lebih besar. Protein memiliki rantai panjang, satu sisinya mengadsorbsi pada partikel koloid sedangkan sisi lain protein meluas ke dalam larutan. Sisi yang meluas ini memberikan kemungkinan untuk berikatan dengan

koloid lain membentuk jembatan bersama partikel-partikel lain, sehingga terbentuk flok yang lebih besar. Maka pada proses pengendapan, partikel-partikel tersebut akan lebih mudah terendapkan. Hal penting yang harus diperhatikan untuk menjembatani partikel koloid pada proses flokulasi adalah adanya rantai bebas pada partikel koagulan sehingga dapat teradsorb pada partikel koloid yang lain (Bolto dan Gregory dalam Aslamiah, 2013).

### **2.5 Metode *Salting-In***

Metode *salting-in* dilakukan dengan menambahkan garam yang tidak jenuh atau pada konsentrasi rendah, sehingga protein menjadi bermuatan dan larut dalam larutan garam (Aslamiah, 2013).

Hasil penelitian Okuda, *et.al.* (1999., 2001) menyimpulkan bahwa efisiensi koagulasi dapat ditingkatkan dengan mengekstrak komponen aktif yang berada pada biji kelor menggunakan garam (*salt extraction*). Menurut Okuda (1999), penggunaan metode *salt extraction* dengan larutan NaCl 1 M dapat meningkatkan kapasitas koagulasi biji kelor yang lebih tinggi dibandingkan ekstraksi biji kelor dengan air. Namun, penggunaan metode *salt extraction* dapat mengakibatkan peningkatan salinitas air.

Pada penelitian Okuda (2001) dilakukan ekstraksi koagulan dari biji kelor dengan menggunakan pelarut NaCl 1 M. Hasil yang didapatkan adalah 7,4 kali lebih baik daripada koagulan biji kelor tanpa dilakukan ekstraksi. Ekstraksi menggunakan garam ini merupakan mekanisme *salting-in* dimana kekuatan ionik akan naik disebabkan oleh penambahan dan kelarutan komponen aktif koagulan alami.

## 2.6 Kelor (*Moringa oleifera*)

Semua makhluk di jagad raya ini diciptakan bermacam-macam jenis dan ukurannya yang ditundukkan untuk kepentingan manusia atas kehendak Allah SWT. Segala nikmat ini merupakan bukti kekuasaan Allah SWT bagi kaum yang memikirkan ayat-ayat al-Qur'an, mengkajinya, dan melakukan penelitian ilmiah (Mahran, 2006). Hal ini dijelaskan dalam surat Al-Jaatsiyah ayat 13 yang berbunyi:

وَسَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ  
يَتَفَكَّرُونَ ﴿١٣﴾

*"Dan Dia telah menundukkan untukmu apa yang di langit dan apa yang di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir"* (Qs. Al Jaatsiyah: 13).

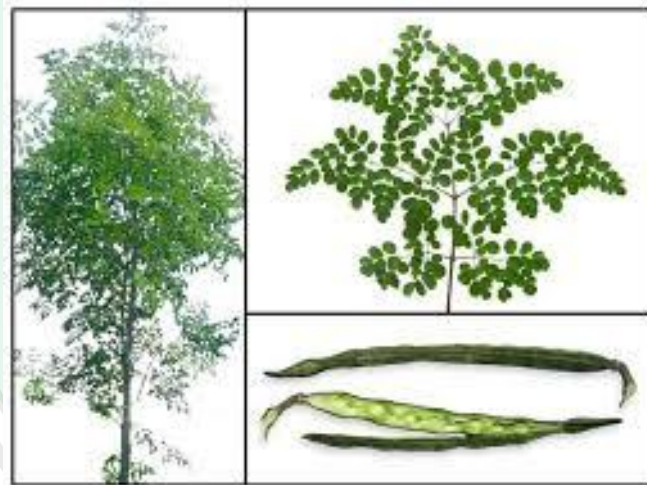
Tumbuhan merupakan salah satu sumber daya alam penting, yang memiliki nilai khusus baik dari segi ekonomi. Tumbuhan yang disediakan oleh Allah SWT sangat banyak dan memiliki manfaat yang cukup banyak agar manusia selalu mengingat akan kekuasaan Allah SWT, sebagaimana yang dijelaskan dalam firman Allah SWT surat asy Syu'ara ayat 7.

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

*"Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik"* (Qs. asy Syu'ara: 7).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah yang Maha Kuasa telah menciptakan tumbuh-tumbuhan yang baik untuk kepentingan manusia sebagai bukti akan kekuasaan-Nya. Shihab (2002) menafsirkan bahwa Allah SWT telah memberikan nikmat-Nya yang amat besar kepada manusia. Oleh karena itu, manusia tidak dibenarkan apabila hanya menikmati saja tanpa mau berfikir dan berusaha untuk meningkatkan kualitas ciptaan-Nya, serta menjaga dan melestarikannya menjadi suatu ilmu pengetahuan yang bermanfaat. Salah satu bentuk pengkajian ayat-ayat Allah adalah dengan melakukan penelitian untuk mengurangi pencemaran fosfat dalam air dengan menggunakan biji kelor.

### 2.6.1 Deskripsi Kelor (*Moringa oleifera*)



Gambar 2.3 Pohon, daun, dan buah kelor (*Moringa oleifera*) (Marcu, 2013).

Klasifikasi tumbuhan kelor adalah sebagai berikut (Cronquist, 1991):

Kingdom	: Plantae
Devisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Dilleniidae
Ordo	: Capparales
Suku	: Moringaceae
Jenis	: <i>Moringa oleifera</i> , LAMK

Tumbuhan kelor (*Moringa oleifera*) adalah jenis tumbuhan perdu yang memiliki ketinggian batang 7-11 m. Tumbuhan ini dapat berkembang biak dengan baik di daerah yang mempunyai ketinggian tanah 300-500 m di atas permukaan laut. Kelor mempunyai pohon yang tidak terlalu besar. Batang pohon kelor berwarna kelabu, sedikit bercabang, dan mudah patah. Daunnya berbentuk bulat telur dengan ukuran kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai. Bunga kelor berwarna putih kekuning-kuningan dan tudung pelepah bunganya berwarna hijau. Buah kelor berbentuk seperti kacang panjang berwarna hijau dan keras serta memiliki panjang 120 cm. Buah kelor menggantung sepanjang 20-45 cm dan isinya sederetan biji bulat, tetapi bersayap tiga (Schwarz, 2000).

Tabel 2.1 Komposisi kimia biji kelor dengan porsi 100 gram

Nama	Jumlah	Satuan
Moisture	86,9	%
Protein	2,5	gram
Lemak	0,1	gram
Serat	4,89	gram
Karbohidrat	3,7	gram
Mineral	2	gram
Ca	30	mg
Mg	24	mg
P	110	mg
K	259	mg
Cu	3,1	mg
Fe	5,3	mg
S	137	mg
Vit A- $\beta$ karoten	0,1	mg
Vit B-kaolin	423	mg
Vit B1-tiamin	0,05	mg
Vit B2-riboflavin	0,07	mg
Vit B3-asam nikotin	0,2	mg
Vit C-asam askorbat	120	mg

Sumber : Hidayat, 2006

Tanaman kelor berkhasiat sebagai obat tradisional, karena mengandung beberapa zat kimia untuk menyembuhkan penyakit. Daun dan akarnya banyak mengandung senyawa protein, vitamin, alkali, asam amino, dan karbohidrat yang dapat juga dijadikan obat. Biji kelor dapat digunakan sebagai penjernih atau koagulan air limbah, dan penyembuh asam urat (Wardhana, 2005).

### **2.6.2 Biji Kelor Sebagai Koagulan**

Menurut Hidayat (2006), biji kelor mengandung banyak protein. Protein dalam biji kelor berperan sebagai koagulan partikel-partikel penyebab kekeruhan. Protein tersebut adalah polielektrolit kationik. Polielektrolit biasanya digunakan sebagai koagulan limbah cair. Polielektrolit membantu koagulasi dengan menetralkan muatan-muatan partikel koloid, tetapi polielektrolit bermuatan sama sebagaimana koloid dapat juga digunakan sebagai koagulan dengan menjembatani antar partikel.

Bahan koagulan biji kelor adalah protein kationik yang larut dalam air. Potensial zeta larutan 5 % biji kelor tanpa kulit adalah sekitar +6 mV (Ndabigengesere, *et.al.*, 1995). Nursiah, dkk., (2002) mengatakan bahwa biji kelor mengandung polielektrolit kationik dan flokulan alamiah dengan komposisi kimia berbasis polipeptida yang mempunyai berat molekul 6000-16000 dalton, mengandung asam amino sehingga dapat mengkoagulasi dan flokulasi kekeruhan air.

Kulit dari biji kelor mengandung molekul protein larut air dengan berat molekul yang rendah. Protein ini akan bermuatan positif jika dilarutkan dalam air. Protein berfungsi seperti bahan sintetik yang bermuatan positif dan dapat digunakan sebagai koagulan polimer sintetik. Ketika biji kelor sudah diolah,

dimasukkan ke dalam air kotor, maka protein yang terdapat dalam kelor akan mengikat partikulat-partikulat yang bermuatan negatif, partikulat tersebut yang menyebabkan kekeruhan. Pada kondisi kecepatan pengadukan yang tepat, partikulat-partikulat bermuatan negatif yang sudah terikat, ukurannya akan membesar dan membentuk flok. Flok tersebut dapat diendapkan dengan gravitasi atau dihilangkan dengan cara filtrasi. Kemampuan biji kelor untuk menjernihkan air dapat bervariasi, tergantung dari keadaan air yang diproses (Sahni dan Srivastava, 2008).

Rahardjanto (2004) menyatakan bahwa biji kelor memiliki sifat yang tidak beracun, dapat diuraikan secara biologis, dan ramah lingkungan. Biji kelor dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisika-kimia air limbah industri tekstil seperti dapat mengurangi turbiditas air limbah sebesar 99,84 %, zat padat total sebesar 75,36 %, amonium sebesar 20,8 %, Cd sebesar 75 %, Pb sebesar 59,05 % dan Cu sebesar 16,15 %. Hasil penelitian Savitri, dkk (2006) menyebutkan bahwa proses penjernihan air dengan biji kelor dapat berlangsung melalui proses fisik (pengadukan dan penyaringan) dan biologis (penggumpalan dan pengendapan) bahkan proses penyerapan.

Pada penelitian Zulkarnain (2008) menyatakan bahwa dosis optimum biji kelor dalam mengkoagulasi kadmium(II) dengan dosis 10-50 ppm adalah 50 ppm, sedangkan waktu pengendapan optimum biji kelor dalam mengkoagulasi kadmium(II) dengan kisaran waktu 15-120 menit adalah 120 menit. Hasil koagulasi menggunakan dosis dan waktu pengendapan maksimum, biji kelor mampu mengkoagulasi kadmium(II) sampai 62 %.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hidayat (2006) bagian biji kelor menunjukkan nilai yang paling tinggi. Biji kelor bagian dalam beserta kulit biji kelor dan biji bagian dalam saja sama-sama memiliki aktivisasi koagulasi. Protein biji kelor yang tidak dikupas kulit bijinya mengandung separuh bagian dibandingkan dengan protein dari bagian biji dalam saja (Ndabigengesere, 1995 dalam Hidayat, 2006). Hasil pengukuran menggunakan metode biuret diperoleh konsentrasi protein dari kulit biji kelor sebesar 15,680 ppm/gram, dari biji yang sudah dikupas sebesar 147,280 ppm/gram, dan biji kelor tanpa dikupas sebesar 73,547 ppm/gram. Oleh karena itu biji kelor yang digunakan sebagai koagulan sebaiknya dikupas terlebih dahulu. Pengupasan biji kelor memang memerlukan waktu yang lebih lama tetapi akan lebih efektif jika dibandingkan dengan menggunakan biji kelor sebagai bahan koagulan tanpa dikupas kulit bijinya.

## **2.7 Spektrofotometer UV-Vis**

Metode spektrofotometri didasarkan pada interaksi antar energi radiasi elektromagnetik dengan molekul pada panjang gelombang UV 180-380 nm dan panjang gelombang 380-780 nm untuk sinar Visible (Hayati, 2007). Interaksi ini dapat menyebabkan elektron dalam keadaan eksitasi dan akan terjadi penyerapan energi radiasi elektromagnetik dengan molekul dan dengan serapan spesifik untuk molekul (Petter, 1974). Spektrofotometer UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometer ini lebih dipakai untuk analisis kuantitatif daripada kualitatif.

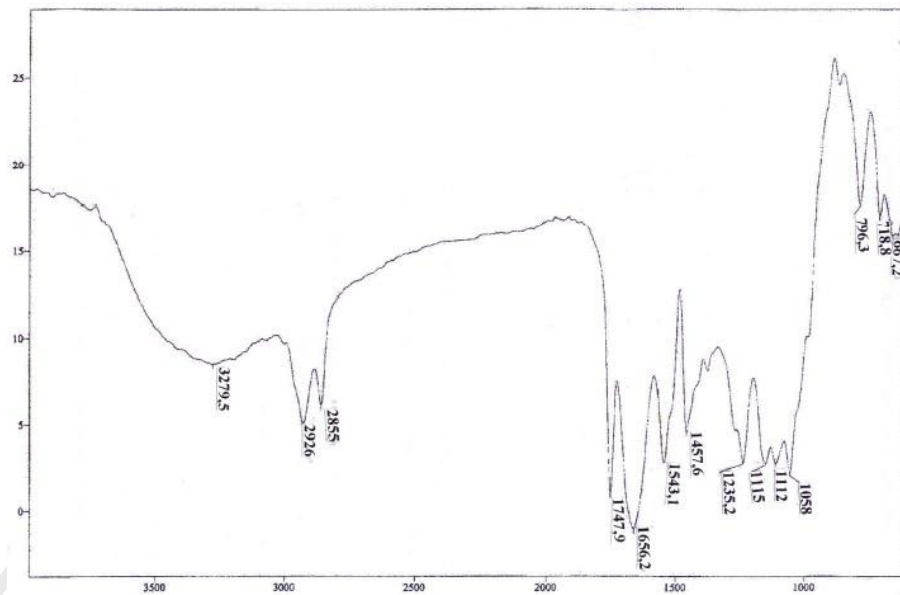
Penelitian Khasanah (2008) menggunakan spektrofotometer HACH 400 dengan metode spektrofotometri stano klorida untuk menentukan panjang

gelombang optimum fosfat. Penentuan panjang gelombang maksimum tersebut dilakukan dengan pengukuran absorbansi senyawa kompleks heterofosfomolibdat pada variasi panjang gelombang 625-780 nm dengan interval 5 nm. Hasil penelitian tersebut didapatkan panjang gelombang maksimum pengukuran fosfat menggunakan HACH 4000 adalah 705 nm ( $A = 0,800$ ) dengan warna komplementer yang ditimbulkan adalah warna biru molibdenum.

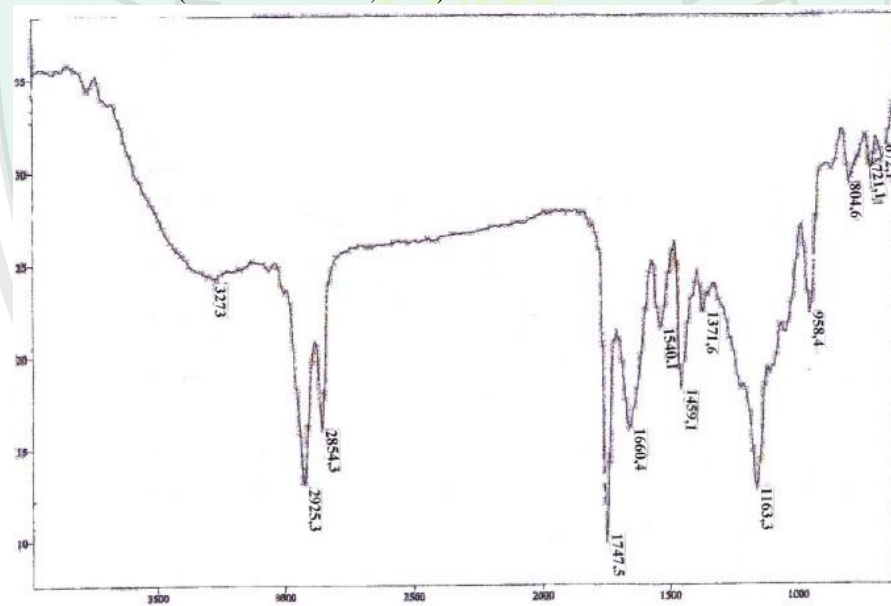
## 2.8 Spektrofotometer Inframerah

Identifikasi menggunakan FTIR bertujuan untuk mendapatkan keterangan keberadaan gugus fungsional dari suatu molekul yang memiliki daerah vibrasi yang khas (Wahyudi, 2004 dalam Zulkarnain, 2008). Pada penelitian terdahulu, untuk mengetahui gugus fungsi pada biji kelor menggunakan FTIR menyebutkan bahwa koagulan dari biji kelor mengandung basa lewis yang berasal dari protein, yaitu munculnya gugus amino pada spektra yang dihasilkan, keberadaan protein ini diharapkan mempunyai peranan penting dalam proses koagulasi (Zulkarnain, 2008).

Pada penelitian Yulianti (2007) menunjukkan bahwa kandungan protein dalam biji kelor cukup besar, hal ini dapat dilihat menggunakan FTIR pada Gambar 2.4 dan Gambar 2.5.



Gambar 2.4 Spektra biji kelor sebelum diinteraksikan dengan fosfat  
(Sumber: Yulianti, 2007).



Gambar 2.4 Spektra biji kelor setelah diinteraksikan dengan fosfat  
(Sumber: Yulianti, 2007).

Pembacaan hasil spektra biji kelor sebelum dan sesudah diinteraksikan dengan fosfat disajikan dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2 Bilangan gelombang biji kelor berdasarkan pengujian dengan spektrofotometri inframerah

No	Range (cm-1)	Intensitas	Gugus Fungsi	Referensi	Bilangan gelombang (cm-1)		Keterangan
					Koagulan	Koagulan + fosfat	
1	355-3250	sedang-lemah	OH dari H yang terikat pada OH	Socrates, 1994	3279	3273	OH dari H yang terikat pada OH
2	2940-2915	sedang-tajam	CH <sub>2</sub> asimetri		2926	2925,3	CH <sub>2</sub> asimetri
3	3000-2800	tajam	C-H simetri, CH aromatik		2866	2854,3	C-H simetri
4	1750-1725	tajam	C=O (ester)		1747,9	1747,5	C=O (ester)
5	1680-1630	tajam	C=O (amida)		1656,2	1660,4	C=O (amida)
6	1590-1500	sedang	NH deformasi dari Amida	Kwaanbwa, 2008	1543,1	1540,1	Amida
7	1480-1150	sedang-tajam	CH <sub>2</sub> bending	Socrates, 1994	1457,6	1459,1	CH <sub>2</sub> bending
8	1390-1370	sedang	CH simetri deformasi		1371,6		CH simetri deformasi
9	1270-1030	tajam	C-O dari aromatik		1235,2		C-O dari aromatik
10	1250-1150	sangat tajam	P=O dari fosfat	Kwaanbwa, 2008		1163,3	P=O dari fosfat
11	1140-820	sedang-tajam	C-O simetri dari eter	Socrates, 1994	1151	-	C-O simetri dari eter
12					1112	-	
13	1058-1030	tajam	alkohol OH primer		1058	-	alkohol OH primer
14	1110-930	tajam	P-N dari vibrasi P-N-C	Kwaanbwa, 2008	-	958,4	P-N dari vibrasi P-N-C
15	860-780	tajam	C-H keluar bidang	Socrates, 1994	796,3	804,6	C-H keluar bidang
16	830-700	sedang-tajam	CH deformasi keluar bidang		718,8	721,1	CH deformasi keluar bidang
17	~655	sedang-tajam	tekuk alkil isotiosianat (N=C=S)	Kwaanbwa, 2008	667,2	672,1	tekuk alkil isotiosianat (N=C=S)

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang pada bulan Februari-April 2015.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

##### **3.2.1 Alat**

Adapun alat-alat yang dapat digunakan pada penelitian ini diantaranya yaitu alat gelas, neraca analitik, cawan porselen, toples, oven, desikator, mortar, *freezer*, *hot plate*, spektrofotometer UV-Vis, spatula, *magnetic stirrer*, *stirrer bar*, *shaker Barnstead*, tisu, pH-meter, *centrifuge*, aluminium foil, dan varian 1000 FTIR.

##### **3.2.2 Bahan**

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, diantaranya yaitu biji kelor, HCl 37 %, NaCl p.a, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96 %, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N, NaOH 0,1 N, akuades, amonium molibdat, larutan stannous klorida, indikator PP, dan kalium dihidrogen fosfat anhidrat.

#### **3.3 Rancang Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan rancang bangun penelitian laboratorium. Sampel yang digunakan adalah larutan fosfat. Sampel yang sudah dibuat, dianalisis parameter kualitasnya (pH dan kadar fosfat) untuk mendapatkan data

kualitas parameter limbah sebelum dilakukan perlakuan koagulasi. Proses koagulasi-flokulasi skala laboratorium dilakukan dengan alat *shaker* dengan penambahan koagulan dari ekstrak NaCl biji kelor. Setelah proses koagulasi, masing-masing sampel limbah dianalisis parameter kualitasnya kembali untuk mendapatkan data kualitas parameter sampel setelah perlakuan koagulasi. Masing-masing perlakuan dilakukan dengan tiga kali ulangan.

Tabel 3.1 Rancangan penelitian penentuan dosis optimum koagulan terhadap parameter kualitas sampel

Parameter	Dosis ekstrak NaCl biji kelor (mL/L)														
	0			20			40			80			160		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
pH															
Kadar fosfat															

Tabel 3.2 Rancangan penelitian penentuan waktu pengendapan optimum terhadap parameter kualitas sampel

Parameter	Waktu Pengendapan (menit)														
	15			30			60			90			120		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
pH															
Kadar fosfat															

Tabel 3.3 Rancangan penelitian penentuan pH optimum sampel terhadap parameter kualitas sampel

Parameter	pH Sampel														
	2			4			6			8			10		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
pH															
Kadar fosfat															

### **3.4 Tahapan Penelitian**

1. Preparasi koagulan alami biji kelor
2. Analisis kadar air koagulan biji kelor
3. Pembuatan larutan stok fosfat
4. Pembuatan kurva standar
5. Ekstraksi biji kelor dengan pelarut NaCl
6. Proses koagulasi dan flokulasi dengan variasi dosis
7. Proses koagulasi dan flokulasi dengan variasi waktu pengendapan pada dosis optimum
8. Proses koagulasi dan flokulasi dengan variasi pH pada dosis dan waktu pengendapan optimum
9. Pengukuran parameter kualitas air pada sampel larutan fosfat sebelum dan sesudah dikoagulasi dengan ekstrak NaCl biji kelor
10. Karakterisasi komponen bioaktif ekstrak NaCl biji kelor dengan FTIR
11. Analisis data

### **3.5 Prosedur Penelitian**

#### **3.5.1 Preparasi Koagulan Alami Biji Kelor**

Buah kelor yang sudah tua diambil bijinya, kemudian dikupas kulit luarnya hingga diperoleh biji kelor yang berwarna putih. Selanjutnya biji kelor yang berwarna putih dihaluskan dengan menggunakan cawan porselen kemudian disimpan di dalam toples yang tertutup rapat.

### 3.5.2 Analisis Kadar Air Koagulan Biji Kelor (AOAC dalam Aslamiah, 2013)

Penelitian analisis kadar air ini dilakukan untuk mengetahui kadar air dalam biji kelor. Cawan disiapkan dan ditimbang terlebih dahulu, kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 100-105 °C selama ± 15 menit untuk menghilangkan kadar airnya. Setelah itu disimpan dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang. Perlakuan yang sama dilakukan sampai diperoleh berat cawan konstan (berat cawan kosong). Biji kelor dihaluskan menggunakan mortar, kemudian ditimbang sebanyak 10 g. Sampel biji kelor tersebut 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 tersebut, setelah itu sampel disimpan dalam desikator selama ± 10 menit dan ditimbang. Perlakuan yang sama dilakukan sampai diperoleh berat konstan. Kadar air dalam sampel biji kelor dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan : a: berat konstan cawan kosong (g)  
 b: berat cawan + sampel sebelum dikeringkan (g)  
 c: berat cawan + sampel setelah dikeringkan (g)

### 3.5.3 Pembuatan Larutan Stok Fosfat 100 ppm

Pembuatan larutan stok fosfat dibuat dengan cara dilarutkan 0,14306 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dengan 100 mL akuades dalam beaker glass. Selanjutnya dipindahkan ke labu ukur 1000 mL kemudian ditanda bataskan dengan akuades dan dihomogenkan.

### **3.5.4 Pembuatan Kurva Standar**

#### **3.5.4.1 Pembuatan Larutan Standar Fosfat**

Larutan stok fosfat 100 ppm dipipet sebanyak 0 mL, 5 mL, 10 mL, 15 mL, 20 mL, 25 mL, 50 mL, dan 75 mL kemudian dimasukkan masing-masing ke dalam labu ukur 250 mL. Setelah itu ditanda bataskan dengan akuades dan dihomogenkan sehingga diperoleh kadar fosfat 0 ppm, 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, 10 ppm, 20 ppm, dan 30 ppm.

#### **3.5.4.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (Khasanah, 2008)**

Larutan standar fosfat 30 mg/L dipipet sebanyak 2 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai 50 mL. Setelah itu ditambahkan reagen amonium molibdat sebanyak 2 mL dan larutan stano klorida sebanyak 5 tetes. Larutan tersebut dikocok dan didiamkan selama 10 menit, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 625-780 nm dengan interval 5 nm. Kemudian dibuat kurva hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang. Nilai panjang gelombang maksimum didapatkan dari nilai absorbansi maksimum.

#### **3.5.4.3 Penentuan Waktu Kestabilan Optimum Senyawa Molibdenum Molibdat (Khasanah, 2008)**

Larutan standar fosfat 30 mg/L dipipet sebanyak 2 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai 50 mL. Setelah itu ditambahkan reagen amonium molibdat sebanyak 2 mL dan larutan stano klorida sebanyak 5 tetes. Larutan tersebut dikocok dan didiamkan selama 10 menit. Selanjutnya, pada menit ke-12 sampai ke 40 dilakukan pengukuran waktu kestabilan optimum dengan interval selama 2 menit. Kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Dibuat kurva hubungan antara nilai absorbansi dan waktu kestabilan.

#### 3.5.4.4 Pembuatan Kurva Standar

Larutan standar fosfat dengan variasi 0 ppm, 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, 10 ppm, 20 ppm, dan 30 ppm masing-masing dipipet sebanyak 2 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai 50 mL. Setelah itu ditambahkan reagen amonium molibdat sebanyak 2 mL dan larutan stano klorida sebanyak 5 tetes. Larutan tersebut dikocok dan didiamkan selama waktu kestabilan optimum, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Selanjutnya dibuat kurva antara nilai absorbansi dan konsentrasi fosfat.

#### 3.5.5 Ekstraksi Biji Kelor dengan Pelarut NaCl

Serbuk biji kelor sebanyak 1 g diekstrak dengan 100 mL NaCl 1 M dengan cara diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit, kemudian dilakukan penyaringan. Filtrat yang dihasilkan digunakan sebagai koagulan.

#### 3.5.6 Proses Koagulasi dan Flokulasi

##### 3.5.6.1 Penentuan Dosis Optimum

Disiapkan lima beaker glass yang berisi 100 mL sampel larutan fosfat. Ditambahkan koagulan (ekstrak larutan NaCl biji kelor) dengan variasi konsentrasi 0 mL/L, 10 mL/L, 20 mL/L, 40 mL/L, 80 mL/L, 160 mL/L dan 320 mL/L. Selanjutnya, kelima beaker glass diletakkan pada slot *shaker*. Pengadukan dilakukan menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit sebagai pengadukan cepat (Okuda, *et al.*, 2001). Setelah tahap pengadukan cepat, dilanjutkan tahap pengadukan lambat. Kecepatan pengadukan diturunkan menjadi 45 rpm selama 30 menit. Kemudian dibiarkan mengendap selama 1 jam (Okuda, *et al.*, 1999). Setelah itu, masing-masing filtrat diambil dengan cara dipipet

sebanyak 2 mL untuk analisa fosfat menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Dosis optimum didapatkan dari hasil penurunan maksimum.

### **3.5.6.2 Penentuan Waktu Pengendapan Optimum**

Beaker glass yang berisi 100 mL sampel larutan fosfat ditambahkan koagulan (ekstrak larutan NaCl biji kelor) dengan konsentrasi dosis optimum. Kemudian diletakkan pada slot *shaker*. Pengadukan dilakukan menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit sebagai pengadukan cepat (Okuda, *et.al.*, 2001). Proses flokulasi termasuk pengadukan lambat, kecepatan pengadukan diturunkan menjadi 45 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat. Larutan dengan dosis optimum dibiarkan mengendap dengan variasi waktu yaitu 5, 15, 30, 60, 90, dan 120 menit (Okuda, *et.al.*, 1999). Kemudian masing-masing filtrat diambil dengan cara dipipet sebanyak 2 mL untuk analisa fosfat menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Waktu pengendapan optimum didapatkan dari hasil penurunan maksimum.

### **3.5.6.3 Penentuan pH Optimum**

Diukur pH sampel dengan variasi pH 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 dengan penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N atau NaOH 0,1 N pada masing-masing sampel. Kemudian ditambahkan dengan dosis optimum ekstrak NaCl biji kelor. Diletakkan pada slot *shaker*. Pengadukan dilakukan menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit sebagai pengadukan cepat. Proses flokulasi termasuk pengadukan lambat, kecepatan pengadukan diturunkan menjadi 45 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat. Larutan dengan dosis optimum dibiarkan mengendap dengan waktu pengendapan optimum. Kemudian masing-masing filtrat diambil dan dipipet sebanyak 2 mL untuk analisa fosfat menggunakan

spektrofotometer UV-Vis. pH optimum didapatkan dari hasil penurunan maksimum.

### **3.5.7 Pengukuran Parameter Kualitas Air Limbah Sebelum dan Sesudah Dikoagulasi dengan Ekstrak NaCl Biji Kelor**

Setelah didapatkan dosis optimum, waktu pengendapan optimum, dan pH optimum, dilakukan pengukuran parameter air limbah yaitu pH dan kadar fosfat. Sampel fosfat dengan pH optimum ditambahkan koagulan dengan konsentrasi dosis optimum, diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit sebagai pengadukan cepat (Okuda, *et.al.*, 2001). Setelah itu dilakukan proses pengadukan lambat dengan cara kecepatan pengadukan diturunkan menjadi 45 rpm selama 30 menit. Larutan dengan dosis optimum dibiarkan mengendap dengan waktu pengendapan optimum. Kemudian masing-masing filtrat diambil untuk pengukuran pH dan kadar fosfat.

#### **3.5.7.1 Pengukuran pH**

Elektroda pada alat pH-meter dibilas beberapa kali dengan akuades kemudian dikeringkan dengan menggunakan tisu. Dipastikan pH-meter sebelum digunakan telah dikalibrasi terlebih dahulu. Sampel larutan fosfat dimasukkan sebanyak 50 mL ke dalam beaker glass 100 mL. Dimasukkan elektroda pada alat pH-meter ke dalam sampel. Dibaca dan dicatat hasil yang muncul pada layar alat pH-meter.

#### **3.5.7.2 Pengukuran Fosfat dengan Metode Stanno Klorida**

Sampel diambil sebanyak 2 mL untuk analisa fosfat. Sampel diletakkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditanda bataskan. Reagen amonium molibdat ditambahkan sebanyak 2 mL dan larutan stano klorida sebanyak 5 tetes. Larutan

didiamkan selama waktu kestabilan optimum sehingga dapat diukur absorbansinya pada panjang gelombang optimum.

### **3.5.8 Karakterisasi dengan FTIR**

Analisis menggunakan FTIR dilakukan pada sampel ekstrak biji kelor sebelum dan sesudah mengkoagulasi air limbah buatan fosfat. Analisis menggunakan FTIR ini dilakukan dengan cara disiapkan sampel larutan ekstrak NaCl biji kelor. Kemudian disentrifuge dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit dan dikeringkan. Sampel sebanyak 1-2 mg dihaluskan secara hati-hati dengan 100 mg KBr. Setelah itu dilakukan pengepresan sehingga menjadi pelet dengan tekanan 80 torr dan dianalisis menggunakan varian 1000 FTIR dengan bilangan gelombang  $4000\text{ cm}^{-1}$ - $400\text{ cm}^{-1}$ .

### **3.5.9 Analisis Data**

Hasil dari penelitian ini disajikan dalam bentuk data dan grafik. Data yang diperoleh diuji dengan menggunakan uji ANOVA. Uji ini dilakukan untuk melihat beda nyata terkecil dari penurunan konsentrasi fosfat setelah diberi ekstrak NaCl biji kelor dengan variasi dosis, waktu pengendapan, dan pH sampel limbah. Pengukuran analisis (pH dan kadar fosfat) dilakukan dengan ANOVA pada tingkat kepercayaan 95 %. Dari hasil tersebut, maka dapat diperoleh dosis koagulan, waktu pengendapan, dan pH koagulasi optimum dalam menurunkan kadar fosfat. Hasil terbaik ditunjukkan apabila didapatkan dosis koagulan serendah mungkin dan penurunan nilai-nilai polutan terbanyak.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu preparasi koagulan, preparasi larutan fosfat, penentuan dosis optimum, penentuan waktu pengendapan optimum, penentuan pH optimum, karakterisasi menggunakan FTIR, dan pemanfaatan biji kelor dalam perspektif islam.

#### **4.1 Preparasi Koagulan**

##### **4.1.1 Analisis Kadar Air Biji Kelor**

Koagulan biji kelor yang digunakan pada penelitian ini berasal dari desa Karanganyar kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Sampel dipilih yang sudah tua di pohon dan kulit bijinya berwarna coklat. Biji kelor yang masih muda mempunyai kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan biji kelor yang sudah tua, sehingga dapat mempercepat pertumbuhan jamur dan menyulitkan proses penumbukan. Sampel dikupas kulit arinya sehingga didapatkan biji kelor berwarna putih. Sampel biji kelor yang dikupas kulit arinya mengandung protein lebih banyak daripada biji kelor yang tidak dikupas (Ndabigengesere, 1995 dalam Hidayat, 2006). Biji kelor tersebut dihaluskan hingga berbentuk serbuk. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk memperluas permukaan sampel biji kelor, sehingga senyawa-senyawa yang terdapat pada koagulan dapat terekstrak dengan baik oleh pelarut.

Biji kelor yang digunakan terlebih dahulu dianalisis kadar airnya untuk mengetahui kadar air dari biji kelor. Kadar air biji kelor ditentukan dengan metode

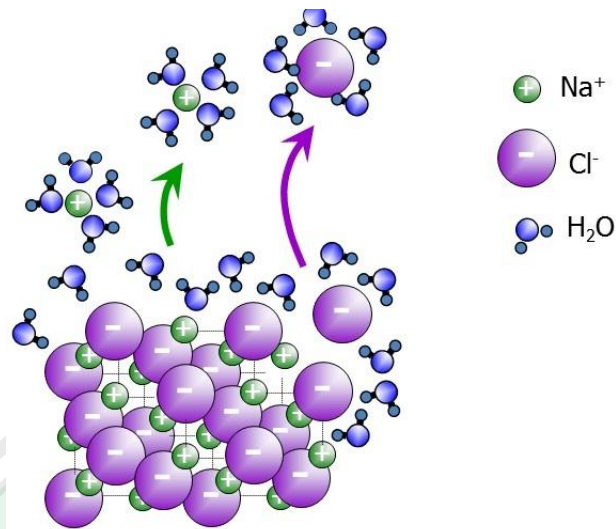
gravimetri dengan cara pemanasan dan penimbangan, yaitu dengan pengurangan berat suatu bahan yang dipanaskan pada suhu 100-105 °C. Pengurangan berat tersebut dianggap sebagai berat air karena air tersebut menguap. Penguapan kandungan air ini dilakukan hingga didapatkan berat konstan (Winarno, 2002).

Kadar air yang diperoleh sebesar 7,361 %. Hasil kadar air ini menunjukkan bahwa sampel biji kelor memiliki kandungan air yang rendah, yaitu kurang dari 10 %. Menurut Winarno (2002), sampel yang mempunyai kadar air dibawah 10 % dapat terhindar dari pertumbuhan jamur yang cepat sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama.

#### **4.1.2 Preparasi Koagulan Larutan Ekstrak NaCl Biji Kelor**

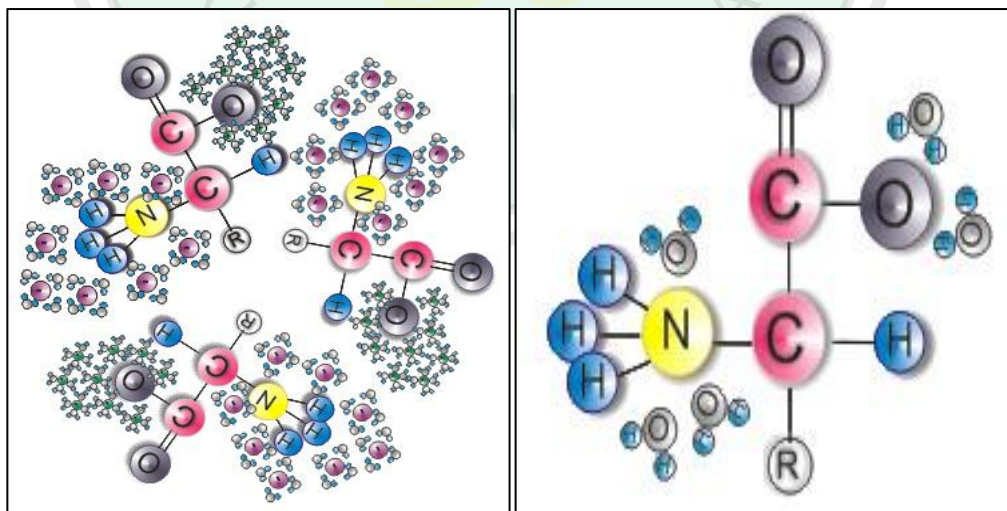
Serbuk biji kelor yang sudah dianalisis kadar airnya diekstrak dengan larutan NaCl. Larutan NaCl digunakan karena menurut Okuda (2001), hasil koagulasi menggunakan ekstrak NaCl dalam biji kelor lebih baik daripada koagulan biji kelor tanpa dilakukan ekstraksi.

Proses pelarutan garam dengan air, molekul-molekul air ( $H_2O$ ) akan menata diri sehingga atom yang memiliki dipol negatif akan mendekati kation  $Na^+$ . Atom hidrogen pada molekul  $H_2O$  yang memiliki dipol positif akan mendekati anion  $Cl^-$ . Hal ini mengakibatkan  $Na^+$  dan  $Cl^-$  mengalami hidrasi sehingga molekul air menarik ion menjauhi kisi. Pelarutan NaCl dalam air dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pelarutan NaCl dalam air (Alberts, *et.al.*, 2002)

Menurut Gultom (2001), sebagian protein kurang larut dalam air namun dapat larut dalam garam. Oleh karena itu diharapkan kelarutan proteinnya semakin tinggi. Perbedaan kelarutan protein dalam air dan dalam garam dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 (a) Dugaan Interaksi Protein dengan NaCl, (b) Dugaan Interaksi Protein dengan Air

Berdasarkan Gambar 4.2 terlihat bahwa protein lebih dapat larut dalam garam. Larutan NaCl yang teridrasi lebih mampu memutus ikatan peptida karena membawa molekul H<sub>2</sub>O lebih banyak daripada larutan air tanpa garam. Protein dalam garam diduga lebih stabil karena asam amino dipertahankan oleh gaya elektrostatis yang menyebabkan asam amino tidak mudah kembali lagi menjadi bentuk protein. Hal ini sesuai pada penelitian Okuda (2001) bahwa serbuk koagulan yang diekstrak tanpa larutan garam, kelarutannya mendekati nol. Sedangkan kelarutannya meningkat seiring bertambahnya konsentrasi garam. Sehingga dapat disimpulkan bahwa komponen aktif (protein) yang digunakan sebagai koagulan kurang larut dalam air tanpa NaCl atau garam lainnya.

## **4.2 Preparasi Larutan Fosfat**

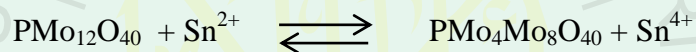
### **4.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum**

Penentuan panjang gelombang ini bertujuan untuk mengetahui panjang gelombang maksimum pengukuran fosfat menggunakan metode spektrofotometri stano klorida dengan spektrofotometer UV-Vis. Larutan fosfat yang digunakan pada penentuan panjang gelombang maksimum diambil dari larutan standar fosfat tertinggi, yaitu 30 ppm. Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan pengukuran absorbansi senyawa kompleks heterofosfomolibdat pada panjang gelombang 625-780 nm dengan interval 5 nm. Panjang gelombang maksimum yang didapatkan merupakan panjang gelombang dengan nilai absorbansi maksimum.

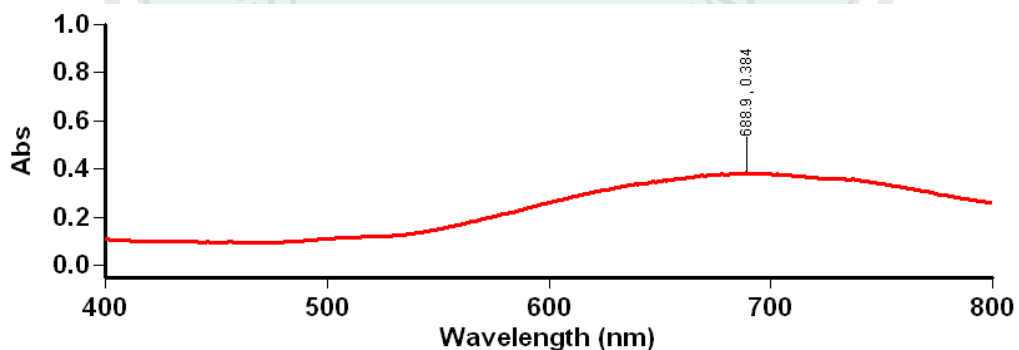
Menurut Radojevie, *et.al.* (1999), reaksi yang terjadi adalah reaksi reduksi oksidasi asam fosfomolibdat oleh timah(II) klorida sehingga membentuk senyawa kompleks heterofosfomolibdat yang menghasilkan warna biru molibdenum. Reaksinya yaitu:



$\text{PO}_4^{3-}$  direaksikan dengan amonium molibdat dalam suasana asam menghasilkan heterofosfomolibdat,  $\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$  direduksi dengan timah(II) klorida menghasilkan senyawa kompleks heterofosfomolibdat  $\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$  yang mengandung molibdenum(VI) oksida dan molibdenum(V) oksida yang mempunyai struktur  $\beta$ -Keggin. Reaksinya yaitu (Khasanah, 2008):



Spektra sinar tampak senyawa heterofosfomolibdat dan panjang gelombang maksimum yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.3.



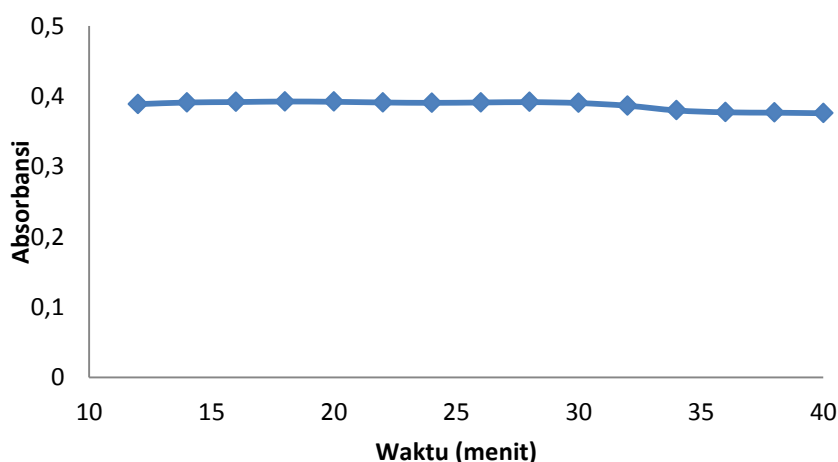
Gambar 4.3 Spektra sinar tampak senyawa kompleks heterofosfomolibdat

Gambar 4.3 menunjukkan panjang gelombang maksimum pengukuran fosfat yang didapatkan adalah 688,9 nm. Warna komplementer yang ditimbulkan

oleh reduksi timah(II) klorida adalah warna biru molibdenum. Warna komplementer biru memiliki panjang gelombang sekitar 650-780 nm (Khopkar, 2003). Pengukuran absorbansi selanjutnya dilakukan pada panjang gelombang absorbansi maksimum yaitu 688,9 nm.

#### 4.2.2 Penentuan Waktu Kestabilan Optimum Senyawa Molibdenum Molibdat

Penentuan waktu kestabilan ini bertujuan untuk mengetahui waktu pembentukan senyawa kompleks heterofosfomolibdat pada panjang gelombang maksimum menggunakan metode spektrofotometri stano klorida dengan spektrofotometer UV-Vis. Larutan fosfat yang digunakan pada penentuan waktu kestabilan maksimum ini diambil dari larutan standar fosfat tertinggi, yaitu 30 ppm. Panjang gelombang yang digunakan untuk analisis waktu kestabilan optimum ini adalah 688,9 nm pada variasi waktu 12-40 menit dengan interval 2 menit. Grafik pengaruh variasi waktu terhadap absorbansi senyawa kompleks heterofosfomolibdat ditampilkan pada Gambar 4.4.

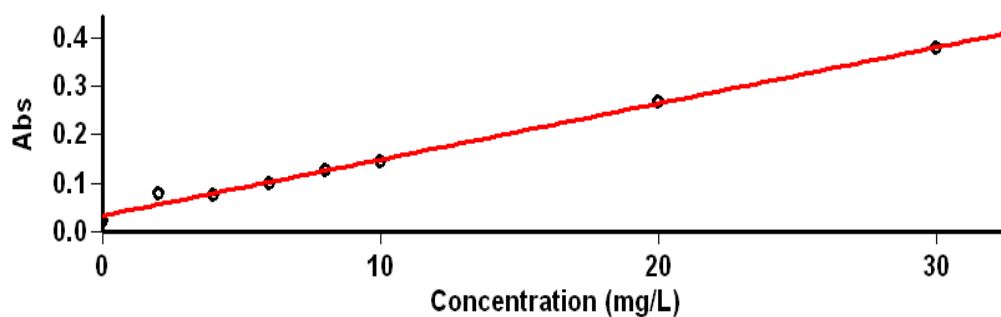


Gambar 4.4 Waktu kestabilan senyawa kompleks heterofosfomolibdat

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa senyawa kompleks heterofosfomolibdat mempunyai kestabilan pada menit ke-20 sampai menit ke-34 setelah pendiaman 10 menit. Nilai absorbansi pada menit ke-12 sampai menit ke-16 terjadi kenaikan diduga karena masih terjadi proses reduksi oleh timah(II) klorida membentuk senyawa kompleks heterofosfomolibdat. Nilai absorbansi pada menit ke-30 sampai menit ke-40 terus menurun diduga senyawa kompleks heterofosfomolibdat sudah tidak terbentuk lagi.

#### 4.2.3 Analisis Kurva Standar

Pembuatan kurva standar ini bertujuan untuk mendapatkan kurva regresi linear yang memiliki nilai  $R^2$  mendekati 1 sehingga baik digunakan sebagai kurva standar. Panjang gelombang yang digunakan untuk analisis kurva standar adalah 688,9 nm dan didiamkan selama waktu kestabilan yang sudah didapatkan yaitu 20-30 menit. Kurva standar yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Kurva standar heterofosfomolibdat

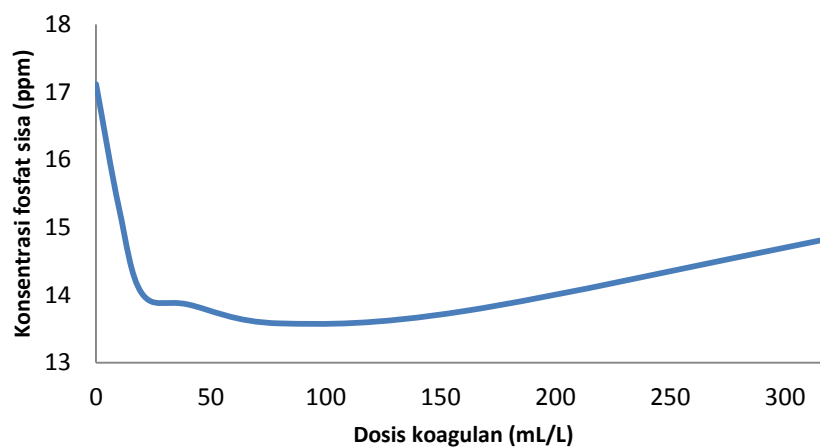
Berdasarkan Gambar 4.5 didapatkan regresi linear yang menyatakan hubungan antara konsentrasi fosfat dan absorbansi fosfat, sehingga didapatkan persamaan garis  $y = 0,01159x - 0,03299$ . Persamaan regresi ini memiliki kemiringan (*slope*) sebesar 0,01159 dengan perpotongan (*intersep*) pada sumbu y

di titik  $-0,03299$ . Taraf kepercayaan terhadap pengukuran atau koefisien regresi yang menunjukkan linearitas kurva sebesar  $0,99309$ . Harga koefisien regresi dalam penelitian ini mendekati 1 yang menandakan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi menjadi sangat linear atau mendekati satu garis lurus, sehingga kurva tersebut dapat dikatakan sesuai dengan hukum Lambert Beer ( $R^2=1$ ).

### 4.3 Penentuan Dosis Optimum

Penentuan dosis optimum ini dilakukan untuk mengetahui dosis optimum ekstrak NaCl biji kelor pada penurunan sampel larutan fosfat dengan proses koagulasi dan flokulasi. Proses koagulasi atau proses pengadukan cepat dilakukan untuk meningkatkan interaksi koagulan dengan partikel sehingga proses koagulasi lebih maksimal, sedangkan proses flokulasi atau proses pengadukan lambat dilakukan untuk membentuk flok dari koagulan (Okuda, dkk., 2001).

Hasil penurunan sampel larutan fosfat yang sudah dianalisis dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Konsentrasi fosfat sisa pada variasi dosis koagulan

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa dari masing-masing variasi dosis koagulan yaitu 0, 10, 20, 40, 80, 160 dan 320 mL/L, yang mampu menurunkan konsentrasi fosfat paling banyak adalah pada dosis koagulan 80 mL/L. Konsentrasi fosfat 17 ppm berkurang menjadi 13,58 ppm dengan penurunan sebesar 20,659 %. Data yang didapatkan diuji statistika dengan menggunakan ANOVA satu arah. Hasil analisis data menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{tabel}$  sehingga  $H_0$  ditolak, yang artinya variasi dosis koagulan ekstrak NaCl biji kelor berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan sampel larutan fosfat setelah koagulasi. Hal ini diperkuat oleh Khasanah (2008) bahwa pemberian biji kelor mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap penurunan konsentrasi fosfat. Selanjutnya dilakukan uji BNT untuk mengetahui beda nyata terkecil pengaruh dari seluruh variasi dosis koagulan (0, 10, 20, 40, 80, 160 dan 320 mL/L) terhadap penurunan konsentrasi fosfat. Nilai BNT yang didapat adalah 1,64875 yang ditunjukkan pada notasi antara dosis koagulan 40 mL/L dan 80 mL/L.

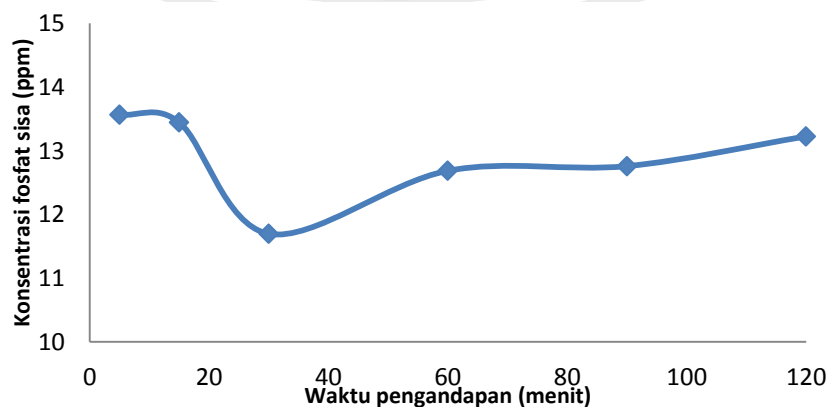
Pada pemberian dosis koagulan 10 mL sampai 80 mL/L terjadi penurunan konsentrasi larutan fosfat yang disebabkan adanya proses koagulasi antara ekstrak NaCl biji kelor dengan fosfat. Terjadinya koagulasi ini disebabkan adanya destabilisasi koloid atau pengurangan gaya tolakan dari koloid fosfat. Destabilisasi koloid dapat terjadi karena adanya penambahan ekstrak NaCl biji kelor yang mempunyai muatan yang berbeda dengan fosfat. Penggumpalan fosfat dengan ekstrak NaCl biji kelor terjadi karena adanya gaya adsorpsi (tarik-menarik) antara polielektrolit kationik ( $NH_3^+$ ) yang terdapat pada biji kelor dengan partikel-partikel fosfat ( $H_2PO_4^-$ ) sehingga akhirnya membentuk jembatan antar muatan partikel dan membentuk agregat yang besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pernitsky (2003)

bahwa mekanisme koagulasi terdiri dari empat proses yaitu penjaringan dalam partikel, adsorpsi, penetralan muatan, dan presipitasi.

Penambahan dosis koagulan lebih lanjut hingga 160 mL/L dan 320 mL/L meningkatkan kembali konsentrasi larutan fosfat. Hal ini diduga karena interaksi biji kelor dengan fosfat semakin melemah. Menurut Raju (1995), interaksi antara biji kelor dengan fosfat mengalami gaya van der Waals yaitu gaya terlemah yang dapat bekerja pada jarak yang tidak dapat menyebabkan pertumpang tindihan atau pengalihan elektron. Gaya ini hanya mempunyai energi yang kecil yaitu sekitar 0,4 sampai 40 kJ/mol yang tidak cukup untuk menghasilkan pemutusan ikatan sehingga ikatan antara fosfat dengan biji kelor terlepas kembali.

#### 4.4 Penentuan Waktu Pengendapan Optimum

Penentuan waktu pengendapan optimum ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama fosfat paling banyak terendapkan oleh biji kelor. Proses ini dilakukan dengan koagulasi dan flokulasi dengan variasi waktu pengendapan yaitu 5, 15, 30, 60, 90 dan 120 menit. Hasil penurunan sampel larutan fosfat yang sudah dianalisis dapat dilihat pada Gambar 4.7.

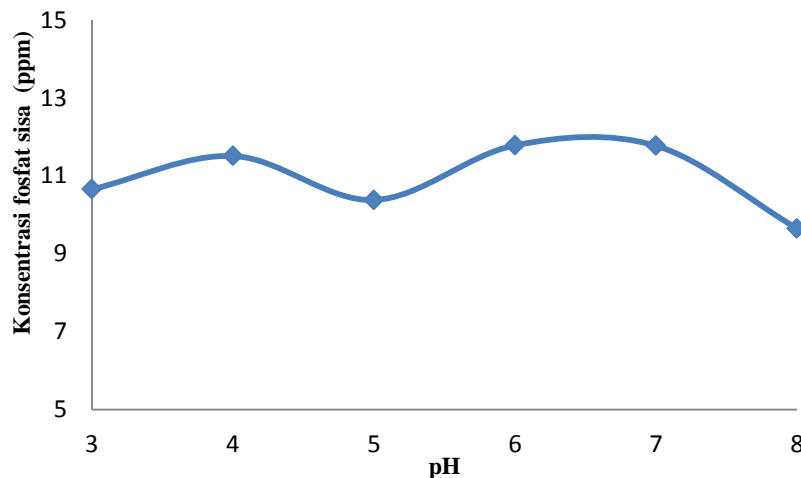


Gambar 4.7 Konsentrasi fosfat sisa pada variasi waktu pengendapan

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa dari masing-masing variasi waktu pengendapan yaitu 5, 15, 30, 60, 90 dan 120 menit, yang mampu menurunkan konsentrasi fosfat paling banyak adalah pada waktu pengendapan 30 menit. Konsentrasi fosfat 17 ppm menurun menjadi 11,697 ppm (persentase penurunan sebesar 31,660 %) pada waktu pengendapan 30 menit. Peningkatan kembali konsentrasi fosfat setelah waktu pengendapan optimum diduga karena lamanya waktu pengendapan akan membuat interaksi antara fosfat dengan biji kelor melemah. Hasil analisis data menggunakan ANOVA satu arah menunjukkan bahwa  $F_{hitung} < F_{tabel}$  sehingga  $H_0$  diterima, yang artinya variasi waktu pengendapan proses koagulasi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan sampel larutan fosfat setelah dikoagulasi.

#### **4.5 Penentuan pH Optimum**

Penentuan pH optimum ini dilakukan untuk mengetahui pada pH berapa fosfat paling banyak terkoagulasi. Proses ini dilakukan dengan proses koagulasi dan flokulasi dengan variasi pH sampel larutan fosfat yaitu 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Konsentrasi fosfat paling sedikit adalah 9,6 ppm pada pH 8, dan konsentrasi fosfat paling banyak adalah 11,7 ppm yaitu pada pH 7. Perubahan konsentrasi sampel larutan fosfat yang sudah dianalisis dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Konsentrasi fosfat sisa pada variasi pH

Hasil penurunan konsentrasi fosfat setelah dilakukan koagulasi dengan variasi pH dapat dilihat bahwa penurunan tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan karena tidak ada perubahan bentuk fosfat dalam rentang pH tersebut yaitu  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan sebagian kecil dalam bentuk  $\text{HPO}_4^{2-}$  (Radojevie, et.al, 2004). Hasil analisis data menggunakan ANOVA satu arah menunjukkan bahwa  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$  sehingga  $H_0$  ditolak, yang artinya variasi pH pada proses koagulasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan sampel larutan fosfat setelah dikoagulasi. Selanjutnya dilakukan uji BNT untuk mengetahui beda nyata terkecil pengaruh dari seluruh variasi pH fosfat (3, 4, 5, 6, 7 dan 8) terhadap penurunan konsentrasi fosfat.

Konsentrasi fosfat pada pH 3-8 tidak terlalu signifikan. Menurut Khasanah (2008), penurunan konsentrasi fosfat setelah diinteraksikan dengan biji kelor dikarenakan pada kondisi basa, ion asam amino dari protein biji kelor akan membentuk senyawa kationik ( $\text{NH}_3^+$ ) sedangkan fosfat dalam suasana asam membentuk senyawa anionik seperti  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  sehingga terjadi gaya tarik menarik

van der Waals antara polielektrolit kationik asam amino dan polielektrolit anionik fosfat.

Hasil perubahan pH sampel setelah dilakukan koagulasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perubahan pH sebelum dan sesudah dilakukan koagulasi

pH awal	pH setelah dikoagulasi
3	3,9
4	5,8
5	6,2
6	6,5
7	7
8	7,7

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa pada pH asam 3-6 setelah dikoagulasi menunjukkan kenaikan pH sampel fosfat, sedangkan pada pH basa yaitu 8 setelah dikoagulasi menunjukkan penurunan pH sampel fosfat. pH 7 setelah dikoagulasi nilai pH tetap konstan. Perubahan pH akhir setelah dilakukan koagulasi terlihat menuju pH netral. Menurut Prihatini (2013), pada koagulasi menggunakan ekstraksi NaCl biji kelor, pH sampel setelah dilakukan koagulasi terlihat menuju pH netral, sedangkan pada koagulasi menggunakan tawas perubahan pH cenderung turun. Sampel pada pH netral mampu menurunkan kekeruhan paling besar yaitu 99,69 %.

Hal ini diperkuat juga oleh Rizqi (2013) bahwa pada pH rendah yaitu 4-7 setelah dikoagulasi menunjukkan kenaikan pH, pada pH tinggi yaitu 9 dan 10 justru mengalami penurunan pH, dan pada pH 8 perubahan pH tidak terjadi. Pada pH asam, protein akan bertindak sebagai basa (akseptor  $H^+$ ) membentuk muatan positif, sehingga pada saat pH asam protein akan bereaksi dengan  $H^+$  dalam air

yang menyebabkan pH air limbah naik. Pada pH basa protein akan bertindak sebagai asam (donor  $H^+$ ) membentuk muatan negatif sehingga Ion  $H^+$  yang dilepaskan oleh protein menyebabkan terjadi penurunan pada pH.

Perubahan dari masing-masing variasi pH sebelum dikoagulasi dan sesudah dikoagulasi tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Hal ini diperkuat oleh penelitian Nugeraha *et.al.*, (2010) yang menunjukkan bahwa secara keseluruhan pH akhir setelah dilakukan koagulasi tidak jauh dengan pH awal sebelum koagulasi.

#### **4.6 Karakterisasi dengan Menggunakan FTIR**

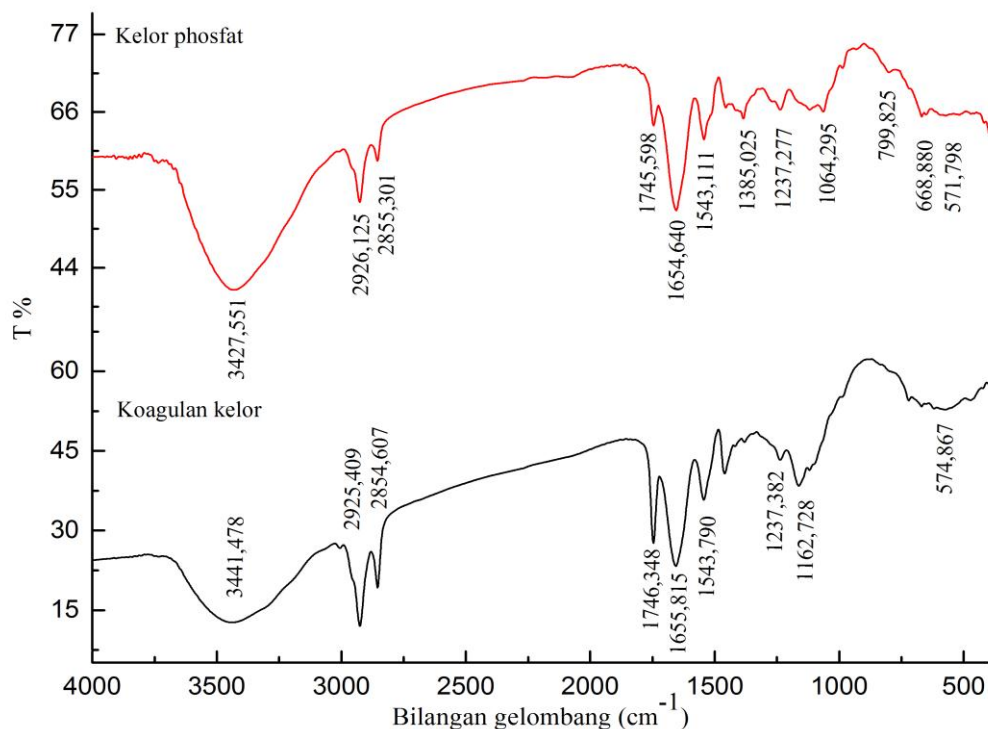
Karakterisasi menggunakan FTIR bertujuan untuk mendapatkan keterangan keberadaan gugus fungsional dari suatu molekul yang memiliki daerah vibrasi yang khas (Wahyudi, 2004). Sampel FTIR yang dianalisis adalah ekstrak NaCl biji kelor sebelum dan sesudah dilakukan koagulasi. Koagulan sampel sebelumnya berupa larutan yang kemudian *disentrifuge* untuk mendapatkan padatan sehingga dapat dianalisis menggunakan FTIR. Dari spektra yang didapatkan, selanjutnya dapat dilihat gugus fungsinya.

Pola interaksi antara protein dari biji kelor dengan NaCl dapat dilihat dengan membandingkan spektra IR Gambar 2.4 dengan Gambar 4.9. Setiap serapan yang muncul pada spektra IR Gambar 4.9 juga terdapat pada Gambar 2.4 yang berarti tidak ada serapan baru sehingga antar serbuk biji kelor dengan NaCl tidak terjadi reaksi kimia melainkan interaksi dipol-dipol atau gaya van der Waals antara protein dari biji kelor dengan NaCl.

Menurut Poedjiadi (2006), asam amino adalah asam karboksilat yang mempunyai gugus amino. Asam amino cenderung mempunyai struktur yang bermuatan dan senyawa yang mempunyai gugus  $\text{-COOH}$  dan  $\text{NH}_2$ , serta memberi serapan pada bilangan gelombang  $2000\text{-}500\text{ cm}^{-1}$ .

Koagulasi fosfat oleh ekstrak NaCl biji kelor diperkirakan terjadi akibat adanya protein dalam biji kelor yang aktif berikatan dengan fosfat. Hal ini perlu dikaji dengan melakukan karakterisasi terhadap ekstrak NaCl biji kelor sebelum dan sesudah diinteraksikan dengan fosfat. Instrument yang digunakan untuk karakterisasi ini adalah FTIR.

Spektra ekstrak NaCl biji kelor sebelum dan sesudah dilakukan koagulasi dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Perbandingan spektra ekstrak NaCl sesudah dan sebelum diinteraksikan dengan fosfat

Gambar 4.9 dapat dilihat adanya vibrasi uluran dalam biji kelor sebelum dan sesudah diinteraksikan dengan fosfat. Bilangan gelombang pada spektra biji kelor sebelum dan sesudah diinteraksikan dengan fosfat mengalami pergeseran. Uluran O-CH<sub>3</sub> asimetri ditunjukkan pada bilangan gelombang 2925 cm<sup>-1</sup> menjadi 2926 cm<sup>-1</sup> setelah diinteraksikan dengan fosfat, dan uluran CH pada serapan tajam dengan bilangan gelombang 2854,6 cm<sup>-1</sup> bergeser menjadi 2855,3 cm<sup>-1</sup>.

Parameter lain menunjukkan adanya interaksi antara biji kelor dengan fosfat adalah munculnya vibrasi tekuk, yaitu tekukan H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> pada bilangan gelombang 1064,2 cm<sup>-1</sup>, tekukan C-H keluar bidang pada bilangan gelombang 799,8 cm<sup>-1</sup>, dan tekukan P-N-C pada bilangan gelombang 668,8 cm<sup>-1</sup>. Vibrasi tekukan baru tersebut adalah vibrasi yang diakibatkan gugus aktif dalam biji kelor yang telah diinteraksikan dengan senyawa dalam fosfat. Setiap serapan pada spektra IR koagulan sebelum diinteraksikan dengan fosfat juga muncul pada spektra IR koagulan sesudah diinteraksikan dengan fosfat, yang berarti tidak ada serapan baru, sehingga tidak terjadi reaksi kimia melainkan interaksi dipol-dipol atau gaya van der Waals antara ekstrak NaCl biji kelor dengan fosfat.

Hasil bilangan gelombang dapat dilihat hasil pembacaannya pada Tabel

4.2.

Tabel 4.2 Hasil bilangan gelombang menggunakan FTIR

No	Range (cm <sup>-1</sup> )	Intensitas	Gugus Fungsi	Referensi	Bilangan gelombang (cm-1)		Keterangan	
					Koagulan	Koagulan + fosfat		
1	4000-3200	sedang	Uluran OH	Socrates, 1994	3441,4	3427,5	Uluran OH	
2	2960-2840	sedang-tajam	Uluran O-CH <sub>3</sub> asimetri		2925,4	2926,1	Uluran O-CH <sub>3</sub> asimetri	
3	2962-2885	tajam	Uluran C-H		2854,6	2855,3	Uluran C-H	
4	1800-1740	tajam	Uluran C=O dari asam karboksilat		1746,3	1745,5	Uluran C=O dari asam karboksilat	
5	1655-1610	sedang	Uluran C=O		1655,8	1654,6	Uluran C=O	
6	1570-1515	sedang	Uluran NH dari ikatan hidrogen amida	Kwaanbwa, 2008	1543,7	1543,1	Uluran NH dari ikatan hidrogen amida	
7	1470-1435	sedang-tajam	Uluran CH <sub>2</sub> bending	Socrates, 1994	1460	1456,1	Uluran CH <sub>2</sub> bending	
8	1380-1280	sedang	Uluran OH dari asam karboksilat		1237,3	1237,2	Uluran OH dari asam karboksilat	
9	1300-1000	sedang	Uluran CO		1162,7	1118,9	Uluran CO	
10	1110-930	sedang	Uluran H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>			1064,2	Uluran H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	
11	860-780	sedang	C-H keluar bidang			799,8	C-H keluar bidang	
12	750-660	sedang	Tekukan P-N-C			668,8	Tekukan P-N-C	
13	~655	sedang	Uluran isotiosianat (N=C=S)			574,8	571,7	Uluran isotiosianat (N=C=S)

Pergeseran bilangan gelombang ini menunjukkan adanya interaksi antara biji kelor dengan fosfat karena menurut Khoiroh (2008), adanya pergeseran bilangan gelombang menjadi salah satu parameter bahwa terjadi interaksi antara biji kelor dengan fosfat.

#### 4.7 Pemanfaatan Biji Kelor dalam Perspektif Islam

Penelitian ini merupakan salah satu upaya pemanfaatan sumber daya alam yang berkontribusi terhadap penyelamatan lingkungan yang telah tercemar, terutama air. Pencemaran air dapat disebabkan karena adanya kandungan fosfat. Pencemaran air oleh fosfat dapat menimbulkan penyakit seperti gatal, kanker, dan kematian. Kerusakan alam yang terus meningkat ini disebabkan oleh ulah manusia yang tidak mensyukuri nikmat Allah SWT. Oleh karena itu, semua sumber daya alam yang diberikan oleh Allah SWT wajib disyukuri. Salah satu bentuk rasa syukur kepada Allah SWT adalah dengan cara menjaga dan memelihara sumber daya alam yang ada. Hal ini dijelaskan dalam Al-Qur'an surat al-A'raaf/7 ayat 56.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ

مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik” (Qs. Al-A'raf/ 7 : 56).

Air bersih di berbagai daerah semakin sulit didapatkan. Air dapat dikatakan tidak bersih karena air tersebut telah tercemar. Salah satu penyebab air menjadi

tercemar adalah adanya fosfat berlebih dalam air. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan proses koagulasi untuk mengurangi kadar fosfat dalam air dengan menggunakan koagulan. Koagulan yang digunakan adalah ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*) karena selain dapat menjernihkan air, biji ini tidak berbahaya bagi kesehatan, ekonomis, dan ramah lingkungan.

Allah SWT berfirman dalam surat Asy Syu'araa/26 ayat 7 yang berbunyi:

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

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?” (Asy Syu'araa/26: 7).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik bagi makhluk-Nya. Tumbuh-tumbuhan tersebut dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai macam keperluan seperti bahan makanan, penjernih air, dan obat-obatan.

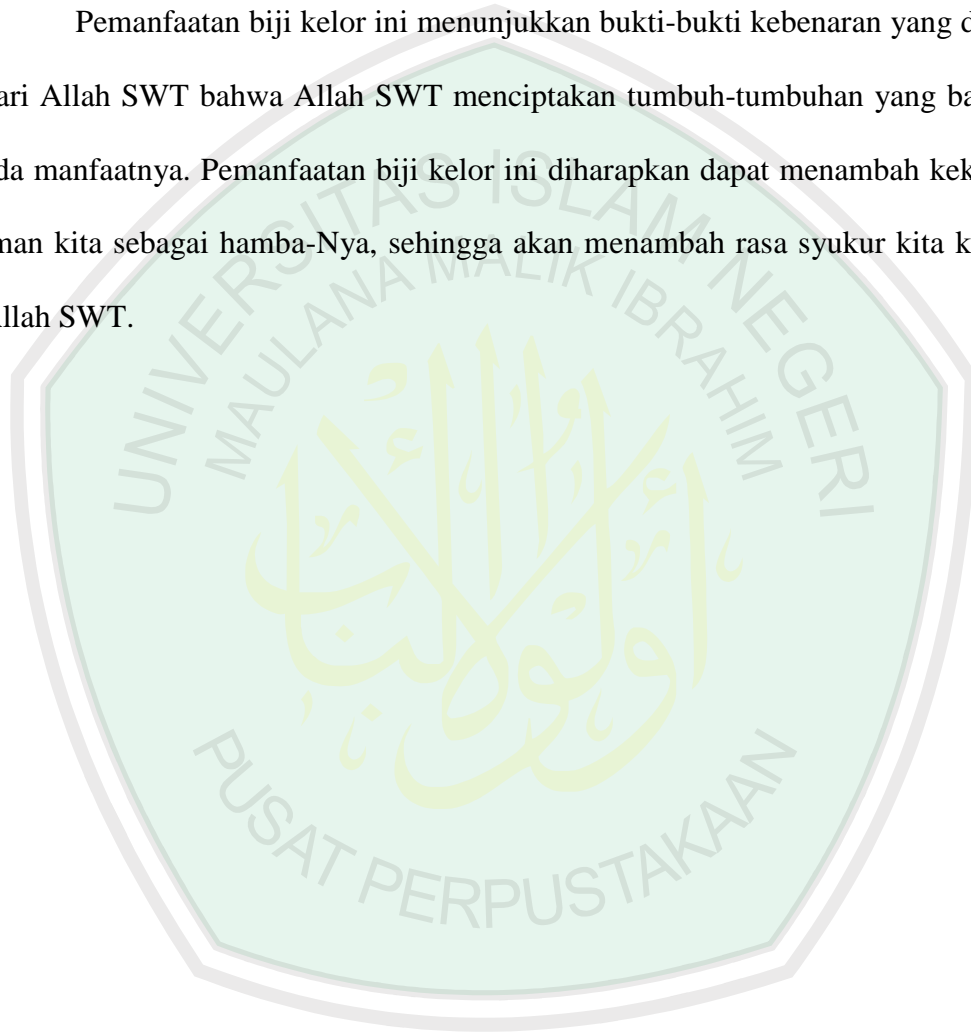
Berdasarkan penelitian ini, ekstrak NaCl biji kelor mampu mengurangi kadar fosfat sehingga dapat mengurangi pencemaran air. Biji kelor yang awalnya hanya digunakan sebagai makanan, ternyata dapat digunakan sebagai koagulan dalam mengurangi pencemaran air. Hal ini seperti dalam surat Asy Syu'araa/26 ayat 7 yang menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan tumbuh-tumbuhan yang baik.

Allah SWT berfirman dalam surat Ali Imran ayat 191 yang berbunyi:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ  
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

*“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah SWT sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka”*

Pemanfaatan biji kelor ini menunjukkan bukti-bukti kebenaran yang datang dari Allah SWT bahwa Allah SWT menciptakan tumbuh-tumbuhan yang baik itu ada manfaatnya. Pemanfaatan biji kelor ini diharapkan dapat menambah kekuatan iman kita sebagai hamba-Nya, sehingga akan menambah rasa syukur kita kepada Allah SWT.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Hasil koagulasi sampel fosfat dengan koagulan ekstrak NaCl biji kelor (*Moringa oleifera*), memiliki dosis optimum koagulan yaitu 80 mL/L dengan konsentrasi fosfat awal 17 ppm menjadi 13,58 ppm (penurunan sebesar 20,659 %). Waktu pengendapan optimum adalah 30 menit dengan penurunan menjadi 11,697 ppm (31,660 %). Perlakuan variasi pH menunjukkan bahwa perubahan pH dari masing-masing variasi menuju ke pH netral. Hasil spektra ekstrak NaCl biji kelor yang sudah diinteraksikan dengan fosfat menunjukkan adanya gugus dari protein yang diduga berperan sebagai koagulan.

#### **5.2 Saran**

Biji kelor yang diduga mengandung protein sebagai koagulan, memiliki kandungan lemak dengan konsentrasi yang cukup tinggi. Lemak diduga dapat mengganggu proses penarikan protein oleh NaCl dalam proses ekstraksi. Sehingga proses delipid bisa dilakukan untuk meningkatkan efektivitas koagulan dalam menurunkan kadar fosfat.

## DAFTAR PUSTAKA

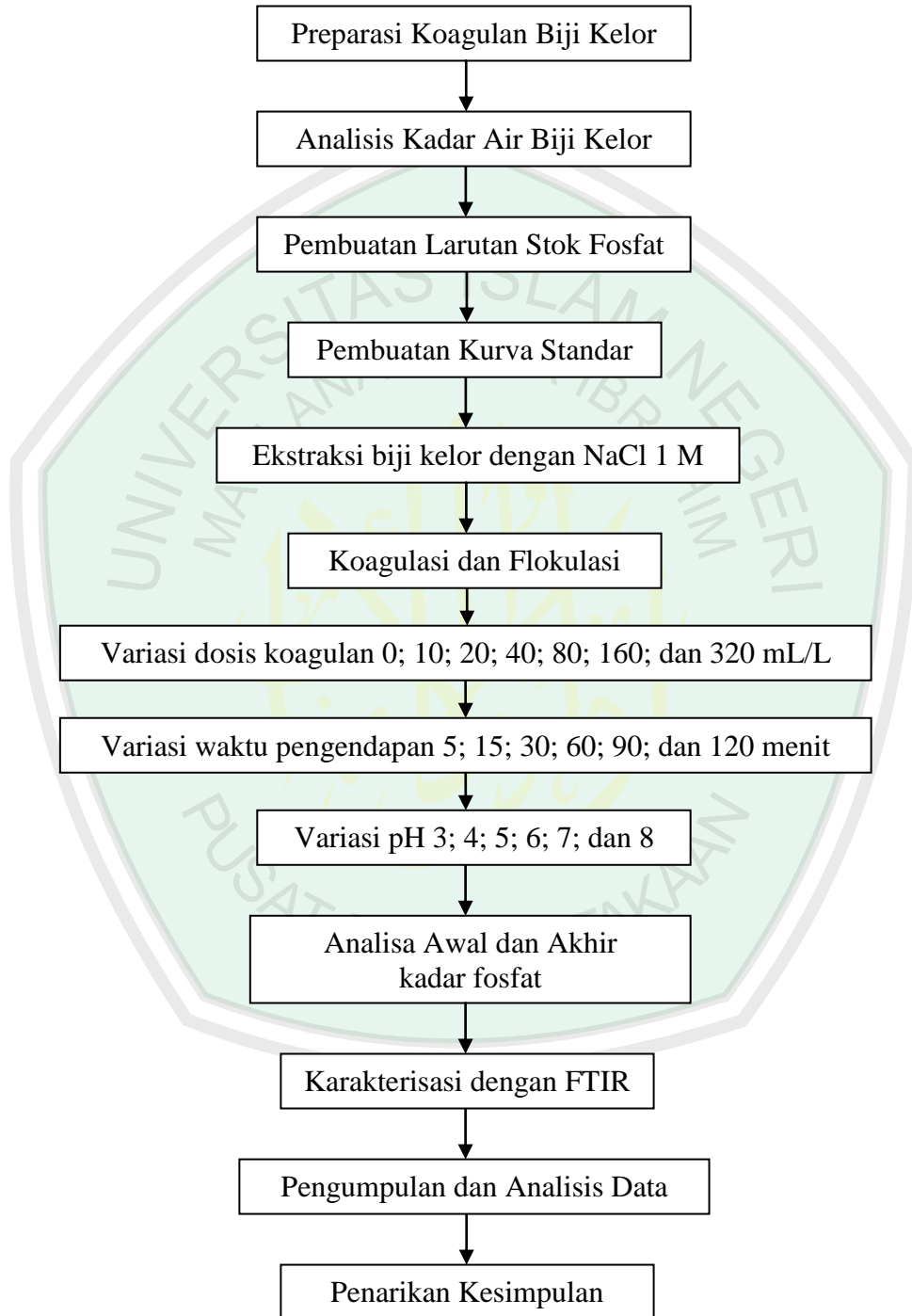
- Alaerts dan Santika S.S. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- AOAC. 1970. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists*. Washington D.C: Association of Official Analytical Chemists.
- Aslamiah, S.S. 2013. Aktivitas koagulasi Ekstrak Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) dalam Larutan NaCl terhadap Limbah Cair IPAL PT. SierPier Pasuruan. *Skripsi*. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
- Budi, S.S. 2006. Penurunan Fosfat dengan Penambahan Kapur (LIME), Tawas, dan Filtrasi Zeolit Pada Limbah Cair (Studi Kasus RS Bethesda Yogyakarta). *Tesis*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Caravelli, A.H., Contreras, E.M., dan Zaritzky, N.E. 2009. Phosphorus Removal in Batch Systems Using Ferric Chloride in the Presence of Activated Sludge. *Journal of Hazardous Materials* 177.
- Clesceri L.S., EG Arnorld.R.R., dan Trusseland A.H.F.M. 1989. *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 17<sup>th</sup> Ed, Washington: AWWA and APLF.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fachrul, Melati F, Herman H, dan Anita A. 2006. Distribusi Nitrat, Fosfat, dan Ratio N/P di Perairan Teluk Jakarta. Seminar Nasional Penelitian Lingkungan. Bandung: Perguruan Tinggi IATPI-Teknik Lingkungan ITB.17-18 Juli 2006.
- Hammer. 1997. *Water and Wastewater Technology*, 2<sup>nd</sup> Ed. New York: John Willey and Son Inc.
- Hayati, E K. 2007. *Buku Ajar Kimia Spektroskopi*. Malang: UIN Malang.
- Hidayat, S. 2006. Pemberdayaan Masyarakat Bantaran Sungai Lematang dalam Menurunkan Kekeruhan Air dengan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Upaya Pengembangan Proses Penjernihan Air. *Disertasi* Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang.
- Khasanah, U. 2008. Efektivitas Biji Kelor (*Moringa oleifera*, LAMK) sebagai Koagulan Fosfat dalam Limbah Cair Rumah Sakit (Studi Kasus di RSU Dr. Saiful Anwar Malang). *Skripsi*. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.

- Khusnuriyani, A. 2008. Mikroba Sebagai Agen Penurun Fosfat Pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit. Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Khopkar. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Kummerer, K. 2007. Drugs in the Environment: Emission of Drugs, Diagnostic Aids and Sisinfectants into Wastewater by Hospitals in Relation to Other Sources-a Review, Institute of Environmental Medicine and Hospital Epidemiology. Germany: University Hospital Freiburg. [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov). (diunduh pada tanggal 21 Februari 2014).
- Lawrence, J.R., Thomas R.New, dan Kelvin C.M. 2002. *Colonization, Adhesion, Agregation, and Biofilm*. Manual of Environmental Microbiology, 2<sup>nd</sup> Ed. Washington, D.C: ASM Press.
- Marcu, M.G. 2013. Moringa Oleifera Contains More Than 92 Nutrients and 46 Types of Antioxidants. <http://www.thehealingspot.com/page.asp?id=34>. (diunduh pada tanggal 11 April 2014).
- Marunung, T.dkk. 2012. Efektivitas Biji Kelor (*Moringa oleifera*) pada Pengolahan Air Sumur Tercemar Limbah Domestik. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S*. Vol 8, No.1. Jakarta: Universitas Satya Negara Indonesia.
- Metcalf. 1994. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. New York: M.C. Graw-Hill Companies Inc.
- Ndabigengesere, A, Narasiah, K.S, dan Talbot, B.G. 1995. Active Agents and Mechanism of Coagulation of Turbid Water Using *Moringa oleifera*. *Water Research*. Vol 29, No.2:703-710. England: Pergamon Press.
- Nugeraha., Sumiyati. S., dan Samudro. G. 2010. Pengolahan Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara Menggunakan Biji Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Teknik Lingkungan*. Semarang: UNDIP.
- 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., Baes,A. U., Nishijima, W., dan Okada, M. 2001. Isolation and Characterization of Coagulant Extracted from *Moringa oleifera* Seeds by Salt Solution. *Water Research*. Vol 35 No.2. England: Pergamon Press.
- Peraturan Menteri Kesehatan No.416 tahun 1990. Syarat dan Pengawasan Kualitas Air. [ppl.depkes.go.id/\\_asset/\\_regulasi/55\\_permenkes%20416.pdf](http://ppl.depkes.go.id/_asset/_regulasi/55_permenkes%20416.pdf). (diunduh pada tanggal 11 April 2014).

- Pernitsky, D.J. 2003. Coagulation 101. *Paper Tech Trans Conferences*. Alberta: Associated Engineering.
- Petter, DG., Hayes, J.M., and Heiffjeb, G.M., 1974. *Chemical Operation and Measurement*, First Edition, Philadelphia: W.B. Saunders,Co.
- Plummer, D.T. 1978. *An Introduction to Practical Biochemistry*. 2nd Ed. London: McGraw-Hill Book Company.
- Prihatini, Y. 2013. Efektivitas Ekstrak Larutan NaCl Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Tanpa Lemak sebagai Koagulan Air Sungai Bengawan Solo. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Jurusan Kimia. UIN Malang.
- Rizqi, W. 2013. Pemanfaatan Larutan Ekstrak NaCl Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Koagulan Alami pada Limbah Cair PT Cheil Jedang. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Jurusan Kimia. UIN Malang.
- Sugiharto. 1994. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: UI Press.
- Sutherland, J.P, G.K., Folkard, M.A. Mtawali., and W.D. Grant. 1994. *Moringa oleifera* as a Natural Coagulant. *20<sup>th</sup> WEDC Conference*, Affordable Water Supply and Sanitation. Colombo and Srilangka.
- Socrates, G. 1994. *Infra Red Characteristic Group Frequencies Table and Charts*, 2<sup>nd</sup> Ed. London: University of London.
- Utami, S.D.R. 2010. 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. *Skripsi*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS.
- Wardhana, W. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Yunianto, D. 2005. Studi Efisiensi Sistem Pengolahan Limbah Cair di RSU Dr. Saiful Anwar Malang Terhadap Parameter BOD, COD, TSS, dan Phosphat. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Jurusan Teknik Pengairan FT Universitas Brawijaya.
- Zulkarnain. 2008. Efektivitas Biji Kelor (*Moringa oleifera*) dalam Mengurangi Kadar Kadmium(II). *Skripsi*. Malang: Jurusan Kimia. UIN Malang.

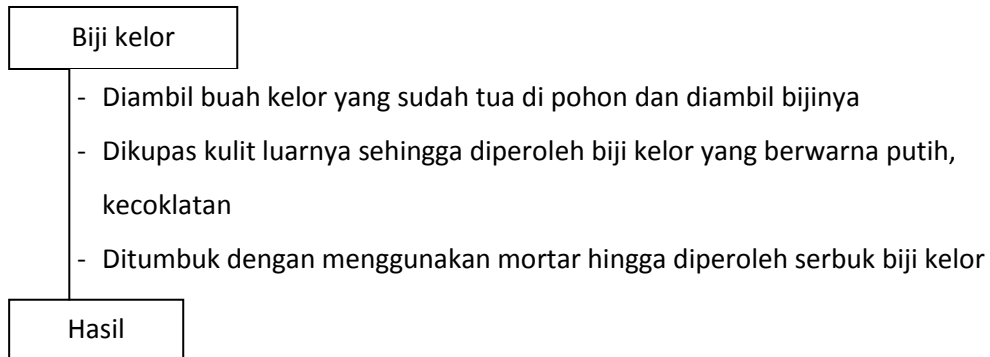
## LAMPIRAN

### L.1 Skema Kerja Penelitian

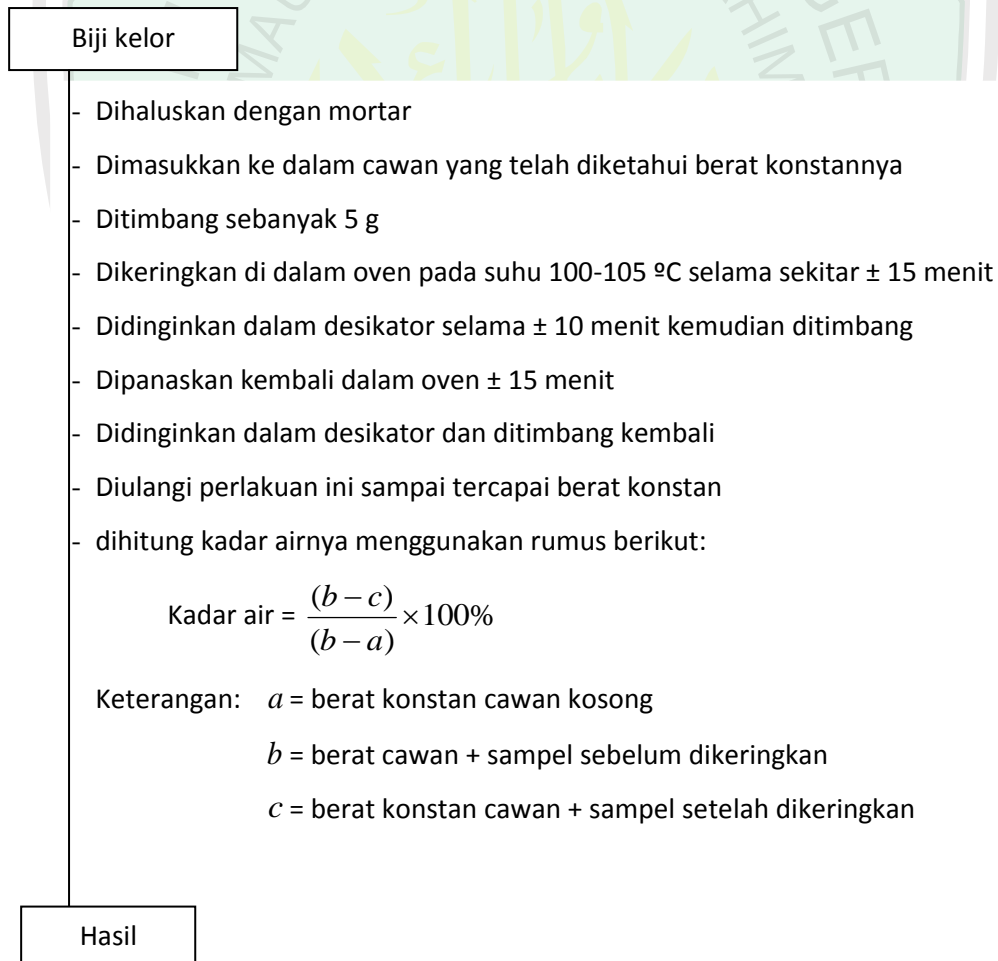


## L.2 Skema Kerja

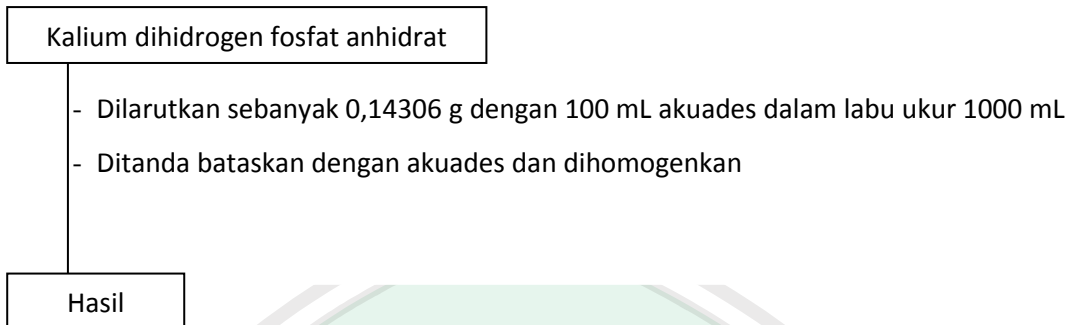
### L.2.1 Preparasi Koagulan Ekstrak Larutan NaCl Biji Kelor



### L.2.2 Analisis Kadar Air Koagulan Biji Kelor (AOAC,1990)

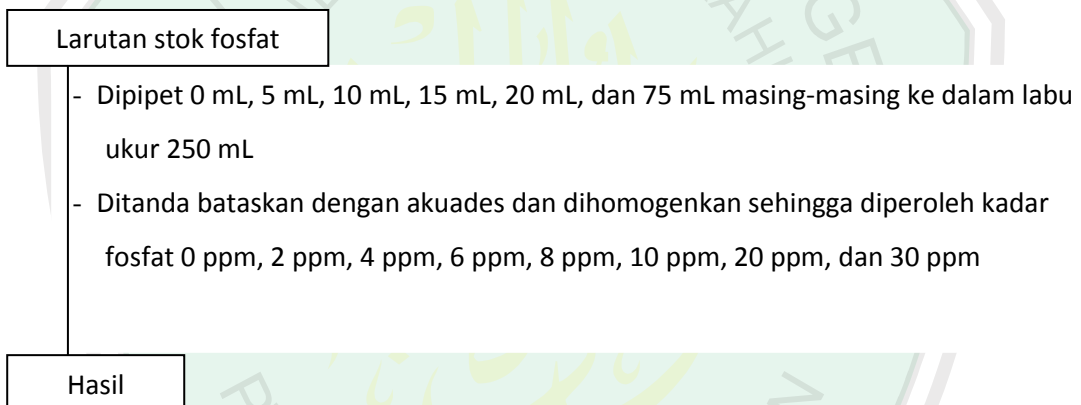


### L.2.3 Pembuatan Larutan Stok Fosfat 100 ppm (SNI, 2005)

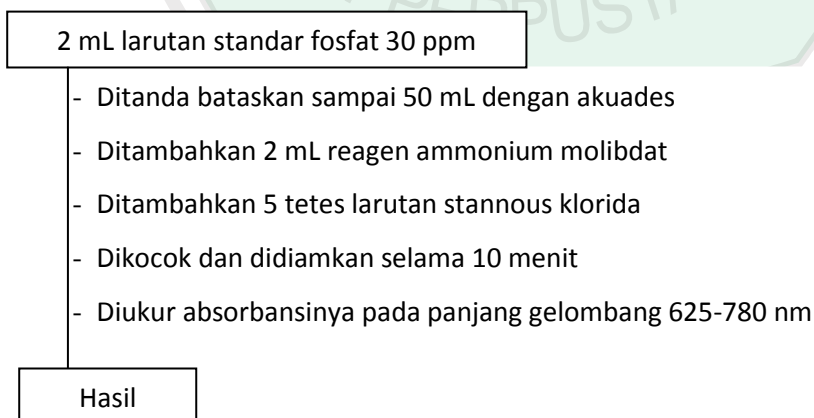


### L.2.4 Pembuatan Kurva Standar

#### L.2.4.1 Pembuatan Larutan Standar Fosfat



#### L.2.4.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum



#### L.2.4.3 Penentuan Waktu Kestabilan Optimum Senyawa Molibdenum Molibdat

2 mL larutan standar fosfat 30 ppm

- Ditanda bataskan sampai 50 mL dengan akuades
- Ditambahkan 2 mL reagen ammonium molibdat
- Ditambahkan 5 tetes larutan stannous klorida kemudian dikocok
- Didiamkan selama 10 menit
- Dianalisis dengan spektrofotometri UV-Vis selama selang waktu 1-30 menit dengan interval 2 menit

Hasil

#### L.2.4.4 Pembuatan Kurva Standar

2 mL larutan standar fosfat 2 ppm

- Ditanda bataskan sampai 50 mL dengan akuades
- Ditambahkan 2 mL reagen ammonium molibdat
- Ditambahkan 5 tetes larutan stannous klorida
- Dikocok dan didiamkan selama selang waktu optimum
- Diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum

Hasil

Pembuatan kurva standar fosfat dilakukan dengan variasi 0 ppm, 2 ppm, 4 ppm, 6ppm, 8 ppm, 10 ppm, 20 ppm, dan 30 ppm.

#### L.2.5 Ekstraksi Biji Kelor (*Moringa oleifera*) dengan Pelarut NaCl

Biji kelor

- Sebanyak 1 g serbuk biji kelor diekstrak dalam 100 mL larutan NaCl dengan konsentrasi 1 M
- Campuran tersebut diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit
- Dilakukan penyaringan (Filtrat yang dihasilkan digunakan sebagai koagulan)

Hasil

## L.2.6 Proses Koagulasi dan Flokulasi (*Jar test*)

### L.2.6.1 Penentuan Dosis Optimum

#### Sampel

- Disiapkan *beaker glass* berisi 100 mL sampel dan diletakkan pada slot *shaker* dengan variasi konsentrasi 0 mL/L, 10 mL/L, 20 mL/L, 40 mL/L, 80 mL/L, 160 mL/L, dan 320 mL/L
- Ditambahkan koagulan dan diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit
- Diturunkan kecepatan pengadukan menjadi 45 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat
- Dilakukan proses sedimentasi selama 1 jam
- Diambil filtrat dan dipipet sebanyak 2 mL untuk analisa ortofosfat menggunakan spektrofotometer UV-Vis

#### Hasil

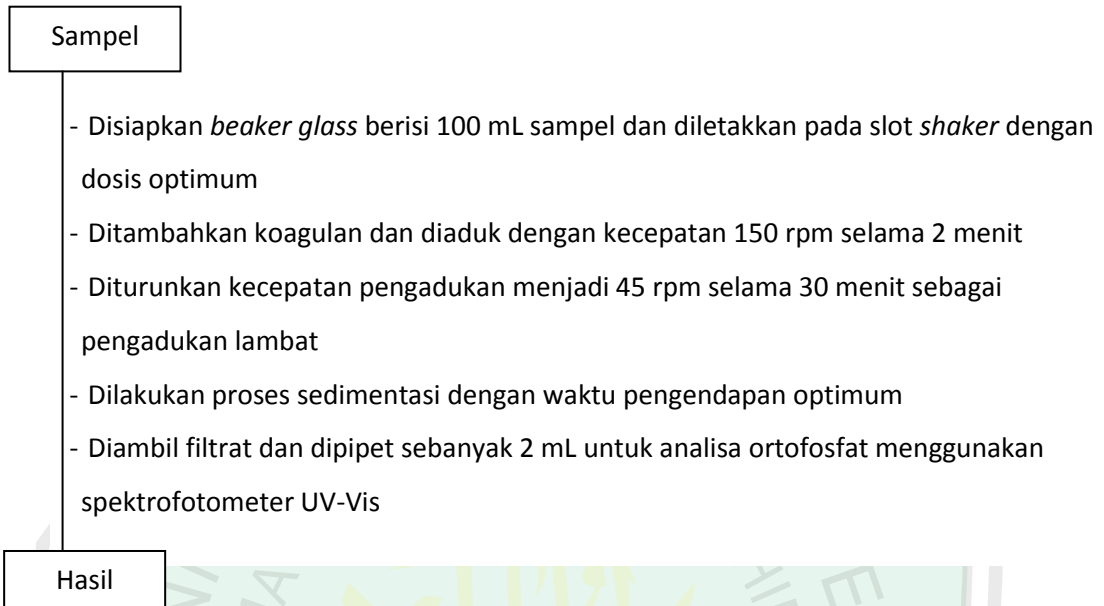
### L.2.6.2 Penentuan Waktu Pengendapan Optimum

#### Sampel

- Disiapkan *beaker glass* berisi 100 mL sampel dan diletakkan pada slot *shaker* dengan dosis optimum
- Ditambahkan koagulan dan diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit
- Diturunkan kecepatan pengadukan menjadi 45 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat
- Dilakukan proses sedimentasi dengan variasi waktu yaitu 5, 15, 30, 60, 90, dan 120 menit
- Diambil filtrat dan dipipet sebanyak 2 mL untuk analisa ortofosfat menggunakan spektrofotometer UV-Vis

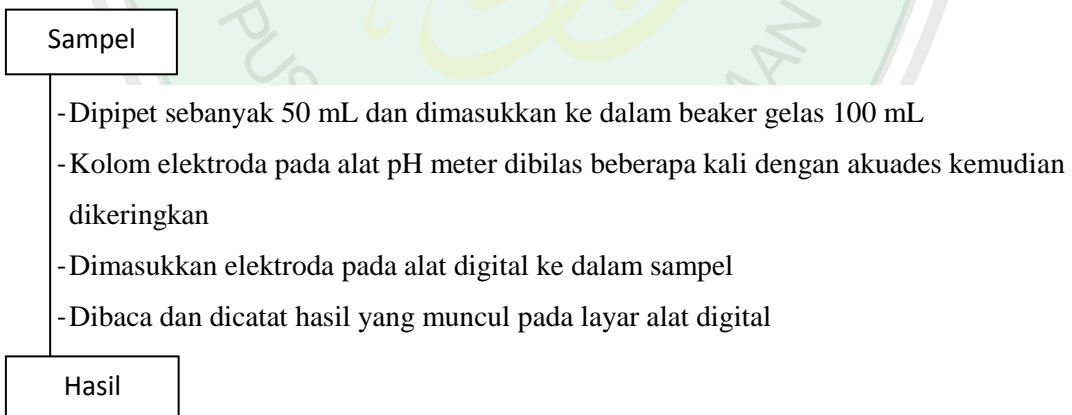
#### Hasil

### L.2.6.3 Penentuan pH Optimum

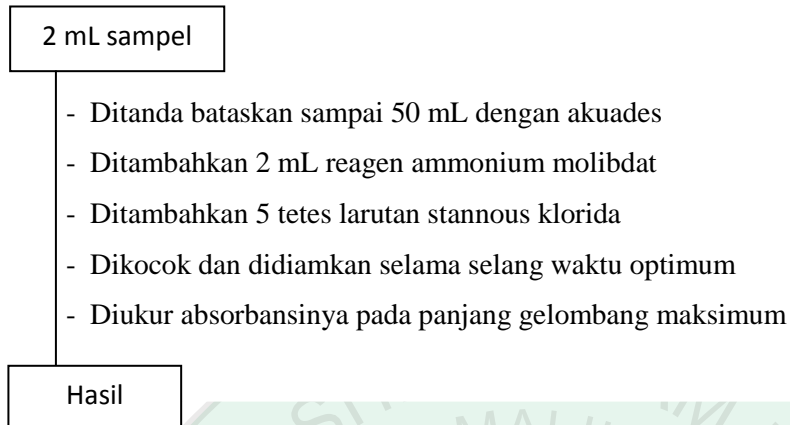


### L.2.7 Pengukuran Parameter Kualitas Air Limbah Sebelum dan Sesudah dilakukan Koagulasi

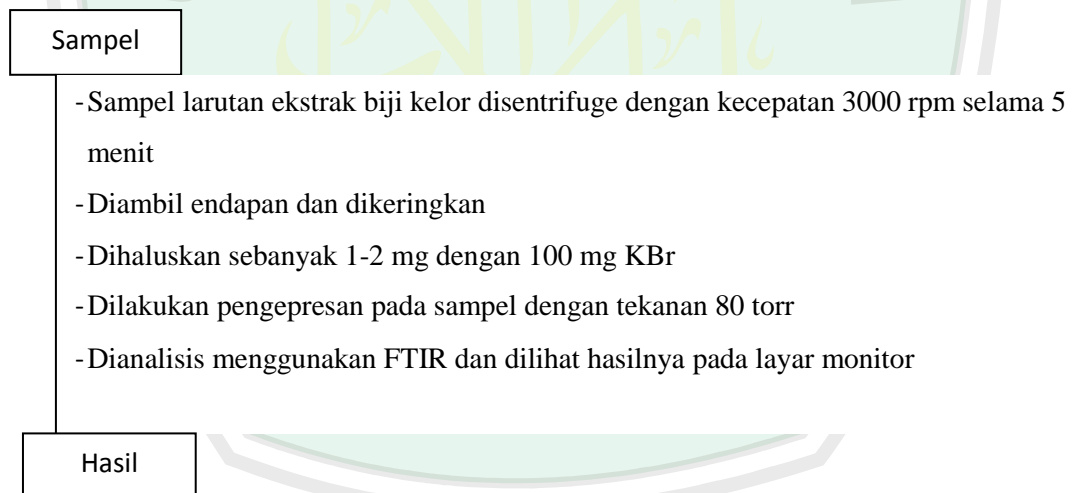
#### L.2.7.1 Pengukuran Derajat Keasaman (pH)



### L.2.7.2 Pengukuran Fosfat dengan Metode Stanno Klorida



### L.2.8 Karakterisasi Ekstrak NaCl Biji Kelor dengan Menggunakan Spektrofotometer Inframerah



### L.3 Perhitungan dan Pembuatan Larutan

#### L.3.1 Pembuatan Larutan NaCl 1 M

Diketahui :  $M_{rNaCl} = 49,46 \text{ g/mol}$

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

Ditanya : Berat NaCl yang diperlukan untuk membuat NaCl 1 M?

$$\text{Mol NaCl (n)} = M \times V \text{ (L)}$$

$$= 1 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L}$$

$$= 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Massa NaCl} = n \times M_r$$

$$= 0,1 \text{ mol} \times 49,46 \text{ g/mol}$$

$$= 4,946 \text{ g}$$

Serbuk NaCl ditimbang sebanyak 4,946 g, kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass yang berisi 50 mL dan diaduk. Selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas. Setelah itu dikocok sampai homogen.

#### L.3.2 Pembuatan HCl 0,01 M

Diketahui : BJ HCl pekat =  $1,19 \text{ g/mL}$

Konsentrasi HCl =  $37 \%$

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

$n = 1$  (jumlah atom H)

Ditanya : Volume HCl untuk membuat 0,1 N HCl?

$$\text{Normalitas HCl} = n \times \text{Molaritas H}_2\text{SO}_4$$

$$= 1 \times \frac{37\% \times 1190 \text{ g/L}}{36,461 \text{ g/mol}}$$

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

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$12,075 \text{ N} \times V_1 = 0,1 \text{ N} \times 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = 0,41 \text{ mL}$$

Larutan HCl diambil sebanyak 0,41 mL, kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass yang berisi 100 mL dan diaduk. Selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas. Setelah itu dikocok sampai homogen.

### L.3.3 Pembuatan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N

Diketahui :

BJ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pekat	=	1,8325 g/mL
Konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	=	96 %
Mr H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	=	98 g/mol
n	=	2 (jumlah atom H)

Ditanya : Volume H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk membuat 0,1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>?

$$\begin{aligned} \text{Normalitas H}_2\text{SO}_4 &= n \times \text{Molaritas H}_2\text{SO}_4 \\ &= 2 \times \frac{96 \% \times 1832,5 \text{ g/L}}{98 \text{ g/mol}} \\ &= 35,90 \text{ N} \end{aligned}$$

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$35,90 \text{ N} \times V_1 = 0,1 \text{ N} \times 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = 1,39 \text{ mL} = 1,40 \text{ mL}$$

Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diambil sebanyak 1,40 mL, kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass yang berisi 100 mL dan diaduk. Selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas. Setelah itu dikocok sampai homogen.

### L.3.4 Pembuatan 0,1 N NaOH

Diketahui : Mr NaOH = 40 g/mol

Valensi NaOH = 1

Volume NaOH = 500 mL = 0,5 L

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

$$0,1 \text{ N} = \frac{n \text{ ek}}{0,5 \text{ L}}$$

$$n \text{ ek} = 0,05 \text{ mol}$$

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

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

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

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

$$\text{gr} = 0,05 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol}$$

$$\text{gr} = 2 \text{ g}$$

Padatan NaOH diambil sebanyak 2 g, kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass yang berisi 100 mL akuades dan diaduk. Selanjutnya dimasukkan ke

dalam labu ukur 500 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas. Setelah itu dikocok sampai homogen.

### L.3.5 Pembuatan Larutan Standar Fosfat (Khasanah, 2008)

Larutan stok fosfat 100 ppm diperoleh dengan melarutkan 0,14306 g ke dalam 1000 mL akuades. Kemudian larutan fosfat dengan konsentrasi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, 10 ppm, 20 ppm, dan 30 ppm dibuat dengan menggunakan rumus pengenceran sebagai berikut:

a. Konsentrasi 2 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 2 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

b. Konsentrasi 4 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 4 \text{ ppm}$$

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

c. Konsentrasi 6 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 6 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 3 \text{ mL}$$

d. Konsentrasi 8 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 8 \text{ ppm}$$

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

e. Konsentrasi 10 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

f. Konsentrasi 20 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 20 \text{ ppm}$$

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

g. Konsentrasi 30 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 30 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 15 \text{ mL}$$

### **L.3.6 Pembuatan Reagen Ammonium Molibdat (Khasanah, 2008)**

Larutan 1: Amonium molibdat diambil sebanyak 6,25 g dan dilarutkan ke dalam beaker glass yang berisi 45 mL akuades.

Larutan 2: Akuades sebanyak 100 mL ditambahkan dengan 70 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat.

Diaduk pelan pelan kemudian dibiarkan sampai dingin (suhu kamar).

Dicampur larutan 1 dan larutan 2 ke dalam beaker glass 500 mL dan diaduk rata. Campuran larutan tersebut dipindahkan ke dalam labu ukur 250 mL dan ditanda bataskan dengan menggunakan akuades.

### **L.3.7 Pembuatan Reagen Stano Klorida**

Padatan stano klorida diambil sebanyak 2,5 g dan dilarutkan dengan gliserol sebanyak 100 mL. Dipanaskan diatas hotplate dan diaduk untuk mempercepat kelarutan. Setelah itu dibiarkan sampai dingin (suhu kamar).



## L.4 Analisa Data

### L.4.1 Perhitungan Kadar Air Biji Kelor

Tabel 1. Hasil Penimbangan Cawan Kosong

Pengulangan	I	II	III	IV	V	Rata-rata
Cawan 1	58,6884	58,6880	58,6881	58,6887	58,6880	58,6880
Cawan 2	50,2093	50,2092	50,2092	50,2084	50,2089	50,2092
Cawan 3	61,1005	61,1008	61,1004	61,1004	61,1001	61,1004

Tabel 2. Hasil Penimbangan Cawan dan Sampel Setelah Pengeringan

Pengulangan	I	II	III	IV	V	Rata-rata
1	63,3230	63,3339	63,3455	63,3262	63,3278	63,3257
2	54,8667	54,8502	54,8472	54,8467	54,8463	54,8467
3	65,7240	65,7320	65,7258	65,7139	65,7470	65,7212

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kadar Air

Pengulangan	I	II	III
Berat cawan (g)	58,6880	50,2092	61,1004
Berat cawan + sampel sebelum dikeringkan (g)	63,6880	55,2093	66,1034
Berat cawan + sampel setelah dikeringkan (g)	63,3257	54,8467	65,7212
Kadar air (%)	7,246 %	7,252 %	7,639 %

Perhitungan kadar air (%) dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

a= berat cawan kosong (g)

b= berat cawan+sampel sebelum dikeringkan (g)

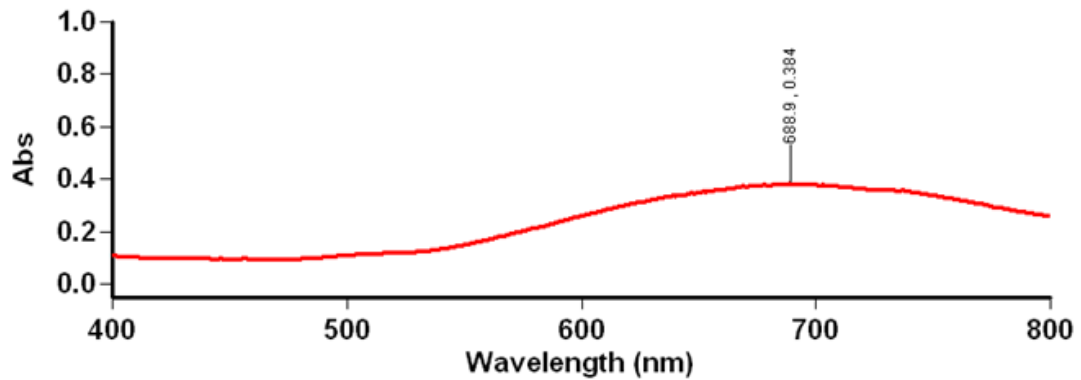
c= berat konstan cawan+sampel setelah kering (g)

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{\text{kadar air ulangan I} + \text{ulangan II} + \text{ulangan III}}{3} \\ &= \frac{7,246 \% + 7,252 \% + 7,639 \%}{3} \\ &= 7,379 \% \end{aligned}$$

## L.4.2 Pembuatan Kurva Standar Fosfat

### L.4.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum

Tanggal analisa: 19 Mei 2015



#### Scan Analysis Report

Sample Name: Stano Klorida

Collection Time 5/19/2015 10:54:52 AM

Peak Table

Peak Style Peaks

Peak Threshold 0.0100

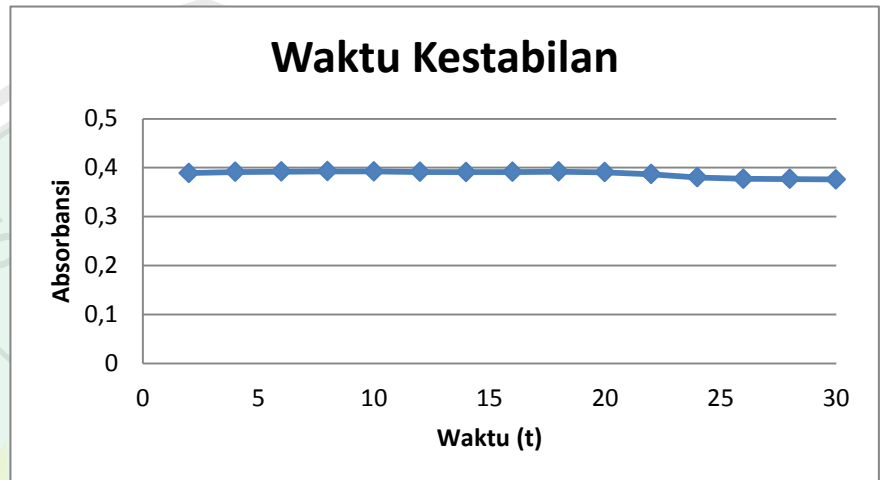
Range 800.0nm to 400.0nm

<u>Wavelength (nm)</u>	<u>Abs</u>
688.9	0.384

#### L.4.2.2 Penentuan Waktu Kestabilan

Tabel 1 Waktu Kestabilan Fosfat

Waktu (t)	Absorbansi
2	0,3889
4	0,3913
6	0,3919
8	0,3927
10	0,3923
12	0,3913
14	0,3908
16	0,3913
18	0,3918
20	0,3905
22	0,3867
24	0,3800
26	0,3773
28	0,3768
30	0,376

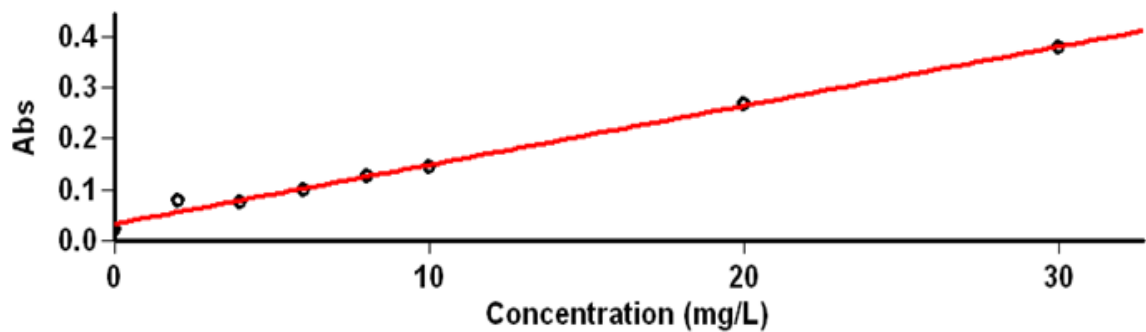


#### L.4.2.3 Penentuan Kurva Standar

Tabel 1. Kurva Standar

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0 ppm	0,0205
2 ppm	0,0778
4 ppm	0,0752
6 ppm	0,0999
8 ppm	0,1251
10 ppm	0,1448
20 ppm	0,2676
30 ppm	0,3798

Tanggal analisa: 22 Mei 2015



#### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
 Instrument version no. 3.00  
 Wavelength (nm) 688.9  
 Ordinate Mode Abs  
 Ave Time (sec) 0.1000  
 Replicates 3  
 Standard/Sample averaging OFF  
 Weight and volume corrections OFF  
 Fit type Linear  
 Min R<sup>2</sup> 0.95000  
 Concentration units mg/L

#### L.4.3 Proses Koagulasi dan Flokulasi

Tabel 1. Data Penentuan Dosis Optimum

Konsentrasi ekstrak NaCl biji kelor (mL/L)	Konsentrasi awal larutan fosfat	Konsentrasi larutan fosfat setelah koagulasi			Rata-rata	Penurunan (%)
		(I)	(II)	(III)		
10	17	13,987	15,807	16,058	15,283	10,709
20		13,487	15,091	13,486	14,021	18,080
40		13,736	14,306	13,538	13,86	19,023
80		13,832	13,710	13,228	13,58	20,659
160		14,651	12,022	14,626	13,76	19,607
320		14,048	15,178	15,289	14,838	13,309

Tabel 2. Data Penentuan Waktu Pengendapan Optimum

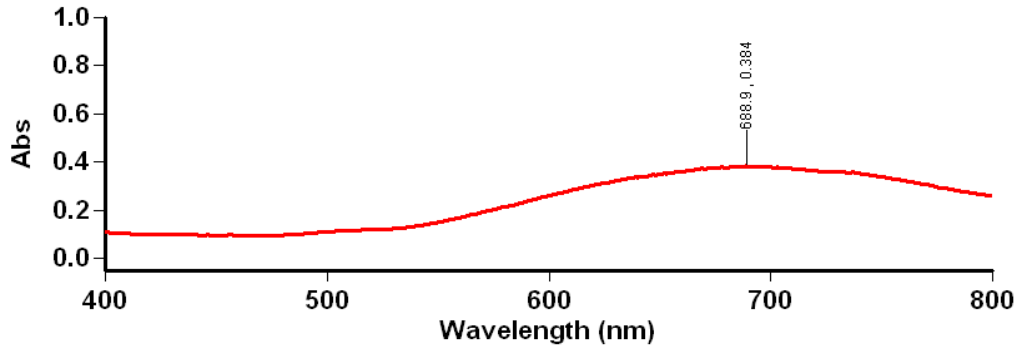
Waktu Pengendapan (menit)	Konsentrasi awal larutan fosfat	Konsentrasi larutan fosfat setelah koagulasi			Rata-rata	Penurunan (%)
		(I)	(II)	(III)		
5	17	13,262	13,858	13,581	13,567	20,734
15		13,616	13,418	13,296	13,443	21,459
30		11,113	11,329	12,649	11,697	31,660
60		12,347	12,063	13,650	12,687	25,882
90		13,245	12,977	12,054	12,759	25,455
120		13,779	12,874	13,021	13,225	22,733

Tabel 3. Data Penentuan pH Optimum

pH	Konsentrasi awal larutan fosfat	Konsentrasi larutan fosfat setelah koagulasi			Rata-rata	Penurunan (%)
		(I)	(II)	(III)		
3	17	10,156	10,536	11,269	10,654	37,756
4		10,778	11,217	12,538	11,511	32,748
5		9,526	11,735	9,880	10,381	39,352
6		12,425	10,544	12,382	11,784	31,153
7		11,364	12,486	11,468	11,772	31,220
8		10,579	8,940	9,431	9,649	43,620

## L.5 Data UV-VIS

### L.5.1 Penentuan Panjang Gelombang



## Scan Analysis Report

Report Time : Tue 19 May 10:54:15 AM 2015  
Method:  
Batch: D:\Nishfu S\Lamdha Maks Stano Klorida (19-05-2015).DSW  
Software version: 3.00(339)  
Operator: Rika

### Sample Name: Stano Klorida

Collection Time 5/19/2015 10:54:52 AM

Peak Table  
Peak Style Peaks  
Peak Threshold 0.0100  
Range 800.0nm to 400.0nm

## L.5.2 Waktu Kestabilan

### Advanced Reads Report

Report time 5/19/2015 10:58:07 AM  
Method  
Batch name D:\Nishfu S\Waktu Kestabilan stano Klorida 30  
menit-1 (19-05-2015).BAB  
Application Advanced Reads 3.00(339)  
Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
Instrument version no. 3.00  
Wavelength (nm) 688.9  
Ordinate Mode Abs  
Ave Time (sec) 0.1000  
Replicates 3  
Sample averaging OFF

Comments:

### Zero Report

Read Abs nm

Zero

(0.0967)

688.9

### Analysis

Collection time

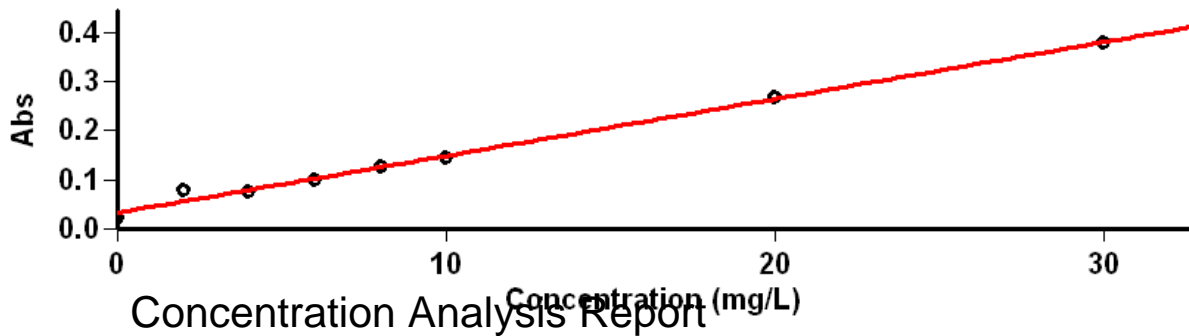
5/19/2015 10:58:08 AM

Waktu (t)	Absorbansi		
	I	II	III
2	0,3574	0,3889	0,3188
4	0,3598	0,3913	0,3213
6	0,3607	0,3919	0,3216
8	0,3621	0,3927	0,3219
10	0,3628	0,3923	0,3216
12	0,3625	0,3913	0,3218
14	0,3637	0,3908	0, 3204
16	0,3608	0,3913	0,3223
18	0,3604	0,3918	0,3233
20	0,3593	0,3905	0,3232
22	0,3596	0,3867	0,3237
24	0,3597	0,38	0,3229
26	0,358	0,3773	0,3239
28	0,3525	0,3768	0,3236
30	0,3464	0,376	0,3227

### L.5.3 Kurva Standar

#### Kurva Standar Stano Klorida

Tanggal Analisa : 22 Mei 2015



Report time 5/22/2015 1:44:28 PM  
 Method  
 Batch name D:\Nishfu S\Kurva Standar Stano Klorida  
 (22-05-2015).BCN  
 Application Concentration 3.00 (339)  
 Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
 Instrument version no. 3.00  
 Wavelength (nm) 688.9  
 Ordinate Mode Abs  
 Ave Time (sec) 0.1000  
 Replicates 3  
 Standard/Sample averaging OFF  
 Weight and volume corrections OFF  
 Fit type Linear  
 Min R<sup>2</sup> 0.95000  
 Concentration units mg/L

Comments:

### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0915)	688.9

### Calibration

Collection time 5/22/2015 1:45:05 PM

Standard	Concentration mg/L	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Std 1						0.0207 0.0205 0.0204
	0.0		0.0205	0.0002	0.84	
Std 2						0.0775 0.0778 0.0781
	2.0		0.0778	0.0003	0.35	
Std 3						0.0751 0.0751 0.0756
	4.0		0.0752	0.0003	0.39	
Std 4						0.0994 0.1002 0.1001
	6.0		0.0999	0.0004	0.42	
Std 5						0.1253 0.1253 0.1247
	8.0		0.1251	0.0004	0.28	
Std 6						0.1444 0.1445 0.1455
	10.0		0.1448	0.0006	0.40	
Std 7						0.2674 0.2673 0.2679
	20.0		0.2676	0.0003	0.12	
Std 8						0.3805 0.3790 0.3798
	30.0		0.3798	0.0007	0.20	

Calibration eqn Abs = 0.01159\*Conc + 0.03299  
 Correlation Coefficient 0.99309  
 Calibration time 5/22/2015 1:49:13 PM



Dosis (mL/L))	Absorbansi		
	I	II	III
0	0,228	0,2286	0,2375
10	0,1951	0,2162	0,2191
20	0,1893	0,2079	0,1893
40	0,1922	0,1988	0,1899
80	0,1933	0,1919	0,1863
160	0,2028	0,1722	0,2025
320	0,1958	0,2089	0,2102

### L.5.5 Absorbansi Waktu Pengendapan Optimum

### Absorbansi Stano Klorida Waktu Pengendapan

Tanggal Analisa : 04 Juni 2015

### Advanced Reads Report

Report time 6/4/2015 3:00:09 PM  
 Method  
 Batch name D:\Nishfu S\Absorbansi Stano Klorida Waktu Pengendapan (04-06-2015).BAB  
 Application Advanced Reads 3.00(339)  
 Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
 Instrument version no. 3.00  
 Wavelength (nm) 688.9  
 Ordinate Mode Abs  
 Ave Time (sec) 0.1000  
 Replicates 3  
 Sample averaging OFF

Comments:

### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1003)	688.9

### Analysis

Collection time 6/4/2015 3:00:09 PM

Pengendapan (t)	Absorbansi		
	I	II	III
5	0,1867	0,1936	0,1904
15	0,1908	0,1885	0,1871
30	0,1618	0,1643	0,1796
60	0,1761	0,1728	0,1912
90	0,1865	0,1834	0,1727
120	0,1822	0,1927	0,1839

### L.5.6 Absorbansi pH Optimum

## Absorbansi Stano Klorida Variasi pH

Tanggal Analisa : 10 Juni 2015

### Advanced Reads Report

Report time 6/10/2015 2:01:08 PM  
Method  
Batch name D:\Nishfu S\Absorbansi Stano Klorida Variasi pH  
(10-06-2015).BAB  
Application Advanced Reads 3.00(339)  
Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
Instrument version no. 3.00  
Wavelength (nm) 688.9  
Ordinate Mode Abs  
Ave Time (sec) 0.1000  
Replicates 3  
Sample averaging OFF

Comments:

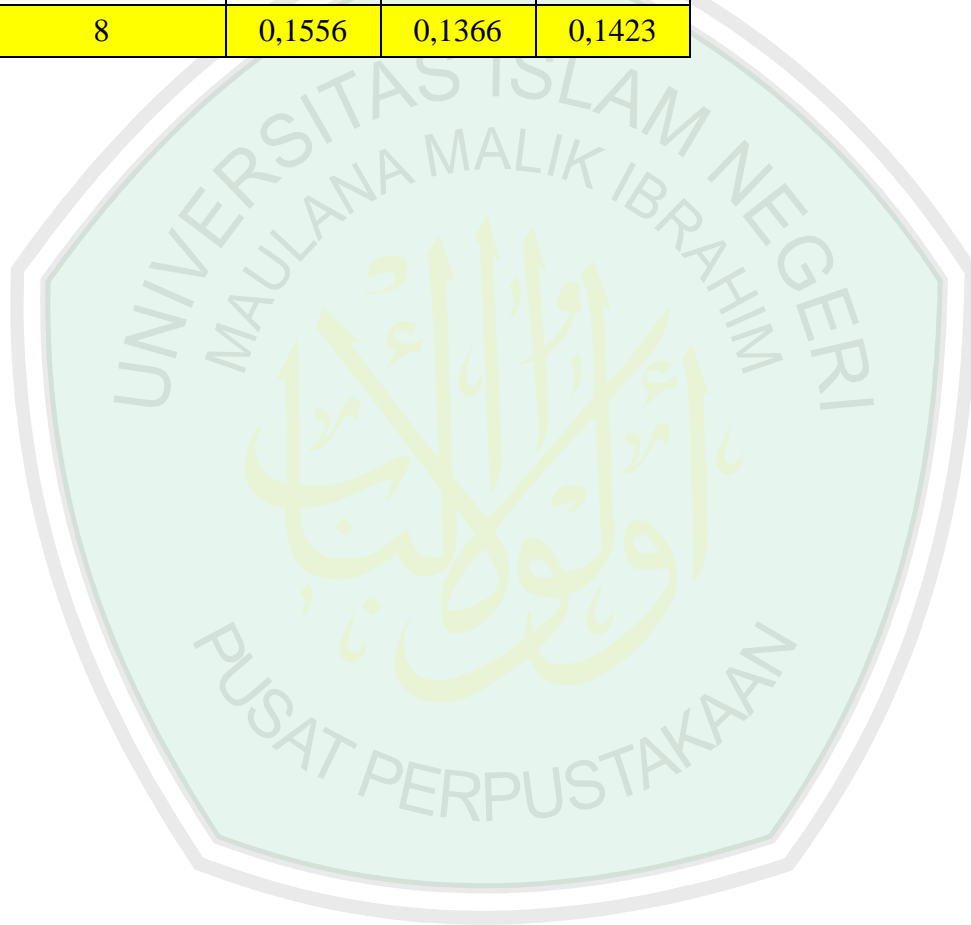
### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1113)	688.9

### Analysis

Collection time 6/10/2015 2:01:08 PM

pH	Absorbansi		
	I	II	III
3	0,1507	0,1551	0,1636
4	0,1579	0,163	0,1783
5	0,1434	0,169	0,1475
6	0,177	0,1552	0,1765
7	0,1647	0,1777	0,1659
8	0,1556	0,1366	0,1423



## L.6 Perhitungan BNT dengan Microsoft Excel

### L.6.1 Hasil BNT Variasi Dosis Koagulan

Pengulangan	Konsentrasi					
	2 ppm	4 ppm	8 ppm	16 ppm	32 ppm	64 ppm
A	3,129	3,629	3,38	3,284	2,465	3,069
B	1,309	2,025	2,81	3,406	5,095	1,938
C	1,058	3,63	3,578	3,889	2,49	1,826

#### Annova: Single Factor SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
2	3	5,496	1,832	1,277407
4	3	9,284	3,094667	0,85814
8	3	9,768	3,256	0,158988
16	3	10,579	3,526333	0,102366
32	3	10,05	3,35	2,283925
64	3	6,833	2,277667	0,472792

#### ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	6,86004	5	1,37201	1,59733	0,23425	3,10588
Within Groups	10,3072	12	0,85894			
Total	17,1673	17				

MSE	0,85894
t(a, dfe)	2,17881
a	0,05
dfe	12
r	3
BNT	1,64875

Hasil analisis data menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{tabel}$  sehingga  $H_0$  ditolak, yang artinya variasi dosis koagulan ekstrak NaCl biji kelor berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan sampel larutan fosfat setelah koagulasi.

### L.6.2 Hasil BNT Variasi Waktu Pengendapan

Pengulangan	Waktu Pengendapan					
	5 (t)	15 (t)	30 (t)	60 (t)	90 (t)	120 (t)
A	3,854	3,5	6	4,769	3,871	4,242
B	3,2584	3,698	5,787	5,053	4,139	3,337
C	3,535	3,82	4,467	3,466	5,062	4,095

#### Annova: Single Factor

#### SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
5	3	10,6474	3,54913	0,08883
15	3	11,018	3,67267	0,02608
30	3	16,254	5,418	0,68964
60	3	13,288	4,42933	0,71617
90	3	13,072	4,35733	0,39037
120	3	11,674	3,89133	0,23587

#### ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	7,06663	5	1,41333	3,94973	0,02381	3,10588
Within Groups	4,29394	12	0,35783			
Total	11,3606	17				

### L.6.3 Hasil BNT Variasi pH

Pengulangan	pH					
	3H	4H	5H	6H	7H	8H
A	6,96	6,33	7,59	4,69	5,75	6,53
B	6,58	5,89	5,38	6,57	4,63	8,17
C	5,84	4,57	7,23	4,73	5,64	7,68

**Annova: Single Factor  
SUMMARY**

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
3H	3	19,38	6,46	0,3244
4H	3	16,79	5,59667	0,83893
5H	3	20,2	6,73333	1,40603
6H	3	15,99	5,33	1,1536
7H	3	16,02	5,34	0,3811
8H	3	22,38	7,46	0,7087

**ANOVA**

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	11,3613	5	2,27225	2,83278	0,06474	3,10588
Within Groups	9,62553	12	0,80213			
Total	20,9868	17				

$F_{hitung} > F_{tabel}$ , sehingga perlu dilakukan uji BNT

MSE	0,80213
$t(a, dfe)$	2,17881
a	0,05
dfe	12
r	3
BNT	1,59329

## L.7 Dokumentasi Gambar



Gambar 6.1 shaker



Gambar 6.2 Sampel Setelah Dilakukan Koagulasi



Gambar 6.3 Sampel Setelah Dilakukan metode Stano Klorida



Gambar 6.4 Residu Ekstrak NaCl Biji Kelor



Gambar 6.5 Sentrifius



Gambar 6.6 FTIR

# Phosphate Removal using Coagulant Extracted from *Moringa oleifera* Seed by NaCl solution

Nishfu Sya' Banah, Eny Yulianti, Vina Nurul Istighfarini

## Abstract

*Moringa oleifera* seed has ability as coagulant. This study aimed to determine the content of *moringa* seed's phosphorus. The coagulation process used Jar Test on artificial phosphate sample. This study used several parameter variations, such as the coagulant doses, the period of precipitation, and pH samples, in order to determine the reduction in phosphate levels. Characterization of *moringa* seed's NaCl extract was used FTIR spectrophotometer. Coagulation results of the phosphate samples using *moringa* seed's NaCl extract coagulant showed optimum dosage of coagulant was 80 mL/L with the initial phosphate concentration of 17 ppm which then decreased to 13.58 ppm. The optimum settling period was 30 minutes with reduction of phosphate to 11.697 ppm. The pH variation experiment showed that the changes in the pH of each variation were at a neutral pH. The spectra results of *moringa* seed's NaCl extract had interacted with phosphate showed the existence of protein clusters which is suspected as coagulant.

## Method

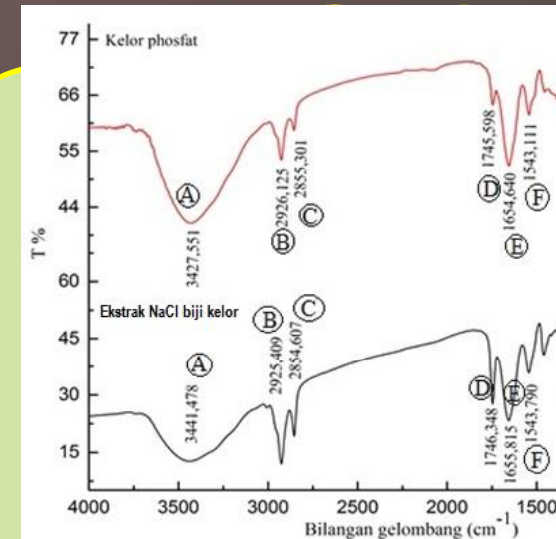
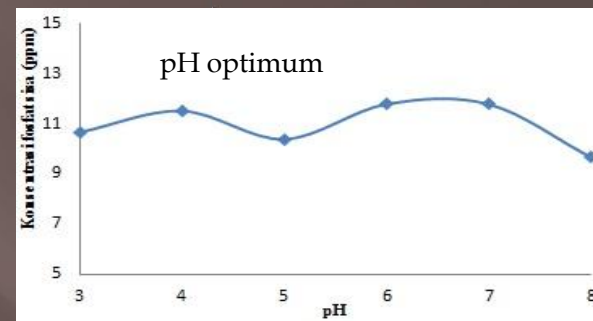
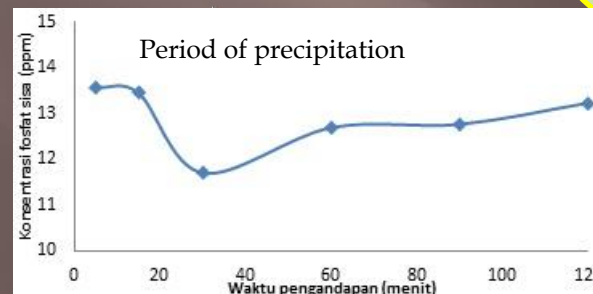
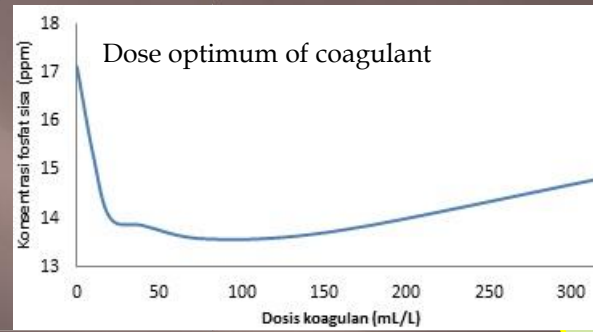
Extraction of *Moringa* seed by NaCl solution

Coagulation process used shaker

Characterization with FTIR

Variation of doses, period of precipitation, and pH of samples

## Result



## Conclusion

Dose optimum coagulant was 80 mL/L with initial phosphate concentration of 17 ppm which then decrease to 13.58 ppm. The period of precipitation was 30 minutes with reduction of phosphate to 11.697 ppm. The spectra result of *Moringa* seed's NaCl extract had interacted with phosphate showed the existence of protein clusters which is suspected as coagulant.

# Phosphate Removal using Coagulant Extracted from *Moringa oleifera* Seed by NaCl solution

Nishfu Sya' Banah, Eny Yulianti, Vina Nurul Istighfarini

## Abstract

*Moringa* seed (*Moringa oleifera*) has ability as coagulant. This study aimed to determine the content of *moringa* seed's compound. The coagulation process used *Jar Test* on artificial phosphate sample. This study used several parameter variations, which are the coagulant doses, the period of precipitation, and the pH samples, in order to determine the reduction in phosphate levels. Characterization of *moringa* seed's NaCl extract solution used FTIR spectrophotometer. Coagulation results of the phosphate samples using *moringa* seed's NaCl extract coagulant had optimum dosage of coagulant was 80 mL/L with the initial phosphate concentration of 17 ppm which then decreased to 13.58 ppm. The optimum settling period was 30 minutes with reduction of phosphate to 11.697 ppm. The pH variation treatment showed that the changes in the pH of each variation led to a neutral pH. The spectra results of *moringa* seed's NaCl that had interacted with phosphate showed the existence of protein clusters which is suspected as coagulant.

## Method

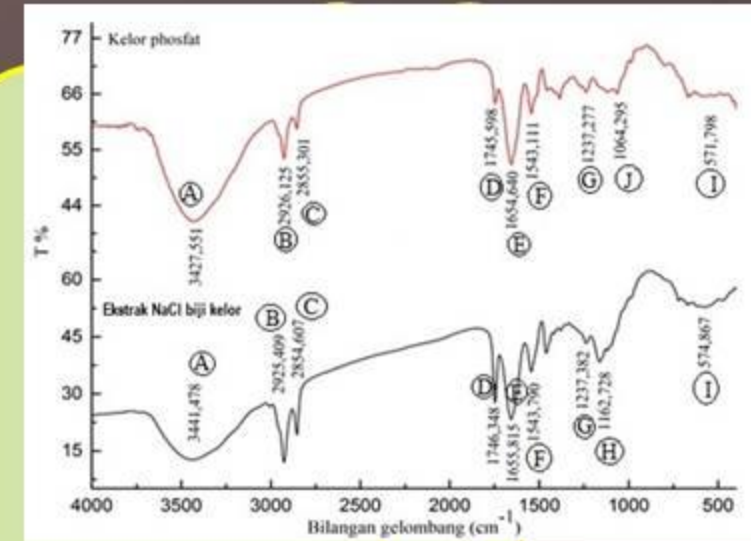
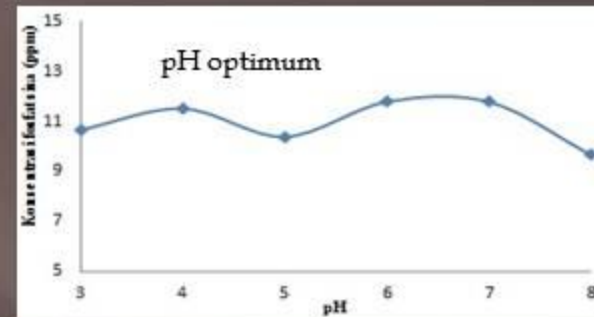
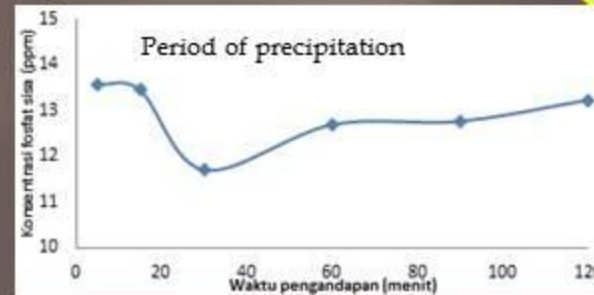
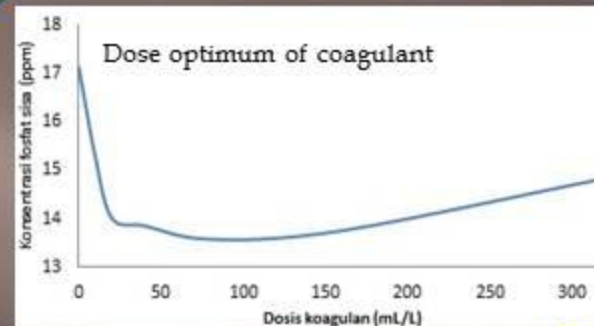
Extract from *Moringa* seed by NaCl solution

Coagulation process used shaker

Characterization with FTIR

Variation of doses, period of precipitation, and pH of samples

## Result



## Conclusion

Dose optimum coagulant was 80 mL/L with the initial phosphate concentration of 17 ppm which then decrease to 13,58 ppm. The period of precipitation was 30 minutes with reduction of phosphate to 11,697 ppm. The spectra result of *Moringa* seed's NaCl that had interacted with phosphate showed the existence of protein clusters which is suspected as coagulant.