

**PENURUNAN KONSENTRASI *METHYL ORANGE* DENGAN VARIASI
DOSIS KOAGULAN EKSTRAK NaCl-BIJI ASAM JAWA SERTA pH
LARUTAN DAN KONSENTRASI *METHYL ORANGE***

SKRIPSI

Oleh:
ASIH ELOK FITRIANI
NIM. 10630038



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

**PENURUNAN KONSENTRASI *METHYL ORANGE* DENGAN VARIASI
DOSIS KOAGULAN EKSTRAK NaCl-BIJI ASAM JAWA SERTA pH
LARUTAN DAN KONSENTRASI *METHYL ORANGE***

SKRIPSI

Oleh:
ASIH ELOK FITRIANI
NIM. 10630038

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

**PENURUNAN KONSENTRASI *METHYL ORANGE* DENGAN VARIASI
DOSIS KOAGULAN EKSTRAK NaCl-BIJI ASAM JAWA SERTA pH
LARUTAN DAN KONSENTRASI *METHYL ORANGE***

SKRIPSI

Oleh:
ASIH ELOK FITRIANI
NIM.10630038

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 05 Januari 2016

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Umaiyatus Syarifah, M.A
NIP. 19820925 200901 2 005

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia**

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

**PENURUNAN KONSENTRASI *METHYL ORANGE* DENGAN VARIASI
DOSIS KOAGULAN EKSTRAK NaCl-BIJI ASAM JAWA SERTA pH
LARUTAN DAN KONSENTRASI *METHYL ORANGE***

SKRIPSI

Oleh :
ASIH ELOK FITRIANI
NIM.10630038

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 05 Januari 2016**

**Penguji Utama : A. Ghanaim Fasya, M.Si (.....)
NIP. 19820616 200604 1 002**

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

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

**Anggota Penguji : Umaiatus Syarifah, M.A (.....)
NIP. 19820925 200901 2 00**

**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 : Asih Elok Fitriani

NIM : 10630038

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Penurunan Konsentrasi *Methyl Orange* dengan Variasi Dosis Koagulan Ekstrak NaCl-Biji Asam Jawa serta pH Larutan dan Konsentrasi *Methyl Orange*

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, 07 Januari 2016
Yang Membuat Pernyataan,

Asih Elok Fitriani
NIM.10630038

Lembar Persembahan

Terimakasih yang mendalam saya haturkan kepada keluarga besar dan sahabat serta heartthrob yang senantiasa memberi dukungan, semangat dan doa hingga karya sederhana ini dapat terselesaikan.

MOTTO



KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil ‘alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi dengan judul “Penurunan Konsentrasi *Methyl Orange* dengan Variasi Dosis Koagulan Ekstrak NaCl-Biji Asam Jawa serta pH Larutan dan Konsentrasi *Methyl Orange*” ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita ke jalan yang diridhoi oleh 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 dengan terselesaikannya penyusunan skripsi ini, dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Seluruh keluarga besarku, khususnya orang tuaku (Bpk. Watono dan B. Siti Andiyah), dan kakak-kakakku yang telah banyak memberikan kasih sayang, perhatian, nasihat, doa, dan dukungan baik moril maupun materil yang tak mungkin terbalaskan.
2. Eny Yulianti, M.Si, selaku Pembimbing Utama yang selalu sabar dalam memberikan bimbingan dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Umayyatus Syarifah, M.A. selaku Pembimbing Agama.
4. Vina Nurul Istighfarini, M.Si, selaku Konsultan.
5. A. Ghanaim Fasya, M.Si, selaku Penguji Utama.

Yang telah memberikan bimbingan, motivasi, doa, dukungan serta bantuan materil kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada semua pihak, khususnya kepada :

1. Prof. Dr. H. Mudjia Raharjo, M.Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Seluruh Dosen pengajar khususnya di Jurusan Kimia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama kuliah di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Seluruh staf Laboratorium dan staf administrasi Jurusan Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Terimakasih atas bantuannya.
6. Teman-teman Kimia 2010-2012 yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan semoga tetap selalu menjaga persahabatan dan kekompakan di saat kita dalam keadaan apapun dan bagaimanapun.
7. Semua pihak yang tidak tertulis, terima kasih atas bantuan dan dukungan yang diberikan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun kedepannya. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat diterima dan hasilnya dapat bermanfaat.

Malang, 15 Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR PERSAMAAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Batasan Masalah	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.6. Hipotesis Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Biji Asam Jawa	8
2.2. Biji Asam jawa sebagai Koagulan	10
2.3. Pengaruh Garam terhadap Protein	13
2.4. <i>Methyl Orange</i>	15
2.4.1 Dampak <i>Methyl Orange</i>	16
2.4.2 Pengolahan <i>Methyl Orange</i>	16
2.5. Ekstraksi NaCl Koagulan Alami	17
2.6. Koagulasi dan Flokulasi	19
2.6.1 Mekanisme Koagulasi dan Flokulasi	20
2.6.2 Faktor yang Mempegaruhi Koagulasi dan Flokulasi	22
2.7 Pengukuran Parameter Kualitas Air	24
2.7.1 Analisis Penurunan Konsentrasi <i>Methyl Orange</i> dengan Koagulasi ..	25
2.8 Karakterisasi Gugus Aktif Biji Asam Jawa dengan Spektrofotometer Inframerah (FTIR)	25
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat	27
3.2. Alat dan Bahan	27
3.2.1. Alat	27
3.2.2. Bahan	27
3.3. Rancangan Penelitian	27
3.4. Tahapan Penelitian	28
3.5. Prosedur Penelitian	29

3.5.1	Preparasi Sampel	29
3.5.1.1	Larutan Induk Methyl Orage	29
3.5.1.2	Preparasi Koagulan	29
3.5.1.2.1	Analisis Kadar Air	29
3.5.1.2.2	Ekstraksi Komponen Aktif Biji Asam Jawa.....	30
3.5.2	Penentuan Kurva Baku.....	30
3.5.3	Proses Koagulasi Flokulasi dengan Jar Test	31
3.5.3.1	Penentuan Dosis Koagulan Terbaik	31
3.5.3.2	Penentuan pH <i>Methyl Orange</i> Terbaik.....	31
3.5.3.3	Penentuan Pengaruh Konsentrasi <i>Methyl Orange</i> Terbaik ...	32
3.5.4	Analisis Gugus Aktif Biji Asam Jawa dengan Spektrofotometri IR ..	32
3.5.2	Analisis Data	33
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Preparasi Sampel	34
4.1.1	Preparasi Limbah Buatan <i>Methyl Orange</i>	34
4.1.2	Preparasi Koagulan Biji Asam Jawa	34
4.2	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	38
4.3	Penentuan Waktu Kestabilan	41
4.4	Penentuan Kurva Baku <i>Methyl Orange</i>	42
4.5	Percobaan koagulasi (<i>Jar Test</i>)	46
4.5.1	Variasi Dosis Koagulan Biji Asam Jawa	46
4.5.2	Variasi pH Sampel <i>Methyl Orange</i>	49
4.5.3	Variasi Konsentrasi Sampel <i>Methyl Orange</i>	52
4.6	Identifikasi Gugus Fungsi dengan Spektrofotometer IR	54
4.7	Pemanfaatan Biji Asam Jawa dalam Tinjauan Islam.....	58
 BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	59
 DAFTAR PUSTAKA		60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi biji asam Jawa (<i>T. indica</i>).....	9
Tabel 2.2 Nama dan Struktur Kimia Kromofor	15
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian Variasi Dosis koagulan dan pH Sampel.....	28
Tabel 3.2 Rancangan Penelitian Variasi Konsentrasi Sampel	28
Tabel 4.1 Panjang Gelombang <i>Methyl Orange</i>	39
Tabel 4.2 Perubahan pH Sampel sebelum dan Setelah Koagulasi.....	51
Tabel 4.3 Interpretasi Spektra IR Koagulan.....	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Biji Asam Jawa.....	9
Gambar 2.2	Pengaruh konsentrasi garam terhadap kelarutan protein.....	15
Gambar 2.3	Struktur <i>Methyl Orange</i>	16
Gambar 2.4	Mekanisme koagulasi <i>Moringa oleifera</i> dengan pelarut garam... ..	19
Gambar 2.5	Mekanisme koagulasi.....	21
Gambar 4.1	Pelarutan Garam dengan Air	36
Gambar 4.2	Interaksi dugaan antara protein larutan NaCl.....	37
Gambar 4.3	Panjang gelombang <i>Methyl Orange</i>	38
Gambar 4.4	<i>Methyl Orange</i> pada larutan asam dan basa.....	40
Gambar 4.5	Waktu Kestabilan <i>Methyl Orange</i>	41
Gambar 4.6	Kurva Baku <i>Methyl Orange</i>	43
Gambar 4.7	Kurva Baku <i>Methyl Orange</i> Variasi pH.....	44
Gambar 4.8	Kurva Baku <i>Methyl Orange</i> pH 8	45
Gambar 4.9	Mekanisme koagulasi dugaan dengan protein kationik	47
Gambar 4.10	Pengaruh Dosis Koagulan terhadap Penurunan Konsentrasi <i>Methyl Orange</i>	48
Gambar 4.11	Pengaruh pH terhadap Penurunan Konsentrasi <i>Methyl Orange</i> Variasi pH.....	51
Gambar 4.12	Pengaruh Konsentrasi terhadap Penurunan Konsentrasi <i>Methyl</i> <i>Orange</i> (ppm) oleh Koagulan	53
Gambar 4.13	Karakterisasi Biji Asam Jawa dengan IR.....	55
Gambar 4.14	Karakterisasi Biji Asam Jawa-NaCl dengan IR	55
Gambar 4.14	Karakterisasi Biji Asam Jawa-NaCl-MO.....	55

DAFTAR PERSAAMAAN

Tabel 2.1 Efisiensi Penurunan Konsentrasi	25
Tabel 3.1 Kadar Air.....	30
Tabel 3.2 Faktor Koreksi Kadar Air	30



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Diagram Alir Penelitian.....	67
Lampiran 2	Langkah Kerja	68
Lampiran 3	Pembuatan Larutan	71
Lampiran 4	Perhitungan Kadar Air.....	75
Lampiran 5	Panjang Gelombang dan Kurva Standar	77
Lampiran 6	Waktu Kestabilan dan data Absorbansi.....	80
Lampiran 7	Perhitungan BNT.....	82
Lampiran 8	Dokumentasi Gambar	85



ABSTRAK

Fitriani, Asih Elok. 2015. Penurunan Konsentrasi *Methyl Orange* dengan Variasi Dosis Koagulan Ekstrak NaCl-Biji Asam Jawa serta pH Larutan dan Konsentrasi *Methyl Orange*. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Eny Yulianti, M.Si; Pembimbing II: Umayatus Syarifah, M.A.

Kata Kunci: Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*), Koagulan, *Methyl Orange*.

Biji Asam Jawa merupakan salah satu biji yang berpotensi sebagai koagulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas koagulan biji asam Jawa dalam menurunkan konsentrasi limbah buatan *Methyl orange* (MO). Penentuan efektivitas ekstrak NaCl-Biji Asam Jawa dilakukan dengan menentukan dosis koagulan serta pH larutan dan konsentrasi optimum MO. Kondisi optimum yang didapat adalah dosis koagulan 160 mL/L, larutan pH 6 dan konsentrasi MO 70 ppm. Pada dosis, pH dan konsentrasi MO optimum tersebut memberi penurunan sebanyak 32,30 %. Hasil identifikasi gugus fungsi koagulan sebelum dan setelah diinteraksikan dengan MO menunjukkan adanya gugus amina dari protein.

ABSTRACT

Fitriani, Asih Elok. 2015. Methyl Orange Concentration's Decreasing with Variation of Extract Tamarind Seed-NaCl Coagulant, pH solution and *Methyl Orange's* Concentration. Thesis. Department of Chemistry, Science and Technology Faculty of State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Eny Yulianti, M.Si; Supervisor II: Umayatus Syarifah, M.A.

Key words: Coagulant, *Methyl Orange*, Tamarind Seed (*Tamarindus indica*).

Tamarind Seed is potential seed as coagulant. This study investigates the effectivity of Tamarind seed coagulant for removal of *Methyl orange* (MO). Effectivity of Coagulant extracted from Tamarind Seed by NaCl determining in optimum coagulant dosage, pH solution and MO concentration. Optimum condition were coagulant dosage 160 mL/L, solution at pH 6 and MO concentration 70 ppm. In optimum dosage, pH and MO concentration show decreasing until 32,30 %. Identification result of coagulant functional group before and after interaction with MO show amine group of protein.

فتريان, اسيح ايلوك. ٢٠١٥. متنوّعة الدرجة الحموضة و تفعيل أصفر المثلين مع الجرعة التخرّة من بذور التمر الهنديّ المستخرج بتحليل الصوديوم الكلوريد على التركيز النفايات الصناعية من أصفر المثلين. المشرفة الاولى: إيني يوليانت الماجستر و المشرفة الثانية: : أمية الشريفة الماجستر و المستشار: فينا نور الاستغفران الماجستر.

بذور تمر هنديّ هو احد من نباتات التي منفعتة المسهورة كالتخرّة. هدف هذا البحث للتعريف فاعليّ التخرّ من بذور التمر هنديّ في التحقير التركيز النفايات الصناعية من أصفر المثلين بمتنوعة الجرعة التخرّة و درجة الحموضة و تركيز المسطر الأصفر المثلين . يفعل التحقير التركيز النفايات الصناعية من أصفر المثلين بمتنوعة الجرعة التخرّة بيستخرج لقاح البذور التمر الهنديّ بتحليل الصوديوم الكلوريد . الجرعة التخرّة الاحسنة هي ١٦٠ مل/ل. متنوّعة الدرجة الحموضة ٦ و المتنوع التركيز المسطر الأصفر المثلين ٧٠ فم. حصل المتعرف مجرة الوظيفة التخرّة يدل حضور مجرة الوظيفة أمين من بروتين.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan zat warna sintetik sebagai materi utama dalam proses pewarnaan menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring dengan pertumbuhan industri tekstil. Hal ini juga meningkatkan pencemaran limbah warna (*dyes*) sebagai hasil samping dari proses pewarnaan (Talarposhti dkk., 2001).

Parameter utama limbah warna meliputi (*Total Suspended Solid*), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), intensitas warna, keasaman, kebasaan, dan senyawa terlarut lainnya. Semua parameter selain warna dapat direduksi secara efektif oleh pengolahan fisika dan kimia. Masalah utama dari limbah industri tekstil adalah intensitas warna. Hal ini mendapatkan perhatian khusus karena bersifat toksik (Morais dkk., 1999). Limbah berwarna berpotensi mengurangi masuknya cahaya matahari dan mencegah fotosintesis (Gong dkk., 2005). Hal ini akan berakibat menurunnya kualitas perairan di sekitar industri dan makhluk hidup yang tinggal di dalamnya akan mati karena kekurangan O₂ atau terkontaminasi oleh bahan beracun (Widjajanti dkk., 2011).

Methyl orange merupakan zat warna anionik atau sering disebut dengan zat warna asam, yang sangat berguna sebagai larutan indikator asam bagi kepentingan analitik di berbagai laboratorium kimia (Mahatmanti dan Sumarni, 2003). *Methyl orange* juga merupakan zat warna azo yang digunakan dalam pewarnaan kain. Gugus azo yang dimilikinya merupakan zat warna sintesis dan paling reaktif dalam proses pencelupan bahan tekstil (Widjajanti dkk., 2011).

Methyl orange juga merupakan zat warna dispersi jenis azo yang memiliki kelarutan rendah dalam air dan dapat dihilangkan seperti partikel koloid (Kuo, 1992). Masuknya senyawa azo ke dalam lingkungan tidak diinginkan karena beberapa zat warna azo dan produk penguraiannya bersifat toksik dan mutagenik bagi kehidupan (Komala dkk., 2008).

Air yang telah tercemar akan sulit untuk dikembalikan menjadi air bersih. Pencemaran air dapat diketahui dari perubahan warna, bau, maupun kadar bahan polutan lain di dalamnya seperti logam-logam, bahan organik ataupun organisme yang beraktivitas di dalamnya sehingga manusia sebagai khalifah di muka bumi, semestinya bersikap ramah terhadap lingkungan. Sunah Rasul pun sudah menjabarkannya, antara lain melalui sebuah hadits :

المُسْلِمُونَ شُرَكَاءُ فِي ثَلَاثٍ فِي الْكَلْبِ وَالْمَاءِ وَالنَّارِ

“Kaum Muslim berserikat dalam tiga hal, yaitu padang rumput, air dan api.” (HR Abu Dawud, Ahmad, al-Baihaqi dan Ibn Abi Syaibah).

Hadits tersebut mengandung makna bahwa manusia hidup di muka bumi ini punya hak yang sama dalam memanfaatkan air, rumput, maupun api. Apa yang dilakukan, jangan sampai melanggar hak-hak orang lain maupun hak makhluk hidup lain. Misalkan, kalau air sungai tercemar limbah, maka hak orang lain untuk memanfaatkan air tersebut untuk keperluan minum, masak, dan sebagainya, akan terganggu.

Beberapa metode pengolahan limbah telah digunakan untuk pengolahan limbah zat warna diantaranya metode kimia, biologi dan fisikokimia (Anielak, 1996). Penggunaan karbon aktif hanya menyerap pencemar organik nonpolar dengan berat molekul rendah, sedangkan senyawa non polar dengan berat molekul

tinggi tidak tereliminasi. Proses mikrobiologi hanya menguraikan senyawa *biodegradable*, sedangkan senyawa *nonbiodegradable* tetap berada dalam *sludge* yang akan kembali ke lingkungan. Salah satu pencemar organik yang bersifat *nonbiodegradable* adalah pewarna tekstil, terutama pewarna yang mengandung gugus azo, misalnya *methyl* merah dan *methyl orange* (Widjajanti dkk., 2011). Beberapa metode adsorpsi yang sudah dilakukan untuk penurunan konsentrasi limbah warna pada limbah *methyl orange* kurang efektif, seperti adsorpsi dengan biomassa fungi yang membutuhkan waktu 8 hari untuk setiap ppm nya (Gopalakrishnan dan Sellappa, 2011), sedangkan adsorpsi dengan zeolit menurunkan konsentrasi *methyl orange* kurang dari 50 % dari konsentrasi 25 ppm menjadi 9,85 ppm (Widjajanti dkk., 2011).

Metode fisikokimia untuk pengolahan limbah meliputi koagulasi, flokulasi, presipitasi, elektrodialisis, flotasi dan adsorpsi. Koagulasi-flokulasi adalah metode yang paling banyak digunakan untuk pengolahan limbah (Ching dkk., 1994). Metode koagulasi efektif untuk penghilangan BOD, senyawa terlarut dan zat tersuspensi yang akan menghasilkan spektrum warna pada limbah (Rini dkk., 2008), dan senyawa yang dapat disaring lainnya (Kuo, 1992).

Koagulan sintetik yang sering digunakan merupakan koagulan kimia seperti alum dan *poly aluminium chloride* (PAC). Beberapa studi melaporkan bahwa senyawa alum dapat memicu penyakit Alzheimer (Campbell, 2002). Dilaporkan juga bahwa monomer beberapa polimer organik sintetik seperti PAC dan alum memiliki sifat neurotoksisitas (Hendrawati dkk., 2013).

Pengolahan limbah warna dengan metode koagulasi menggunakan koagulan alami dirasa cukup efektif. Beberapa zat warna azo anionik dapat

dihilangkan dengan mudah oleh koagulan ekstrak biji kelor (*Moringa oleifera*), yaitu 98 % untuk *acid red 88* dan 99 % untuk *Chikago sky blue 6B* dan *Palatine Fast Black WAN* (Heredia dkk., 2009). Biji asam Jawa (*Tamarindus indica*) juga dapat menjadi pilihan alternatif koagulan karena mudah didapatkan, murah dan ramah lingkungan. Dalam penelitian Mishra (2005), penggunaan ekstrak biji asam Jawa sebagai flokulan dapat menghilangkan 60 % golden yellow dari limbah tekstil setelah 2 jam dengan dosis 10 mg/L.

Nurika dkk. (2007) menyatakan bahwa dosis koagulan berpengaruh terhadap penurunan nilai TSS limbah cair tahu. Perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi serbuk biji asam Jawa 14 g/L dan pengadukan selama 3 menit. Hasil perlakuan terbaik tersebut mampu menurunkan TSS 67,29 %. Stephenson dan Duff (1996) juga menjelaskan bahwa selain dosis koagulan, pH dari larutan sampel juga berpengaruh pada efektivitas koagulasi. Menurut Hendrawati dkk. (2013), pH asam dari sampel mendukung terjadinya ikatan antara protein biji asam Jawa dengan partikel koloid yang bermuatan negatif dan pH 3 menunjukkan penurunan turbiditas dari air tanah hingga 99,72 %.

Biji asam Jawa merupakan salah satu biji yang mempunyai kemampuan untuk mengumpulkan dan mempercepat proses pengendapan, sehingga banyak digunakan untuk pengolahan air bersih dan air limbah sebagai alternatif pengganti koagulan kimia (Nurika dkk., 2007). Kemampuan biji asam Jawa sebagai biokoagulan limbah diakibatkan kandungan proteinnya yang cukup tinggi yang dapat berperan sebagai polielektrolit. Protein yang terlarut dalam biji asam Jawa mengandung gugus $-NH_3^+$ yang dapat mengikat partikel-partikel yang bermuatan negatif sehingga partikel-partikel tersebut terdestabilisasi membentuk ukuran

partikel yang lebih besar yang akhirnya dapat terendapkan (Hendrawati dkk., 2013).

Biji asam Jawa memiliki kandungan tannin sebesar 20,2 % yang terdapat pada kulit biji dan kandungan pati dalam daging biji cukup besar sekitar 33,1 % (Gunasena, 2000). Berdasarkan pengamatan Rao (2005) tannin yang terkandung dalam tanaman merupakan zat aktif yang menyebabkan proses koagulasi dan polimer alami seperti pati berfungsi sebagai flokulan.

Hendrawati dkk. (2013) membandingkan efektivitas biji asam Jawa dengan biji kecipir sebagai koagulan untuk menurunkan turbiditas air tanah. Biokoagulan biji asam Jawa dapat menurunkan turbiditas sebesar 99,72 % sedangkan biji kecipir menurunkan turbiditas sebesar 92,03 %.

Kekuatan ion merupakan salah satu faktor pengaruh dari keefektifan metode koagulasi (Stepherson and Dufi, 1996) karena dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi komponen aktif koagulan. Okuda dkk. (1999) menyatakan bahwa kekuatan ion dari larutan garam meningkatkan efisiensi ekstraksi dari komponen aktif *M.oleifera* sebagai koagulan alami. Kapasitas koagulasi *M.oleifera* terekstrak NaCl 1 M 7,4 kali lebih besar dibandingkan ekstraksi dengan aquades dalam menurunkan turbiditas. Menurut Yulianti (2013), konsentrasi larutan garam (NaCl) terbaik untuk ekstraksi biji asam Jawa dalam koagulasi limbah buatan kaolin adalah 1,5 M.

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi koagulan biji asam Jawa-ekstrak NaCl dalam pengolahan limbah warna (*dyes*) buatan (*methyl orange*) dalam penurunan konsentrasinya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh dosis koagulan ekstrak biji asam Jawa-NaCl, pH larutan dan konsentrasi *Methyl orange* terhadap penurunan konsentrasi *Methyl orange*?
2. Bagaimana hasil identifikasi gugus aktif dari ekstrak NaCl biji asam Jawa sebelum dan sesudah interaksi dengan MO?

1.3 Tujuan Masalah

1. Mempelajari pengaruh dosis koagulan ekstrak biji asam Jawa-NaCl, pH larutan dan konsentrasi *Methyl orange* terhadap penurunan konsentrasi *Methyl orange*
2. Menentukan gugus aktif dari ekstrak NaCl biji asam Jawa sebelum dan sesudah interaksi dengan MO

1.4 Batasan Masalah

1. Sampel yang digunakan adalah sampel buatan *methyl orange*
2. Biji asam Jawa yang digunakan berasal dari kabupaten Bojonegoro
3. Konsentrasi NaCl yang digunakan adalah 1,5 M

1.5 Manfaat

1. Memberikan masukan kepada industri penghasil limbah warna/*dyes* (tekstil, celup atau batik) tentang metode alternatif pengolahan limbah warna.
2. Mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah warna.

1.6 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh dari variasi dosis ekstrak NaCl-biji asam Jawa, pH dan konsentrasi sampel terhadap kemampuan koagulasi, dengan :

H₀: Variasi dosis, pH dan konsentrasi sampel tidak berpengaruh terhadap kemampuan koagulan.

H₁: Variasi dosis, pH dan konsentrasi sampel berpengaruh terhadap kemampuan koagulan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biji Asam Jawa

Asam merupakan tanaman daerah tropis. Pohon asam memiliki tinggi 15-25 m dan biji dalam tangkainya ada 1-12 buah berwarna coklat mengkilat seperti ditunjukkan pada gambar 2.1. Biji dibagi dalam tiga bagian utama yaitu kulit biji (*spermodermis*), kulit ari tali pusar (*funiculus*), dan inti biji (*nukleus seminis*). Kulit biji terdiri dari lapisan luar, lapisan tengah dan lapisan kulit dalam. Inti biji asam terdiri dari lembaga (*embryo*), dan puti lembaga (*albumen*) yang berupa jaringan cadangan makanan untuk permulaan pertumbuhan (Steenis, 2006).

Dalam Al-Qur'an dijelaskan bahwa Allah SWT menciptakan tumbuhan untuk makhluk dengan bagian-bagiannya yang diantaranya meliputi buah, kelopak, termasuk bijinya. Hal ini dijelaskan pada surat Ar-Rahman (55) : 10-12,

وَالْأَرْضَ وَضَعَهَا لِلْأَنَامِ ﴿١٠﴾ فِيهَا فَكِّهَةٌ وَالنَّخْلُ ذَاتُ الْأَكْمَامِ ﴿١١﴾ وَالْحَبُّ ذُو الْعَصْفِ ﴿١٢﴾
وَالرَّيْحَانُ ﴿١٣﴾

Artinya : “Dan bumi diletakkan-Nya untuk makhluk; di dalamnya ada buah-buahan, dan pohon kurma yang mempunyai kelopak mayang, dan biji-bijian yang berkulit dan bunga-bunga yang harum aromanya”

Kata (الْحَبِّ) *al-habb* dipahami dalam arti tumbuhan yang merupakan makanan pokok, seperti beras dan gandum (Shihab, 2002). *Al-habb* yang berarti biji-bijian dapat diperluas makna hingga mencakup biji-bijian seperti biji asam Jawa.

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

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Fabales
 Suku : Fabaceae
 Genus : Tamarindus
 Spesies : *Tamarindus indica* L.



Gambar 2.1 Biji asam Jawa

Komposisi biji asam Jawa (*T. indica*) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Biji Asam Jawa

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

Sumber: Duke's, 2007

2.2 Biji Asam Jawa sebagai Koagulan Alami

Pusat-pusat pengolahan air perkotaan baik itu *water treatment* atau *waste treatment* dengan skala besar mengolah air dengan cara menambahkan senyawa kimia penggumpal (koagulan) ke dalam air kotor yang akan diolah. Melalui cara tersebut, partikel-partikel yang berada di dalam air akan menjadi suatu gumpalan yang lebih besar lalu mengendap, baru kemudian air di bagian atas yang bersih dipisahkan untuk digunakan keperluan sehari-hari, namun koagulan yang baik tidak mudah dijumpai di berbagai daerah terpencil. Salah satu alternatif yang tersedia secara lokal adalah penggunaan koagulan alami dari tanaman, yang barangkali, dapat diperoleh di sekitar kita. Beberapa penelitian telah lama mempelajari potensi penggunaan berbagai koagulan alami dalam proses pengolahan air skala kecil, menengah, dan besar.

Hendriarianti dan Humairoh (2011) menyatakan bahwa salah satu alternatif koagulan alami yang berasal dari tanaman adalah biji asam Jawa (*Tamarindus indica*). Sebagaimana firman Allah dalam surat asy-Syu'ara ayat 7 yang berbunyi:


 أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?” (QS. Asy - Syu'ara (42) : 7).

Kata *kariim* menggambarkan sesuatu yang baik. Tumbuhan yang baik, paling tidak adalah yang subur dan bermanfaat (Shihab, 2002).

Biji asam Jawa pada prinsipnya mengandung tannin, minyak esensial, serta polimer alami seperti pati, getah, perekat dan yang berperan sebagai flokulan adalah protein yang larut dalam air yang akan menghasilkan protein larut air yang

bermuatan positif. Larutan tersebut memiliki sifat seperti polielektrolit alum dan merupakan polimer yang dapat mengikat partikel koloid dan membentuk flok yang dapat mengendap. Mekanisme penurunan konsentrasi logam berat juga dimungkinkan karena adanya aktivitas asam amino bioflokulan yang mampu mengadsorpsi dan membentuk ikatan antar partikel air limbah dan bioflokulan sehingga terbentuk ikatan-ikatan yang stabil dapat mengendap. Menurut Enrico (2008) kandungan aktif dalam biji asam Jawa (*Tamarindus indica*) yang bersifat positif bersumber dari polimer yang dapat bereaksi dengan partikel yang bermuatan negatif dalam limbah melalui mekanisme jembatan partikel yang mengadsorpsi muatan negatif koloid selama proses flokulasi.

Biji asam Jawa merupakan salah satu biji yang mempunyai kemampuan untuk mengumpulkan dan mempercepat proses pengendapan, sehingga banyak digunakan untuk pengolahan air bersih dan air limbah sebagai alternatif pengganti koagulan kimia (Nurika dkk., 2007). Kemampuan biji asam Jawa sebagai biokoagulan limbah diakibatkan kandungan proteinnya yang cukup tinggi yang dapat berperan sebagai polielektrolit. Protein yang terlarut dalam biji asam Jawa mengandung gugus $-NH^{3+}$ yang dapat mengikat partikel-partikel yang bermuatan negatif sehingga partikel-partikel tersebut terdestabilisasi membentuk ukuran partikel yang lebih besar yang akhirnya dapat terendapkan (Hendrawati dkk., 2013).

Nurika dkk. (2007) telah memvariasi konsentrasi serbuk asam Jawa yaitu 6 g/L, 10 g/L dan 14 g/L dengan lama pengadukan yaitu 3 dan 5 menit. Hasil perlakuan terbaik yaitu biji asam Jawa 14 g/L dengan lama pengadukan 3 menit hanya BOD₅ yang memenuhi baku mutu limbah cair tahu, sedangkan TSS, DO

dan pH masih belum memenuhi baku mutu. Hal ini disebabkan oleh serbuk biji asam Jawa yang mempunyai kemampuan mengikat bahan-bahan organik dalam limbah cair tahu menjadi cepat mengendap dan mengumpul menggabungkan partikel serbuk biji asam Jawa dengan bahan organik dalam air limbah.

Ramadhani dan Atiek (2013) menyatakan dalam 500 mg ekstrak biji asam Jawa, terdapat 0,6 mg ion Ca^+ , 0,9 mg ion Mg^+ dan 0,4 ion Fe^{2+} . Bahan organik yang terkandung dalam air limbah memiliki muatan negatif sehingga dapat berikatan dengan ion-ion positif yang terkandung dalam koagulan. Maka, ekstrak kasar biji asam Jawa pada dosis 1500 mg/L dengan kecepatan putaran koagulasi sebesar 180 rpm, kecepatan putaran flokulasi sebesar 80 rpm selama 45 menit mampu menurunkan kadar BOD, COD dan TSS berturut-turut sebesar 82,62 %, 81,72 % dan 76,47 % sehingga memenuhi baku mutu buangan limbah industri berdasarkan Peraturan Gubernur No.45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri, yaitu 30 mg/L untuk BOD, 80 mg/L untuk COD dan 100 mg/L untuk TSS.

Madhavi dan Rajkumar (2013) telah memvariasi dosis ekstrak biji asam Jawa (50, 100, 150, 200 dan 250 mg/L) dan didapat dosis optimum 150 mg/L pada pH 8 dapat menurunkan kekeruhan sebesar 78 %. Hendriarianti dan Humairoh (2011) juga telah memvariasi ekstrak biji asam Jawa yaitu 1,5; 2,5 dan 3,5 gr/L dan dosis optimum yang digunakan pada limbah cair industri penyamakan adalah 3,5 gr/L pada reaktor koagulasi dengan kecepatan putaran 200 rpm selama 1 menit, flokulasi dengan kecepatan putaran 20 rpm selama 30 menit dan sedimentasi 60 menit dapat menurunkan TSS dan COD sebesar 83,3 % dan 92,2 %. Koagulan biji asam Jawa berfungsi mengikat partikel TSS yang dapat

mengendapkan secara alami karena adanya stabilitas suspensi koloid. Berbeda dengan TSS, penyisihan COD terjadi akibat proses kimia saat koagulan berikatan dengan partikel penyebab COD (proses koagulasi), juga dipengaruhi oleh proses flotasi.

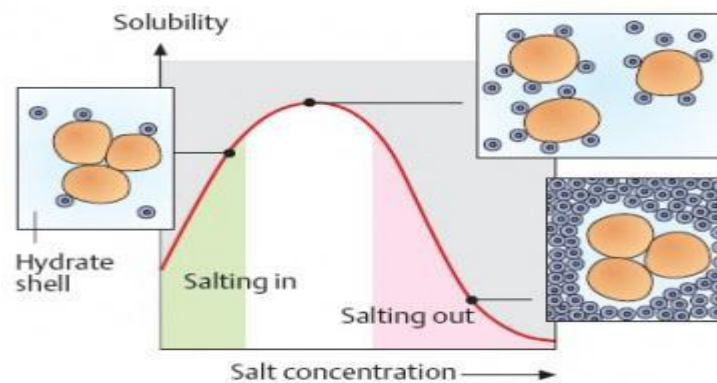
Menurut Enrico (2008) ukuran partikel sangat berpengaruh terhadap turbiditas karena semakin kecil partikel, maka luas bidang kontak antara koagulan dengan limbah cair industri tahu akan semakin besar, dimana pada ukuran partikel ayakan tepung, partikel biji asam Jawa kurang memberikan hasil signifikan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

2.3 Pengaruh Garam terhadap Protein

Protein terdiri dari berbagai kelompok muatan sehingga kelarutannya tergantung pada konsentrasi garam terlarut, polaritas pelarut, pH dan temperatur. Faktor-faktor tersebut dapat diatur untuk mengendapkan protein. Kelarutan protein pada konsentrasi ion rendah akan meningkat dengan penambahan garam dan disebut *salting-in*. Penambahan ion melindungi berbagai muatan ion protein sehingga memperlemah gaya tarik antar molekul protein. Seiring dengan penambahan garam, terutama garam sulfat, kelarutan protein akan kembali menurun yang disebut *salting-out*. Peristiwa *salting-out* terjadi sebagai hasil dari persaingan antara penambahan garam ion dan larutan terlarut lainnya (molekul protein) dalam molekul larutan pelarut (air). Pada konsentrasi garam yang sangat tinggi, banyaknya penambahan ion menjadikan kurangnya pelarut untuk melarutkan substansi lain termasuk protein (Alzahrani, 2010).

Proses presipitasi dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu *salting-in* dan *salting-out*. Metode *salting-in* dilakukan dengan menambahkan garam yang tidak jenuh atau pada konsentrasi rendah sehingga protein akan terus meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi garam, apabila konsentrasi garam ditingkatkan terus, maka kelarutan protein akan turun, pada konsentrasi garam yang lebih tinggi, protein akan mengendap, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.2. Pengendapan pada metode *salting-out* terjadi karena proses persaingan antara garam dan protein untuk mengikat air. Grup ion pada permukaan protein menarik banyak molekul air dan berikatan sangat kuat. Penambahan garam amonium sulfat ke dalam larutan protein akan menyebabkan tertariknya molekul air oleh ion garam. Hal tersebut disebabkan ion garam memiliki densitas muatan yang lebih besar dibandingkan protein (Deutscher, 1990).

Penelitian Okuda dkk. (1999) menunjukkan bahwa efisiensi koagulasi dapat ditingkatkan dengan mengekstraksi komponen bioaktif yang berada pada biji kelor menggunakan garam (*salting-in*). Biji kelor yang diekstrak menggunakan larutan NaCl 1 M menunjukkan aktivitas koagulasi yang lebih baik dengan dosis 7,4 kali lebih rendah dibandingkan biji kelor yang diekstrak dengan aquades (*distilled water*). Menurut Okuda dkk. (2001) hasil purifikasi ekstrak biji kelor tidak menunjukkan hasil yang bagus pada kekeruhan rendah dan efektif pada kekeruhan tinggi. Hal ini juga dibuktikan pada penelitian Muyubi dkk. (2003) ekstrak biji kelor pada kekeruhan 32 NTU menurun hanya 69 % sedangkan pada kekeruhan 502 NTU menurun hingga 99 %.



Gambar 2.2 Pengaruh konsentrasi garam terhadap kelarutan protein

2.4 Methyl Orange

Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organik tidak jenuh dengan kromofor dan auksokrom. Gugus kromofor merupakan gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna. Pada Tabel 2.2 dapat dilihat beberapa nama gugus kromofor dan struktur kimianya. Sedangkan auksokrom berperan sebagai pengikat warna dengan serat (Manurung dkk., 2004).

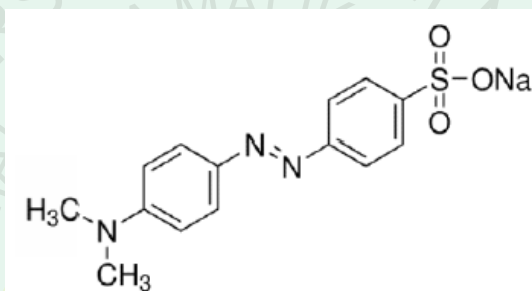
Tabel 2.2 Nama dan Struktur Kimia Kromofor

Nama Gugus	Struktur Kimia
Nitroso	NO atau (-N-OH)
Nitro	NO ₂ atau (NN-OOH)
Grup Azo	-N=N-
Grup Etilen	-C=C-
Grup Karbonil	-C=O-
Grup Karbon-Nitrogen	-C=NH ; CH=N-
Grup Karbon Sulfur	-C=S ; C-S-S-C-

Sumber : Manurung dkk. (2004)

Methyl orange juga merupakan zat warna azo yang digunakan dalam pewarnaan kain. Gugus azo yang dimilikinya merupakan zat warna sintesis dan paling reaktif dalam proses pencelupan bahan tekstil (Widjajanti dkk., 2011).

Methyl orange merupakan molekul zat warna dengan rumus molekul $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$ dan mempunyai berat molekul 327,33 g/mol. Panjang gelombang maksimum larutan *methyl orange* adalah sekitar 465 nm (Oakes dan Gratton, 1998). *Methyl orange* merupakan zat warna dispersi jenis azo yang memiliki kelarutan rendah dalam air dan dapat dihilangkan seperti partikel koloid (Kuo, 1992). Zat warna azo mempunyai sistem kromofor dari gugus azo ($-N=N$) yang berikatan dengan gugus aromatik seperti pada gambar 2.3 (Fadjri, 2012) :



Gambar 2.3 Struktur *Methyl Orange*

2.4.1 Dampak *Methyl Orange*

Methyl orange juga merupakan zat warna azo yang digunakan dalam pewarnaan kain. Gugus azo yang dimilikinya merupakan zat warna sintesis dan paling reaktif dalam proses pencelupan bahan tekstil (Widjajanti dkk., 2011). Zat warna azo paling banyak digunakan dalam aplikasi komersial. Masuknya komponen azo ke dalam lingkungan tidak diinginkan, tidak hanya karena warna yang ditimbulkan tetapi juga karena beberapa zat warna azo dan produk penguraiannya bersifat toksik dan mutagenik bagi kehidupan (Komala dkk., 2008).

2.4.2 Pengolahan *Methyl Orange*

Beberapa metode adsorpsi yang sudah dilakukan untuk penurunan konsentrasi limbah warna pada limbah *methyl orange* kurang efektif, seperti

adsorpsi dengan biomassa fungi yang membutuhkan waktu 8 hari untuk setiap ppm nya (Gopalakrishnan dan Sellappa, 2011), sedangkan adsorpsi dengan zeolit menurunkan konsentrasi limbah warna sekitar 50 % (Widjajanti dkk., 2011).

Mogaddasi dkk. (2010) memvariasi konsentrasi *methyl orange* (20, 40, 60, 80, 100 dan 120 mg/L) untuk adsorpsi dengan serbuk biji asam Jawa dan menunjukkan bahwa pada konsentrasi rendah (20 mg/L) penurunan *methyl orange* mencapai 80 % dan pada konsentrasi 120 mg/L menunjukkan penurunan hanya sekitar 50 %.

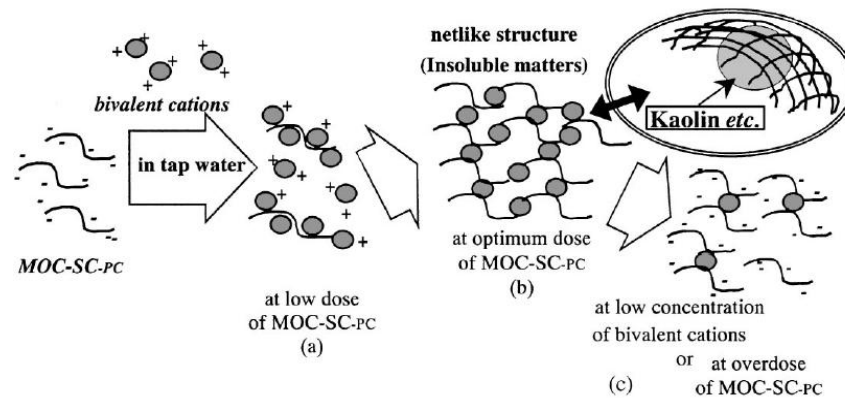
2.5 Ekstraksi NaCl Koagulan Alami

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

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

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

Kondisi optimum dan efisiensi koagulan dapat dilihat dari mekanisme koagulasi. Pada koagulan *Moringa oleifera*, koagulasi komponen aktif seharusnya membentuk struktur seperti jaring dalam air kran digambarkan pada Gambar 2.3 (b). Kation bivalen mungkin elektrik teradsorpsi ke komponen aktif dengan muatan negatif pada pH koagulasi. Komponen aktif mungkin terhubung dengan komponen lain dengan bivalen kation, yang dapat membentuk materi larut pada Gambar. 2.4 (a) dan (b). Di sisi lain, kation monovalen tidak membiarkan dua aktif komponen-motivasi terhubung karena hanya memiliki satu valensi. Komponen aktif yang kekurangan kation bivalen dapat menghambat pembentukan gumpalan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4 (c) mengakibatkan hilangnya hal-hal tidak larut pada dosis tinggi dari *Moringa oleifera* (Okuda dkk., 2001).



Gambar 2.4 Mekanisme koagulasi menggunakan *Moringa Oleifera* yang diekstrak dengan pelarut garam (Okuda *dkk.*, 2001)

2.6 Koagulasi dan Flokulasi

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

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

Koagulasi adalah penambahan koagulan ke dalam air baku diikuti dengan pengadukan cepat yang bertujuan untuk mencampur antara koagulan dengan koloid. Partikel dengan ukuran butir sangat kecil tidak dapat diendapkan dalam

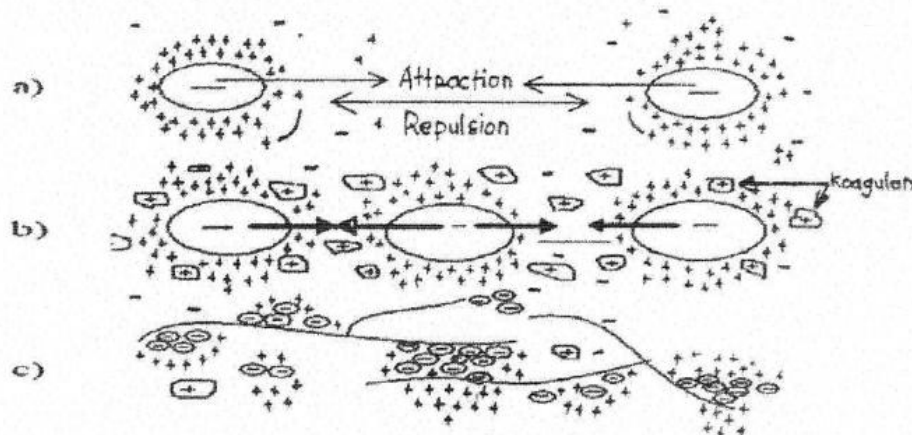
unit sedimentasi. Partikel dengan diameter 0,06 mm membutuhkan waktu 10 jam untuk mengendapkan dalam bak sedimentasi yang mempunyai kedalaman 3 meter, dan partikel yang berdiameter 0,002 mm membutuhkan waktu mengendap selama 4 hari. Ketepatan waktu selama ini tidak dapat dipraktekkan dalam perencanaan.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

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

2.6.1 Mekanisme Koagulasi dan Flokulasi

Partikel-partikel yang sangat halus/koloid bersifat stabil dalam air di-non-stabilkan muatan permukaannya dengan zat koagulan sehingga terjadi gaya tarik-menarik membentuk flok-flok. Partikel-partikel suspensi maupun koloidal-

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



Gambar 2.5 Mekanisme koagulasi a) gaya yang ditunjukkan oleh partikel koloid pada kondisi stabil, b) destabilisasi partikel koloid oleh penambahan koagulan, c) pembentukan flok-flok yang terikat membentuk benang panjang (Sumber: Hammer dalam Aslamiah, 2013).

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

- Partikel koloid dalam air yang bermuatan listrik sama (misalnya negatif), akan saling tolak menolak dan tidak dapat saling mendekat. Kondisi ini disebut stabil.
- Larutan jika ditambah ion logam, misalnya yang berasal dari koagulan maka akan terjadi pengurangan repulsi sesama koloid. Kondisi ini disebut destabilisasi koloid, yang memungkinkan koloid saling mendekat dan membentuk mikroflok.
- Mikroflok-mikroflok tersebut cenderung untuk bersatu dan membentuk makroflok karena sudah mengalami destabilisasi dan akan mengendap.

2.6.2 Faktor yang Mempengaruhi Koagulasi dan Flokulasi

a. Dosis Koagulasi

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

b. Kecepatan Pengadukan

Pengadukan pada proses koagulasi dibutuhkan untuk reaksi penggabungan antara koagulan dengan bahan organik dalam air, melarutkan koagulan dalam air, menggabungkan inti-inti endapan menjadi molekul besar, dan untuk memberi kesempatan pada partikel-partikel flok kecil yang sudah terkoagulasi untuk bergabung menjadi flok yang lebih besar. Kecepatan pengadukan yang tepat sangatlah penting dalam proses koagulasi. Kurangnya kecepatan putaran pengadukan akan menyebabkan koagulan tidak dapat terdispersi dengan baik, begitu sebaliknya apabila kecepatan putaran terlalu tinggi akan menyebabkan flok-flok yang sudah terbentuk akan terpecah kembali sehingga terjadi pengendapan tidak sempurna (Hammer dalam Aslamiah, 2013). Menurut Utami (2011), pengadukan menggunakan *Jar Test*

dengan kecepatan koagulasi 230 rpm selama 2 menit dan flokulasi 30 rpm selama 15 menit.

c. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman adalah suatu besaran yang menyatakan sifat asam basa dari suatu larutan (Hammer dalam Aslamiah, 2013). Pada penelitian Enrico (2008) telah memvariasi pH limbah industri cair tahu yaitu 4, 6, 8 dan 10. Hasil optimum penyisihan tertinggi pada pH 4 mampu menyisihkan kekeruhan sebesar 87,88 %, TSS sebesar 98,87 % dan COD sebesar 22,40 % menggunakan koagulan biji asam Jawa. Koagulan biji asam Jawa bekerja efektif pada pH 4 mungkin disebabkan karena kandungan asam tartarat yang terdapat pada bijinya, sehingga ion H^+ pada asam tartarat tersebut berikatan dengan ion negatif pada partikel koloid limbah cair industri tahu. Menurut Utami (2011), pH sangat berpengaruh terhadap penurunan fosfat pada koagulan biji kelor, trembesi dan kacang merah. pH 2 adalah pH kondisi optimum. Semakin asam kondisi limbah semakin besar persentase penurunan fosfat.

d. Waktu Pengendapan

Pengendapan dilakukan untuk memisahkan benda terlarut atau tersuspensi pada air keruh. Pengendapan juga merupakan suatu cara yang digunakan untuk memisahkan lumpur yang terbentuk akibat penambahan bahan kimia/ koagulan (Hammer dalam Aslamiah, 2013).

e. Pengaruh Kekeruhan

Kekeruhan teramati sebagai sifat optik larutan yang mengandung zat yang tersuspensi di dalam air. Intensitas cahaya yang dihamburkan semakin

tinggi, maka semakin tinggi pula kekeruhan dan sebaliknya (Hammer dalam Aslamiah, 2013). Penelitian Muyubi dkk. (2003) menyatakan bahwa hasil purifikasi biji kelor yang diujikan pada kekeruhan rendah (35 NTU), kekeruhan sedang (100 NTU) dan kekeruhan tinggi (300 NTU) menunjukkan biji kelor memiliki nilai terbaik dalam menurunkan kekeruhan tingkat sedang dibandingkan yang lain.

f. Pengaruh Jenis Koagulan

Pemilihan koagulan disesuaikan dengan jenis koagulan yang terkandung di dalam air. Koagulan yang dapat dipakai adalah koagulan alami seperti biji kelor atau koagulan sintesis seperti tawas (Hammer dalam Aslamiah, 2013). Menurut Sarpong dan Clinton (2010), penurunan kekeruhan pada limbah buatan rata-rata adalah 77 % dibandingkan 89 %, masing-masing untuk ekstrak kasar *Moringa oleifera* dan tawas. Menurut Aslamiah (2013) koagulan biji kelor dapat membuat pH limbah pada kisaran pH normal.

g. Pengaruh Temperatur

Temperatur mempunyai hubungan erat dengan viskositas air, semakin tinggi suhu air semakin kecil viskositasnya. Viskositas ini akan berpengaruh pada pengendapan flok. Hal ini terjadi karena bertambahnya suhu akan meningkatkan gradien kecepatan sehingga flok akan terlarut kembali (Hammer dalam Aslamiah, 2013).

2.7 Pengukuran Parameter Kualitas Air

Untuk mengetahui lebih luas tentang air limbah, maka perlu kiranya diketahui juga secara detail mengenai kandungan yang ada di dalam air limbah

juga sifat-sifatnya. Adapun cara pengukuran yang dilakukan pada setiap jenis sifat tersebut dilaksanakan secara berbeda-beda sesuai dengan keadaannya. Analisis jumlah dan satuan biasanya diterapkan untuk menelaah bahan kimia (Sugiharto, 2005).

2.7.1 Analisis Penurunan Konsentrasi *Methyl Orange* dengan Koagulasi

Konsentrasi pewarna ditentukan menggunakan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang maksimum, yaitu 462,5 nm untuk pewarna *methyl* jingga (Widjajanti, 2011) atau 470 nm (Mogaddasi dkk., 2010).

Besarnya efisiensi penurunan konsentrasi warna dinyatakan dalam bentuk persentase (%), dengan rumus sebagai berikut (Heredia dkk., 2012) :

$$\text{Eff} = \frac{C_o - C_i}{C_o} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana : Ef = efisiensi proses penurunan parameter (%)

C_o = konsentrasi sebelum proses

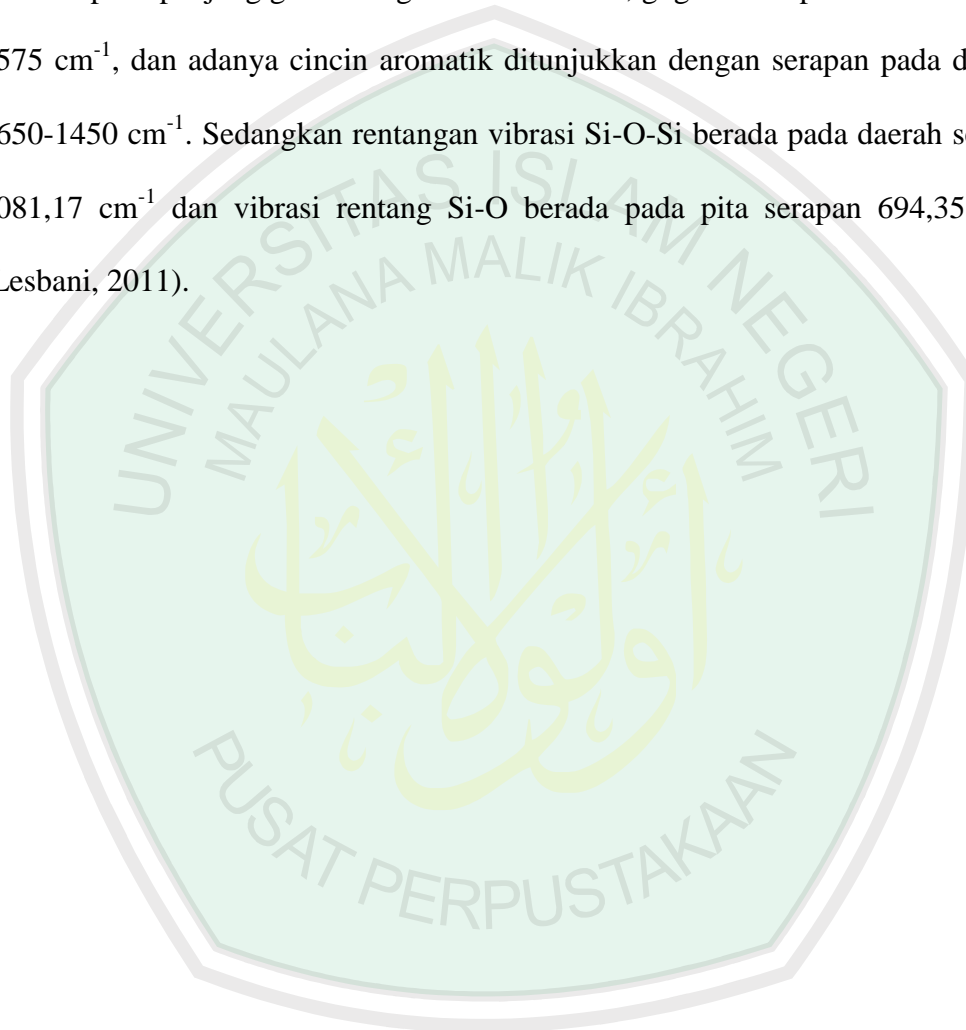
C_i = konsentrasi setelah proses

2.8 Karakterisasi Gugus Aktif Biji Asam Jawa dengan Spektroskopi Infra merah

Spektroskopi inframerah digunakan untuk menentukan gugus fungsi suatu senyawa. Spektrofotometer inframerah dapat mendeteksi pengabsorpsian energi pada berbagai frekuensi dengan memplot jumlah radiasi inframerah yang diteruskan melalui cuplikan sebagai fungsi frekuensi atau panjang gelombang radiasi. Plot tersebut adalah spektrum inframerah yang memberikan informasi penting tentang gugus fungsional suatu molekul. Gugus fungsional dari suatu

senyawa dapat diketahui dengan membandingkan spektrum inframerah dari dua senyawa yang diperkirakan identik (Sastrohamidjojo, 1992).

Daerah vibrasi untuk gugus fungsi pada *methyl orange* yaitu gugus S=O berkisar pada panjang gelombang $1375\text{-}1300\text{ cm}^{-1}$, gugus N=N pada daerah $1630\text{-}1575\text{ cm}^{-1}$, dan adanya cincin aromatik ditunjukkan dengan serapan pada daerah $1650\text{-}1450\text{ cm}^{-1}$. Sedangkan rentangan vibrasi Si-O-Si berada pada daerah sekitar $1081,17\text{ cm}^{-1}$ dan vibrasi rentang Si-O berada pada pita serapan $694,35\text{ cm}^{-1}$ (Lesbani, 2011).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika Universitas Brawijaya serta Laboratorium Kimia Organik Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada bulan September 2014 -Februari 2015.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini diantaranya adalah seperangkat pH meter, seperangkat spektrofotometri Uv-vis Shimadzu (UVmini-1240), seperangkat corong Buchner, seperangkat spektrofotometer Varian 1000 FTIR, seperangkat peralatan gelas, jar test, shaker incubator Barnstead, oven, desikator, dan neraca analitik AA 200.

3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan diantaranya *Methyl orange* p.a, biji asam Jawa dari kabupaten Bojonegoro, natrium klorida (NaCl) 1,5 M, asam sulfat (H_2SO_4) 0,1 N, natrium hidroksida (NaOH) 0,1 N, kalium bromide (KBr) p.a.

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui pengujian eksperimental di laboratorium. Sampel yang diuji adalah sampel buatan limbah cair pewarna *methyl orange* dan biji asam Jawa sebagai bahan koagulannya. Tahap pertama yang dilakukan adalah preparasi sampel beserta penentuan kurva baku *methyl orange* kemudian preparasi koagulan meliputi penentuan kadar air dan ekstraksi komponen aktif koagulan dengan larutan garam (NaCl 1,5 M).

Selanjutnya yaitu proses koagulasi-flokulasi oleh koagulan biji asam Jawa-NaCl 1,5 M dengan 6 variasi dosis koagulan pada limbah buatan *methyl orange* konsentrasi (40 mg/L) menggunakan alat *jar test*. Selanjutnya dilakukan pengukuran penurunan konsentrasi warna menggunakan spektrometer Uv-vis pada panjang gelombang maksimum *methyl orange* sehingga diperoleh dosis koagulan optimum yang kemudian digunakan untuk mengetahui pH terbaik medium (sampel) dari 6 variasi pH. Koagulan dengan dosis dan pH sampel terbaik diujikan pada 6 variasi konsentrasi sampel (*methyl orange*) sehingga diperoleh konsentrasi limbah terbaik yang dapat dikoagulasi oleh koagulan biji asam Jawa-NaCl. Tahap terakhir adalah karakterisasi senyawa aktif pada biji asam Jawa sebelum dan setelah diinteraksikan dengan limbah *methyl orange* dengan FTIR.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian dengan variasi dosis koagulan dan pH sampel

Parameter	Ekstrak NaCl biji asam Jawa (mL/L)							pH <i>Methyl Orange</i>					
	10	20	40	80	120	160	200	3	4	5	6	7	8
[MO]													

Tabel 3.2 Rancangan Penelitian dengan variasi konsentrasi (*Methyl orange*)

Parameter	[MO]			
	10	40	70	100
[MO]				

3.4. Tahapan Penelitian

- Preparasi sampel
 - Limbah buatan *Methyl orange*
 - Koagulan (ekstrak NaCl-biji asam Jawa)
 - Penentuan kadar air biji asam Jawa

- Ekstraksi komponen aktif biji asam Jawa
- Penentuan panjang gelombang dan kurva baku sampel *Methyl orange*
- Percobaan koagulasi (*Jar Test*)
- Pengukuran Parameter Kualitas Air
 - Pengukuran konsentrasi warna *methyl orange*
- Analisis FTIR
- Analisis data

3.5. Prosedur Penelitian

3.5.1 Preparasi Sampel

3.5.1.1 Larutan Induk *Methyl Orange* 100 ppm (Fadjri, 2012)

Larutan induk *methyl orange* 100 ppm dibuat dengan cara melarutkan 0,1 g serbuk *methyl orange* dengan 100 mL akuades hingga larut. Kemudian diencerkan dengan labu takar 1000 mL sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan *methyl orange* 100 ppm sebanyak 1000 mL.

3.5.1.2 Koagulan (ekstrak NaCl-biji asam Jawa)

3.5.1.2.1 Analisis Kadar Air Koagulan Biji Asam Jawa

Analisis kadar air dilakukan pada biji asam Jawa (*Tamarindus Indica*) yang telah digiling hingga berupa serbuk putih. Analisa kadar air dilakukan dengan metode gravimetri yaitu dengan pemanasan. Sebelumnya cawan ditimbang terlebih dahulu, kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 100-105 °C sekitar 15 menit untuk menghilangkan kadar airnya. Cawan yang telah dipanaskan disimpan dalam desikator sekitar 10 menit. Cawan tersebut

selanjutnya ditimbang dan dilakukan perlakuan sama sampai diperoleh berat cawan konstan (berat cawan kosong). Serbuk biji asam Jawa ditimbang sebanyak 5 g. Sampel biji asam Jawa dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui berat konstannya dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105 °C selama ± 1 jam untuk menghilangkan kadar air dalam sampel, kemudian sampel disimpan dalam desikator sekitar ± 30 menit dan ditimbang, perlakuan ini diulangi sampai didapatkan berat konstan. Kadar air dalam sampel biji asam Jawa dihitung menggunakan rumus berikut :

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

Keterangan : a = berat konstan cawan kosong (g)

b = berat cawan + sampel sebelum dikeringkan (g)

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

$$\text{Faktor koreksi} = \frac{100}{100 - \% \text{kadar air}} \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

3.5.1.2.2 Ekstraksi Komponen Aktif Biji Asam Jawa (Yulianti, 2013)

Biji asam Jawa yang sudah kering digiling hingga berupa serbuk halus yang seragam. Ditimbang serbuk sebanyak 10 g dan dimasukkan ke dalam 1000 mL larutan NaCl 1,5 M. Dikocok menggunakan *shaker* selama 10 menit dengan kecepatan 150 rpm dan disaring dengan corong *Buchner*. Diperoleh ekstrak cair biji asam Jawa-NaCl (koagulan).

3.5.2 Penentuan Kurva Baku *Methyl Orange*

Larutan standar dibuat dengan mengencerkan larutan induk *methyl orange* 100 ppm menjadi 1, 2, 3, 4, dan 5 mg/L masing-masing sebanyak 100 mL. Setelah

itu ditentukan λ maks pada panjang gelombang 400-600 nm. Diperoleh λ maks dan diukur absorbansi pada λ maks tersebut, sehingga diperoleh kurva baku yang linear.

3.5.3 Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Jar test (Okuda dkk., 2001)

3.5.3.1 Penentuan Dosis Koagulan Terbaik

Disiapkan enam beaker glass berisi 250 mL sampel *methyl orange* 40 ppm dan ditambahkan koagulan dengan variasi dosis 10, 20, 40, 60, 80, dan 100 mL/L. Diletakkan sampel pada slot Jar test.

Dilakukan pengadukan dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit sebagai pengadukan cepat dan diturunkan menjadi 30 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat. Didiamkan selama 1 jam, kemudian air hasil koagulasi disaring dengan kertas saring dan diambil filtrat untuk dianalisis intensitas warna menggunakan spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang maksimumnya (462,5 nm). Diperoleh dosis koagulan terbaik. Diulangi perlakuan hingga tiga kali.

3.5.3.2 Penentuan pH *Methyl orange* Terbaik

Disiapkan enam beaker glass berisi 250 mL sampel *Methyl orange* 80 ppm dan divariasi pH medium 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Untuk membuat larutan asam ditambahkan larutan H_2SO_4 0,1 N sedangkan untuk larutan basa ditambahkan larutan NaOH 0,1 N. Pengukuran pH dilakukan dengan pH meter. Dibilas elektrode pada pH meter dengan aquades hingga beberapa kali dan dikeringkan dengan tisu. Dipastikan pH meter dikalibrasi sebelum digunakan. Dimasukkan

50 mL air limbah ke dalam beaker glass 100 mL. Dimasukkan elektrode ke dalam sampel. Dibaca dan dicatat angka yang muncul pada layar pH meter.

Ditambahkan koagulan dosis terbaik ke dalam medium yang sudah divariasi pH. Diletakkan sampel pada slot *Jar Test*. Dilakukan pengadukan dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit sebagai pengadukan cepat dan diturunkan menjadi 30 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat. Didiamkan selama 1 jam, kemudian air hasil koagulasi disaring dengan kertas saring dan diambil filtrat untuk dianalisis intensitas warna menggunakan spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang maksimumnya. Diperoleh pH sampel terbaik. Diulangi percobaan ini hingga tiga kali.

3.5.3.3 Penentuan Pengaruh Konsentrasi Sampel

Disiapkan lima beaker glass berisi 250 mL sampel *methyl orange* pH terbaik dengan variasi konsentrasi 10, 40, 70, 80, 100 mg/L dan ditambahkan koagulan dengan dosis terbaik. Diletakkan sampel pada slot Jar test. Dilakukan pengadukan dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit sebagai pengadukan cepat dan diturunkan menjadi 30 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat. Didiamkan selama 1 jam, kemudian air hasil koagulasi disaring dengan kertas saring dan diambil filtrat untuk dianalisis intensitas warna menggunakan spektrometer UV-vis pada panjang gelombang maksimumnya (nm). Diperoleh penurunan konsentrasi sampel terbaik.

3.5.4 Identifikasi Gugus Aktif Biji Asam Jawa dengan Spektrofotometri

FTIR

Sampel bubuk 1-2 mg per 200 mg KBr dilakukan homogenisasi dengan mortar batu dan alu, kemudian sampel campuran ditekan sehingga menjadi pelet

dengan menggunakan tekan hidrolik 15 ton kemudian pelet diletakkan pada kerangka yang tersedia dan diletakkan pada spektrofotometer. Selanjutnya dianalisis dan diambil spektrumnya. Kemudian diidentifikasi gugus fungsional dari spektrum inframerah dengan menggunakan tabel korelasi.

3.5.6 Teknik Analisis Data

Hasil dari penelitian ini akan disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan analisis statistik ANOVA *one way* sehingga diketahui F hitung dan dilanjutkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) kemudian dideskripsikan hasilnya.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Sampel

4.1.1 Preparasi Limbah Buatan *Methyl Orange*

Penelitian ini dilakukan melalui pengujian eksperimental di laboratorium. Sampel limbah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan limbah tekstil buatan yaitu *Methyl Orange*. Preparasi sampel *Methyl Orange* (MO) dimulai dengan membuat larutan induk. Larutan induk disimpan dalam botol kaca gelap dan dijaga agar tidak terkena sinar matahari secara langsung. Penyimpanan ini bertujuan untuk menjaga kestabilan konsentrasi larutan induk *Methyl Orange* meskipun pada dasarnya senyawa ini stabil karena terbentuk dari gugus azo (-N=N-) dan turunannya yang merupakan gugus benzena. Gugus benzena bersifat stabil dan sulit didegradasi.

4.1.2 Preparasi Koagulan Biji Asam Jawa

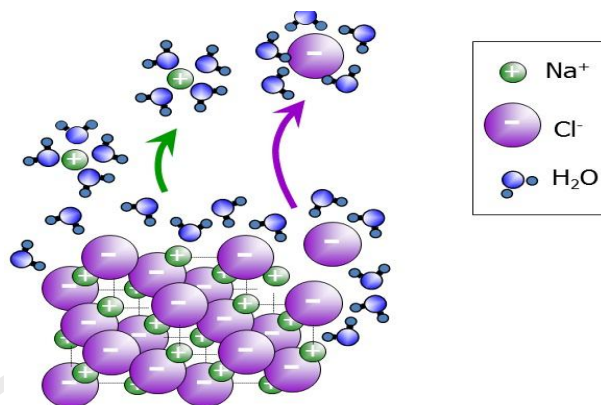
Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) yang tua di pohon dikeringkan dan digiling hingga menjadi serbuk putih kecoklatan yang kemudian ditentukan kadar airnya sebelum diekstrak dengan larutan NaCl 1,5 M. Tujuannya untuk mengetahui kadar air sehingga dapat diketahui masa simpannya. Analisa kadar air dilakukan dengan metode gravimetri.

Kadar air biji asam Jawa diperoleh sebesar 12 %. Nilai tersebut melebihi nilai kadar air dimana suatu bahan dikatakan baik, karena lebih dari 10 %. Bahan dengan kadar air kurang dari 10 % cenderung dapat disimpan dalam jangka waktu

yang lebih panjang. Sebaliknya, jika kadar air suatu bahan melebihi 10 %, maka bahan tersebut cenderung lebih mudah untuk ditumbuhi jamur, sehingga perlu disimpan di dalam almari pendingin. Hasil ini hampir sama dengan hasil penelitian Riantini (2014) yang menyatakan bahwa kadar air biji asam Jawa mencapai hampir 11 %.

Biji asam Jawa yang telah berupa serbuk diekstrak dengan larutan garam NaCl sehingga diperoleh koagulan biji asam Jawa yang berwarna bening sedikit kecoklatan. Ekstraksi biji asam Jawa dengan NaCl bertujuan untuk memperoleh ekstrak yang kemudian dimanfaatkan sebagai koagulan. Ekstraksi ini menggunakan NaCl dengan konsentrasi rendah yaitu 1,5 M, karena konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi garam terbaik untuk ekstraksi biji asam Jawa (Yulianti, 2013). Garam akan menyebabkan protein yang ada dalam biji asam Jawa menjadi bermuatan, kemudian akan lebih larut dalam air. Dengan semakin bertambahnya kadar elektrolit di lingkungan sekitar biji asam Jawa, diharapkan kelarutan proteinnya akan semakin tinggi. Poedjadi (2006) mengatakan, beberapa jenis protein lebih larut dalam larutan garam daripada air, misalnya globulin, albumin dan histon.

Pada proses pelarutan garam dengan air, molekul-molekul (H_2O) air akan menata posisi sehingga atom O yang memiliki dipol negatif akan lebih mendekati kation Na^+ , sedangkan atom hidrogen yang memiliki dipol positif akan mendekati anion Cl^- . Hal tersebut mengakibatkan Na^+ dan Cl^- mengalami hidrasi yaitu dikelilingi oleh molekul air (H_2O). Adapun interaksi yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 4.1.

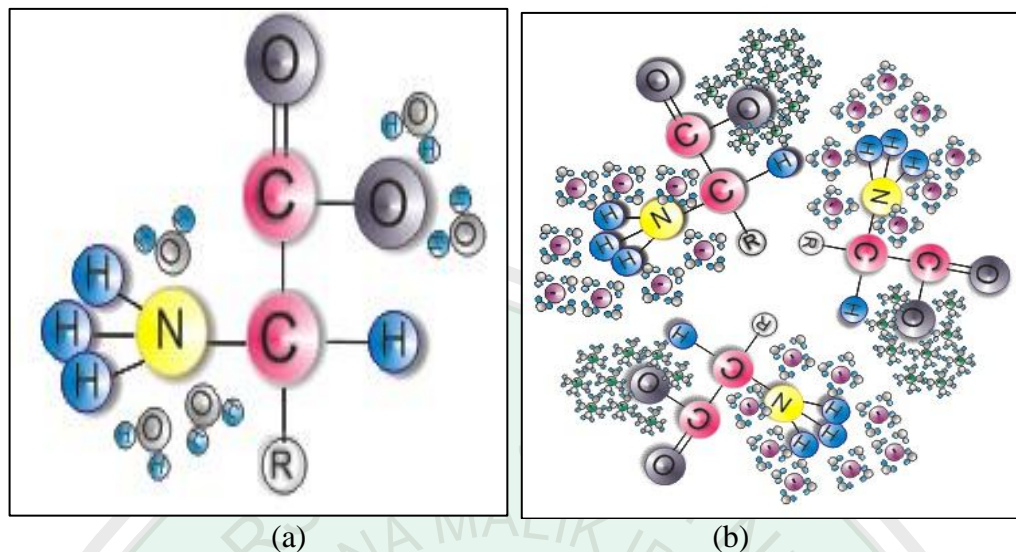


Gambar 4.1 Pelarutan garam NaCl dalam air

Penggunaan shaker dalam mencampurkan larutan garam dengan biji asam Jawa bertujuan untuk memaksimalkan kontak antara serbuk biji asam jawa dengan larutan NaCl. Penyaringan campuran dilakukan dengan menggunakan kertas saring *whatman* nomor 40 dan bantuan corong *Buchner* sehingga diperoleh filtrat yang kemudian digunakan sebagai koagulan.

Sebagian protein kurang larut dalam air namun lebih dapat larut dalam garam (Gultom, 2001). Proses pelarutan protein dapat terjadi melalui mekanisme *salting in* dan *salting out*. Menurut Okuda (2001), kelarutan koagulan dari biji kelor yang diekstrak tanpa larutan garam menunjukkan aktivitas koagulasi mendekati nol. Aktivitas koagulan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi garam. Hal ini membuktikan bahwa komponen aktif koagulan (protein) kurang larut dalam air tanpa NaCl atau garam lainnya.

Perbedaan kelarutan protein dari biji asam Jawa dalam air dan dalam garam NaCl dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Interaksi Dugaan Protein dengan air dan larutan garam

Berdasarkan Gambar 4.2 terlihat bahwa protein lebih dapat larut dalam garam. Larutan garam NaCl yang terhidrasi lebih mampu memutus ikatan peptida karena membawa molekul H₂O lebih banyak daripada larutan air tanpa garam. Protein dalam larutan garam diduga lebih stabil karena dipertahankan oleh gaya elektrostatis agar tidak mudah kembali menjadi bentuk protein lagi.

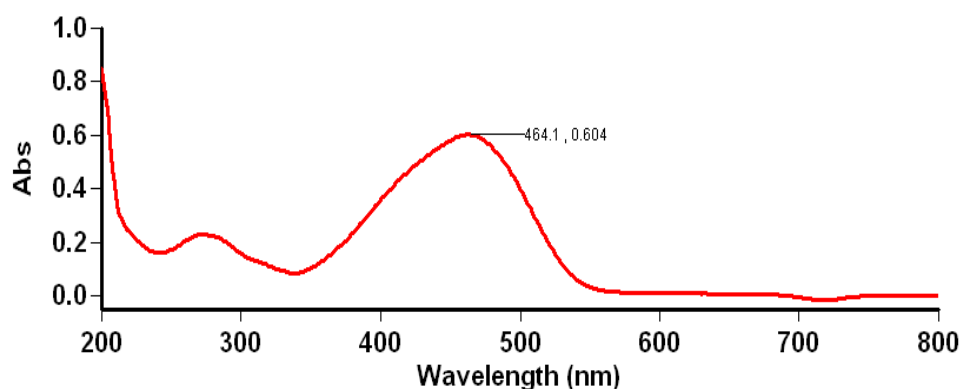
Pola interaksi antara protein dari biji asam Jawa dengan NaCl dapat dilihat dengan membandingkan spektra IR pada Gambar 4.13 dengan Gambar 4.14. Setiap serapan yang muncul pada spektra IR Gambar 4.14 juga terdapat pada Gambar 4.13, yang berarti tidak ada serapan baru sehingga antara serbuk biji asam Jawa dengan NaCl tidak terjadi reaksi kimia melainkan interaksi dipol-dipol atau gaya Van der Waals antara serbuk biji asam Jawa dengan NaCl. Serapan-serapan yang ditunjukkan oleh Gambar 4.14 diduga berasal dari protein karena mengandung gugus-gugus asam amino.

Poedjiadi (2006) menyatakan bahwa asam amino adalah asam karboksilat yang mempunyai gugus amino. Asam amino cenderung mempunyai struktur yang

bermuatan dan senyawa yang mempunyai gugus $-\text{COOH}$ dan $-\text{NH}_2$, serta memberi serapan pada bilangan gelombang 2000-500.

4.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum bertujuan untuk mengetahui pada panjang gelombang berapa sampel dapat terserap secara optimum. Penentuan panjang gelombang pada sampel *Methyl Orange* diukur dengan spektrofotometer Uv-vis dan diperoleh panjang gelombang 464,1 nm. Pada panjang gelombang maksimum ini absorbansi senyawa *Methyl Orange* terbaca secara optimum seperti pada Gambar 4.3. Hasil ini didukung dengan penelitian Widjajanti (2011) yang mendapatkan panjang gelombang maksimum *Methyl Orange* pada 462,5 nm.



Gambar 4.3 Panjang gelombang *Methyl Orange*

Panjang gelombang maksimum yang diperoleh berada pada rentang daerah tampak (400-750 nm), yaitu 464,1 nm, meskipun terlihat ada panjang gelombang lain yang terbaca yaitu pada rentang daerah Ultraviolet yaitu 200-400 nm. Munculnya dua pita spektrum Uv-vis ini dikarenakan terjadinya beberapa transisi

oleh molekul dengan struktur yang lebih kompleks, sehingga mempunyai lebih dari satu panjang gelombang maksimum.

Penyerapan sinar Uv dan Visible pada sampel *Methyl Orange* ini terjadi karena adanya sejumlah gugus kromofor dalam sampel yang mengandung elektron valensi dengan tingkat energi eksitasi yang relatif rendah. Elektron yang terlibat dalam penyerapan Uv-visible sampel *Methyl Orange* ini adalah elektron n (*non-bonding elektron*) atau elektron bukan ikatan. Elektron n biasanya terdapat di sekitar atom N, O dan S yang merupakan satuan unsur pembentuk senyawa *Methyl Orange*. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh kemudian digunakan untuk pengukuran absorbansi baik pada pembuatan kurva baku maupun pengukuran absorbansi sampel *Methyl Orange* yang telah dikoagulasi dengan variasi dosis koagulan.

Penentuan konsentrasi MO pada tahap koagulasi *Methyl Orange* variasi pH diukur pada panjang gelombang dengan kurva baku MO masing-masing pH. *Methyl Orange* pada pH yang berbeda menunjukkan pergeseran panjang gelombang. Panjang Gelombang maksimum variasi pH sampel *Methyl Orange* dapat dilihat pada tabel 4.1.

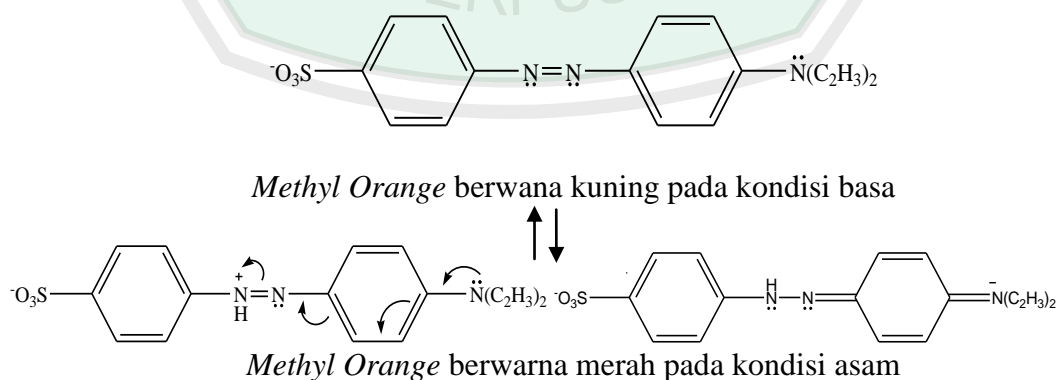
Tabel 4.1 Panjang gelombang Maksimum *Methyl Orange*

pH	Panjang Gelombang Maksimum (nm)
3	467
4	468,1
5	455,1
6	457
7	457
8	457,9

Berdasarkan pada variasi pH sampel *Methyl Orange* diperoleh panjang gelombang maksimum yang berbeda di setiap pH. *Methyl Orange* pada keadaan asam (pH 3-4) cenderung memiliki warna kemerahan dan panjang gelombang yang lebih besar yaitu berkisar pada 468 nm, sedangkan pada keadaan basa berwarna kuning dan panjang gelombang lebih pendek yaitu berkisar pada 457 nm.

Terjadinya pergeseran panjang gelombang ini dipengaruhi oleh adanya perpanjangan konjugasi dari sampel. Energi transisi yang terjadi lebih kecil sehingga panjang gelombang lebih besar. Mekanisme perubahan pH *Methyl Orange* dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Pergeseran batokromik atau pergeseran merah adalah pergeseran serapan maksimum ke panjang gelombang yang lebih besar. Hal ini disebabkan oleh adanya perpanjangan konjugasi (delokalisasi elektron π) dari struktur senyawa yang disebabkan oleh pelarut, pereaksi penggeser dan auksokrom sehingga energi transisi akan lebih kecil, dengan demikian panjang gelombang menjadi lebih besar (Supratman, 2010).

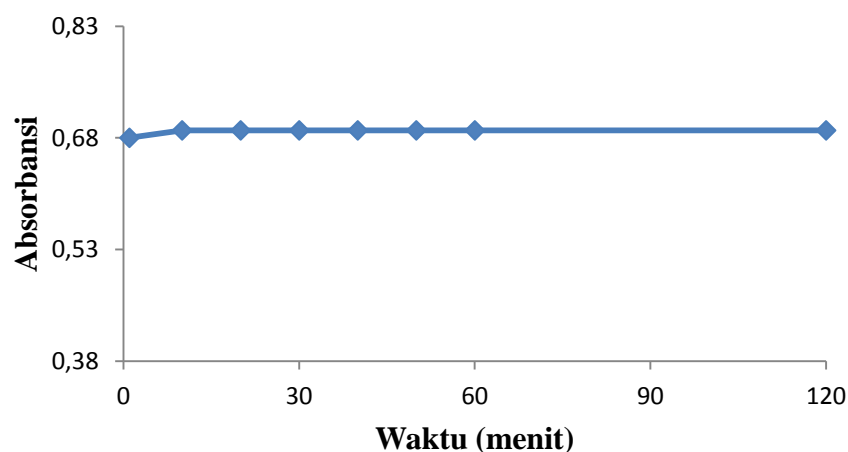


Gambar 4.4 *Methyl Orange* pada larutan asam dan basa

Struktur *Methyl Orange* akan berwarna merah (panjang gelombang yang lebih besar) pada keadaan asam sedangkan pada kondisi basa akan berwarna kuning (panjang gelombang yang lebih pendek), adanya asam (H^+) akan memprotonasi elektron sunyi pada salah satu gugus azo sehingga bermuatan positif dengan demikian delokalisasi elektron π (perpanjangan konyugasi) akan terjadi (Supratman, 2010).

4.3 Penentuan Waktu Kestabilan

Penentuan waktu kestabilan maksimum dilakukan melalui pengukuran larutan *Methyl Orange* dengan konsentrasi 10 ppm pada panjang gelombang maksimum yaitu 464,1 nm pada variasi waktu kestabilan 10-120 menit dengan interval 1, 5, 10 dan 60 menit. Kurva pengaruh variasi waktu terhadap absorbansi senyawa *Methyl Orange* sebagaimana pada Gambar 4.5.



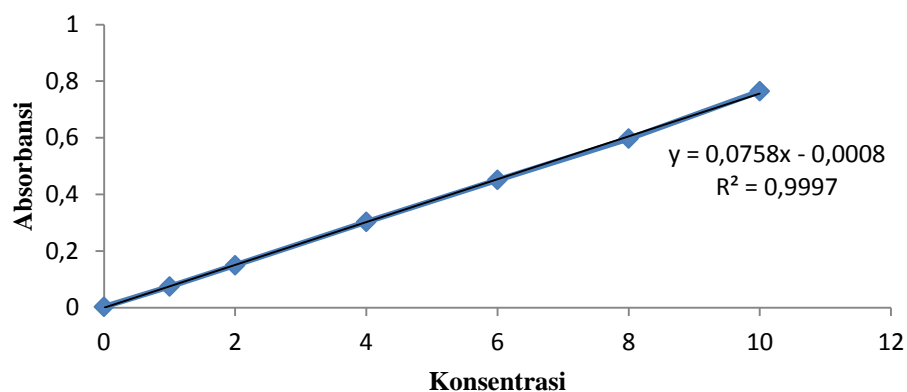
Gambar 4.5 Waktu Kestabilan *Methyl Orange*

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa senyawa *Methyl Orange* cenderung stabil dari menit pertama hingga menit ke-120. Waktu kestabilan ini merupakan waktu terjadinya absorbansi maksimum senyawa *Methyl Orange*.

Jika dilihat dari nilai absorbansinya dari waktu ke waktu, sampel *Methyl Orange* menunjukkan nilai yang relatif sama atau cenderung stabil karena pengaruh dari gugus benzena sebagai pembentuknya. Nilai absorbansi tersebut juga dapat digunakan untuk mengetahui konsentrasi sampel (ppm) dengan menggunakan persamaan linear yang diperoleh dari kurva baku *Methyl Orange*. Berdasarkan persamaan linear pada kurva baku diketahui bahwa konsentrasi *Methyl Orange* pada penentuan waktu kestabilan ini adalah 9 ppm. Adapun tujuan dari penentuan waktu kestabilan ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap konsentrasi sampel *Methyl Orange*, apakah konsentrasinya cenderung tetap seiring waktu atau menurun karena faktor lain sebelum dikoagulasi.

4.4 Penentuan Kurva Baku Methyl Orange

Kurva baku larutan *Methyl Orange* dibuat dari tujuh variasi konsentrasi larutan MO, yaitu 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 ppm. Masing-masing larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum, yaitu 464,1 nm dan didapatkan hasil seperti pada Gambar 4.6.

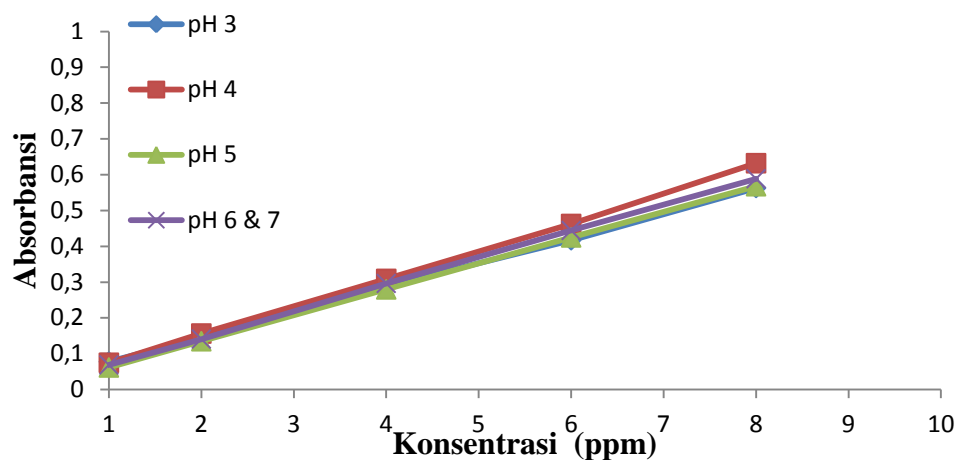


Gambar 4.6 Kurva Baku *Methyl Orange*

Berdasarkan Gambar 4.6 diperoleh persamaan linear dari kurva baku yang selanjutnya digunakan untuk menentukan konsentrasi *Methyl Orange* baik sebelum maupun setelah koagulasi. Persamaan linear kurva baku tersebut adalah $y = 0,0758x - 0,0008$, dengan nilai korelasi (R^2) sebesar 0,9997. Y adalah nilai absorbansi dan x adalah konsentrasi *Methyl Orange* dalam ppm. Persamaan tersebut memiliki kemiringan (slope) sebesar 0,0758 dan perpotongan (intersep) sebesar -0,0008. Taraf kepercayaan atau koefisien regresi menunjukkan linearitas sebesar 0,9997 sehingga dapat dikatakan linear dan sesuai dengan hukum Lambert Beer ($R^2=1$).

Panjang gelombang dan kurva baku tersebut hanya digunakan untuk mengukur Absorbansi sampel MO pada tahap koagulasi *Methyl Orange* variasi dosis koagulan. Untuk menentukan konsentrasi MO pada tahap koagulasi *Methyl Orange* variasi pH digunakan kurva baku untuk masing-masing pH karena adanya perbedaan panjang gelombang maksimum (terjadi pergeseran panjang gelombang) di setiap pH.

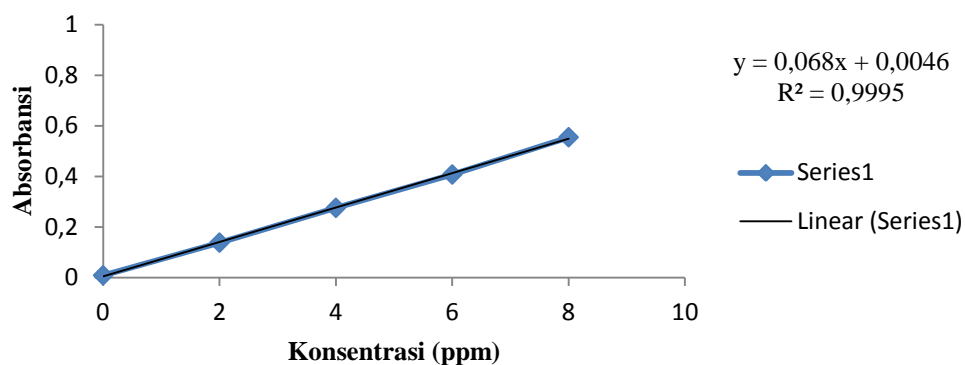
Kurva baku variasi pH sampel *Methyl Orange* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Kurva Baku *Methyl Orange*

Berdasarkan Gambar 4.7 diperoleh persamaan linear dari kurva baku yang selanjutnya digunakan untuk menentukan konsentrasi *Methyl Orange* sebelum dan setelah koagulasi pada variasi pH 3-7. Persamaan linear kurva baku untuk pH 3 adalah $y = 0,0696x + 0,0049$ dengan nilai korelasi (R^2) sebesar 0,9996, sedangkan untuk pH 4-7 seperti ditampilkan pada Gambar 4.7. Y adalah nilai absorbansi dan x adalah konsentrasi *Methyl Orange* dalam ppm. Taraf kepercayaan atau koefisien regresi rata-rata menunjukkan linearitas 0,999 sehingga dapat dikatakan linear dan sesuai dengan hukum Lambert Beer ($R^2=1$).

Sampel MO pH 6 dan 7 ini dihitung dengan satu persamaan linear karena dari kedua pH tersebut menunjukkan panjang gelombang yang sama, yaitu pada panjang gelombang 457 nm. Kurva baku sampel pH 8 dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Kurva Baku *Methyl Orange* pH 8

Berdasarkan Gambar 4.8 diperoleh persamaan linear dari kurva baku yang selanjutnya digunakan untuk menentukan konsentrasi *Methyl Orange* sebelum dan setelah koagulasi pada variasi pH 4. Persamaan linear kurva baku tersebut adalah $y = 0,0681x + 0,0046$ dengan nilai korelasi (R^2) sebesar 0,9995. Y adalah nilai absorbansi dan x adalah konsentrasi *Methyl Orange* dalam ppm. Persamaan tersebut memiliki kemiringan (slope) sebesar 0,0681 dan perpotongan (intersep) sebesar +0,0046. Taraf kepercayaan atau koefisien regresi menunjukkan linearitas sebesar 0,9995 sehingga dapat dikatakan linear dan sesuai dengan hukum Lambert Beer ($R^2=1$).

Untuk menghitung konsentrasi sampel *Methyl Orange* sebelum ataupun setelah koagulasi dapat menggunakan persamaan linear pada masing-masing pH, misalnya untuk pH 3 kita gunakan persamaan $y = 0,0696x + 0,0049$ untuk menghitung konsentrasi MO, untuk pH 4, $y = 0,0786x - 0,0028$ dan seterusnya. Sama seperti sebelumnya, dimana y merupakan absorbansi dan x merupakan konsentrasi. Taraf kepercayaan atau koefisien regresi menunjukkan linearitas yang rata-rata mencapai 0,999 sehingga kurva baku tersebut dapat dikatakan linear dan sesuai dengan hukum Lambert Beer ($R^2=1$).

4.5 Percobaan koagulasi (*Jar Test*)

4.5.1 Variasi Dosis Koagulan Biji Asam Jawa

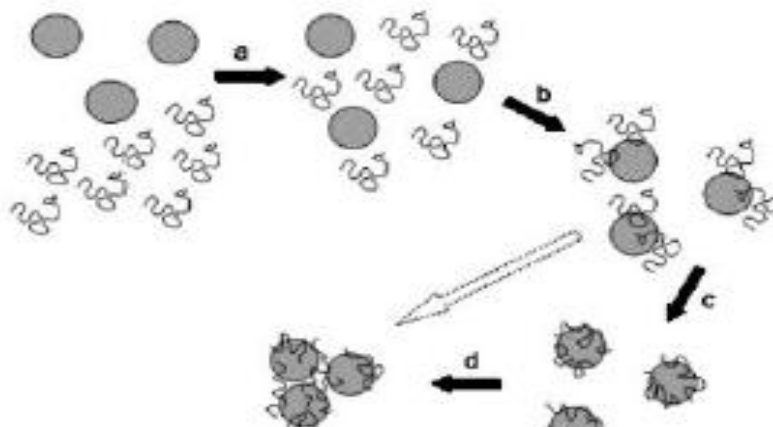
Variasi dosis koagulan biji asam jawa ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis koagulan terhadap konsentrasi sampel *Methyl Orange* saat proses koagulasi dan flokulasi secara maksimum. Dosis koagulan biji asam jawa yang ditambahkan dalam 1 liter sampel *Methyl Orange* adalah 10, 20, 40, 80, 120, 160 dan 200 mL/L.

Koagulan yang berwarna jernih kemerahan dengan dosis yang berbeda ditambahkan ke dalam sampel *Methyl Orange* konsentrasi 10 ppm. Kemudian dilakukan proses koagulasi-flokulasi menggunakan jar test. Proses koagulasi menggunakan jar test dilakukan dengan pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Okuda, dkk. (2001) menyatakan, proses koagulasi dengan kecepatan pengadukan 150 rpm selama 2 menit untuk meningkatkan interaksi koagulan dengan partikel koloid.

Partikel koloid umumnya memiliki muatan negatif. Penambahan koagulan (yang umumnya bermuatan positif) diharapkan akan menetralkan partikel koloid sehingga dapat mengendap dan konsentrasinya menurun.

Protein kationik yang ada di dalam biji asam Jawa mempunyai rantai yang panjang dan muatan protein yang dapat mendestabilisasi koloid. Proses koagulasi dan flokulasi diawali dengan penambahan koagulan saat pengadukan cepat (Gambar 4.9 a). Pada proses ini, koagulan yang ditambahkan akan menyebar secara merata pada air limbah. Selama proses pengadukan, protein kationik akan berinteraksi dengan partikel-partikel koloid. Protein yang memiliki muatan berlawanan dengan koloid (protein kationik dengan koloid bermuatan negatif)

dapat teradsorb dengan baik karena tarik-menarik antara muatan yang berlawanan. Adsorpsi protein kationik terjadi hingga muatan permukaan dari koloid dapat dinetralkan (Gambar 4.9 b dan c).

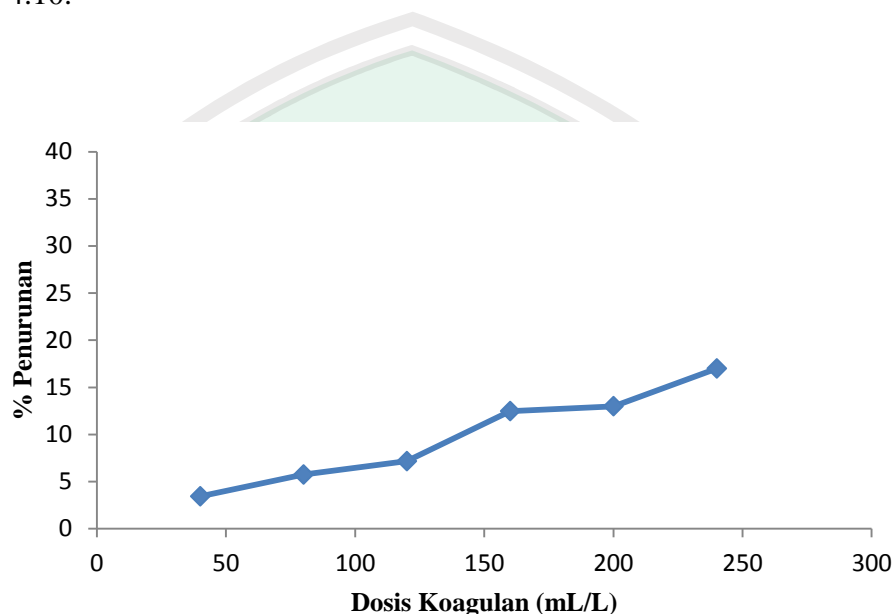


Gambar 4.9 Mekanisme koagulasi dugaan dengan protein kationik

Proses selanjutnya adalah pengadukan lambat. Penurunan kecepatan pengadukan yaitu 30 rpm dimaksudkan untuk pembentukan flok dari koloid (proses flokulasi). Pada proses ini protein kationik akan saling berinteraksi membentuk partikel-partikel yang lebih besar. Protein memiliki rantai panjang, satu sisinya mengadsorpsi 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 (Gambar 4.9 d). Maka pada proses pengendapan, partikel-partikel tersebut akan lebih mudah terendapkan.

Setelah dilakukan proses koagulasi dengan pengadukan cepat dan lambat serta pengendapan, sampel dicuplik bagian atasnya dengan perlahan. Kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimumnya dan dengan persamaan linearnya dapat diketahui konsentrasi (ppm) sampel tersebut.

Pemberian dosis yang berbeda ke dalam sampel memberi hasil penurunan konsentrasi sampel *Methyl Orange* yang berbeda pula. Adapun persentase penurunan konsentrasi *Methyl Orange* setelah dikoagulasi dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Pengaruh Dosis Koagulan terhadap Penurunan Konsentrasi *Methyl Orange*

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa variasi dosis koagulan memberi pengaruh pada persentase penurunan konsentrasi *Methyl Orange*. Semakin banyak dosis koagulan yang ditambah semakin baik pula penurunan konsentrasi sampel meskipun masih dalam skala penurunan yang kecil. Setelah dilakukan uji anova terhadap nilai penurunan konsentrasi *Methyl Orange* (ppm) variasi dosis seperti yang tercantum pada lampiran menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak, yang artinya bahwa dosis koagulan biji asam jawa memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan konsentrasi sampel, sehingga perlu dilakukan uji statistik lanjut yaitu uji BNT untuk menentukan pada

dosis mana koagulan memberi hasil se-efisien mungkin. Uji BNT menunjukkan bahwa pada dosis koagulan 160 mL/L memberikan penurunan yang lebih baik dan efisien yaitu sebanyak 12,48 %. Aslamiah (2013) menyatakan bahwa koagulan sebesar 160 mL/L dapat menurunkan kekeruhan sebesar 82 % dari 321,7 NTU menjadi 57 NTU.

Dosis koagulan yang lebih banyak memang memberikan persentase penurunan lebih besar dari 12,48 %, namun untuk itu diperlukan dosis yang semakin banyak pula dan tentu saja hal itu tidak efisien. Semakin banyak koagulan yang ditambahkan maka proses koagulasi akan semakin baik, tetapi penambahan koagulan yang berlebihan justru dapat menambah kadar TSS air limbah (Hartati, dkk., 2008). Menurut Prasad (2009), persentase penurunan warna meningkat seiring dengan semakin banyaknya koagulan yang ditambahkan ke dalam sampel.

4.5.2 Variasi pH Sampel *Methyl Orange*

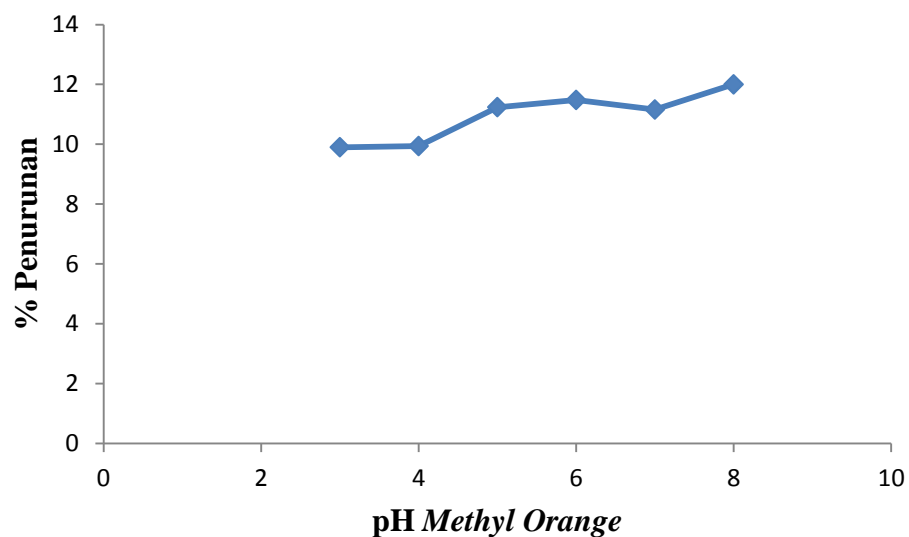
Tingkat keasaman atau pH merupakan salah satu parameter yang penting dalam analisis air limbah. pH juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses koagulasi dan flokulasi, karena setiap koagulan memiliki batasan pH optimum dimana pada pH tersebut koagulan akan memiliki aktivitas yang optimal pula.

Koagulasi sampel *Methyl Orange* dengan variasi pH dilakukan untuk mengetahui ekstrak NaCl biji asam jawa dapat bekerja efektif pada sampel yang memiliki pH asam atau basa. Sampel *Methyl Orange* dikondisikan menjadi pH 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 dengan penambahan H₂SO₄ 0,1 N dan NaOH 0,1 N. Menurut

Enrico (2008), penggunaan koagulan biji asam jawa pada variasi pH limbah industri cair tahu yaitu 4, 6, 8 dan 10 mendapatkan pH optimum yaitu pH 4 mampu menyingkahkan kekeruhan sebesar 87,88 %, TSS sebesar 98,87 % dan COD sebesar 22,40 %.

Selanjutnya dilakukan proses koagulasi-flokulasi menggunakan *Jar Test* dengan penambahan dosis koagulan optimum pada hasil sebelumnya yaitu 160 mL/L. Koagulasi-flokulasi dilakukan seperti pada variasi dosis koagulan yaitu meliputi pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Okuda, dkk. (2001) menyatakan, proses koagulasi dengan kecepatan pengadukan 150 rpm selama 2 menit bertujuan untuk meningkatkan interaksi koagulan dengan partikel, sehingga dapat terjadi proses koagulasi secara maksimal. Penurunan kecepatan pengadukan yaitu 30 rpm dimaksudkan untuk pembentukan flok dari koagulan (proses flokulasi) dan dilanjutkan dengan proses pengendapan (sedimentasi) sehingga didapat larutan sampel yang jernih.

Setelah dilakukan proses koagulasi dengan pengadukan cepat dan lambat serta pengendapan, sampel dicuplik bagian atasnya dengan perlahan. Kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimumnya dan dengan persamaan linearnya dapat diketahui konsentrasi (ppm) sampel tersebut. Penambahan koagulan dengan dosis optimum ke dalam sampel *Methyl Orange* variasi pH memberi hasil penurunan konsentrasi sampel *Methyl Orange* yang berbeda pula. Adapun persentase penurunan konsentrasi *Methyl Orange* setelah dikoagulasi dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Pengaruh pH terhadap Penurunan Konsentrasi *Methyl Orange* Variasi pH

Kemampuan koagulan dalam menurunkan konsentrasi *Methyl Orange* tampak lebih baik pada pH 5-8, meskipun penurunannya kecil. Pada pH 6 terjadi penurunan optimum, namun pada pH 8 penurunan yang terjadi lebih baik. Setelah dilakukan uji statistik, diperoleh bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak, yang artinya bahwa pH sampel (*Methyl Orange*) memberikan pengaruh yang nyata terhadap kemampuan koagulasi oleh koagulan biji asam jawa, sehingga perlu dilakukan uji statistik lanjut yaitu uji BNT untuk menentukan pada pH mana koagulan memberi hasil seefisien mungkin. Uji BNT menunjukkan bahwa pada pH 5, 6, 7 dan 8 tidak terlalu signifikan sehingga bisa dianggap memberikan penurunan yang hampir sama.

Baku mutu limbah cair untuk parameter pH adalah 6 – 9, sedangkan air limbah hasil analisis yang sesuai dengan baku mutu tersebut adalah air limbah yang dikondisikan pada pH 6 – 8. Jadi untuk air limbah yang memiliki pH kurang dari 6 atau lebih dari 8, perlu penambahan asam atau basa untuk menetralkannya

sebelum air limbah dibuang ke lingkungan. Perubahan pH larutan sebelum dan setelah dikoagulasi ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perubahan pH larutan sebelum dan setelah dikoagulasi

pH sebelum koagulasi	pH setelah koagulasi
3	6,00
4	6,00
5	5,00
6	6,31
7	6,65
8	5,27

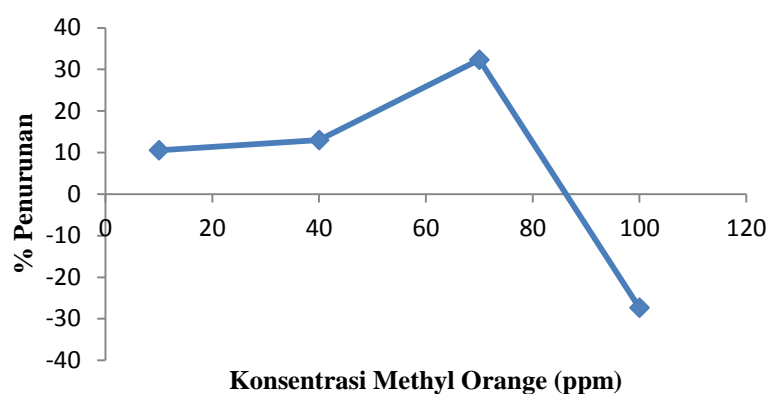
Berdasarkan hasil yang diperoleh, pH 6 dapat dianggap sebagai pH optimum karena kondisi pH larutan setelah dikoagulasi menunjukkan pH 6,31, sementara pH 8 meskipun memberi penurunan konsentrasi Mo lebih baik namun pH setelah dikoagulasi menunjukkan pH 5,37 yang tidak memenuhi syarat pH limbah untuk dibuang ke lingkungan.

4.5.3 Variasi Konsentrasi Sampel *Methyl Orange*

Konsentrasi sampel limbah merupakan faktor yang sangat mempengaruhi efektivitas koagulasi karena koagulan pada umumnya efektif bekerja pada konsentrasi tertentu. Koagulasi sampel *Methyl Orange* dengan variasi konsentrasi dilakukan untuk mengetahui ekstrak NaCl biji asam jawa dapat bekerja efektif pada sampel dengan konsentrasi tinggi atau rendah. Sampel *Methyl Orange* diatur konsentrasinya menjadi 10, 40, 70 dan 100 ppm. pH sampel MO juga diatur menjadi 6 yang merupakan pH optimum koagulasi. Selanjutnya dilakukan proses koagulasi dengan penambahan ekstrak NaCl biji asam jawa sebesar 160 mL/L.

Dilakukan proses koagulasi-flokulasi menggunakan *Jar Test* dengan penambahan dosis koagulan optimum pada hasil sebelumnya yaitu 160 mL/L. Koagulasi-flokulasi dilakukan seperti pada variasi dosis koagulan yaitu meliputi pengadukan cepat dan pengadukan lambat.

Penambahan koagulan dosis optimum (160 mL/L) terhadap sampel MO pH optimum (6) dengan variasi konsentrasi sampel MO yang berbeda memberi hasil penurunan konsentrasi sampel *Methyl Orange* yang berbeda pula. Adapun persentase penurunan konsentrasi *Methyl Orange* setelah dikoagulasi dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Pengaruh Konsentrasi terhadap Penurunan Konsentrasi *Methyl Orange* (ppm) oleh Koagulan

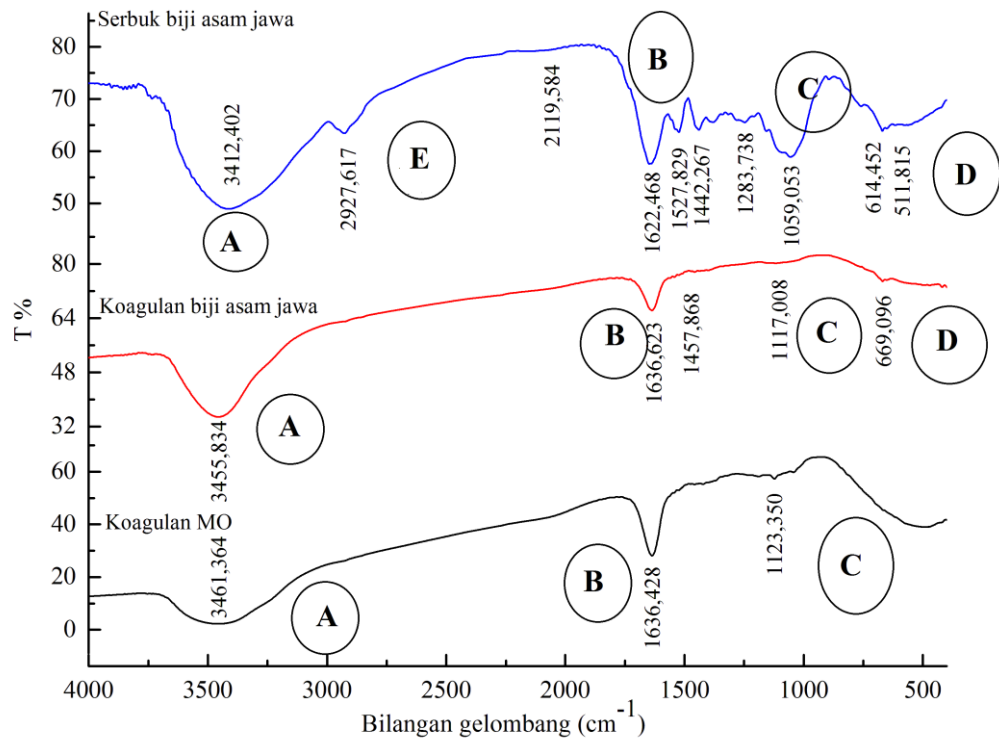
Berdasarkan grafik hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa konsentrasi sampel MO memberi pengaruh terhadap persentase penurunan sampel oleh koagulan. Kemampuan koagulan untuk menurunkan konsentrasi sampel cenderung meningkat seiring bertambahnya konsentrasi *Methyl Orange* hingga konsentrasi 70 ppm, namun justru menurun drastis ketika konsentrasi sampel dinaikkan menjadi 100 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa koagulan hanya efektif

sampai pada konsentrasi sampel tertentu. Jika konsentrasi sampel terlalu tinggi penambahan koagulan justru dapat menaikkan konsentrasi sampel. Hal ini diduga karena pengaruh dari penambahan koagulan yang mengandung gugus $-NH_2$ kedalam sampel Methyl Orange konsentrasi tinggi mengakibatkan N dari MO berikatan dengan N dari gugus koagulan yaitu $-NH_2$.

Setelah dilakukan uji statistik, diperoleh bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak, yang artinya bahwa pH sampel (*Methyl Orange*) memberikan pengaruh yang nyata terhadap kemampuan koagulasi oleh koagulan biji asam jawa, sehingga perlu dilakukan uji statistik lanjut yaitu uji BNT untuk menentukan pada konsentrasi sampel mana koagulan memberi hasil seefisien mungkin. Uji BNT menunjukkan seluruh nilai berbeda secara signifikan dan konsentrasi 70 menunjukkan perbedaan yang lebih nyata.

4.6 Identifikasi Gugus Fungsi dengan Spektrofotometer IR

Identifikasi menggunakan spektrofotometri inframerah (IR) bertujuan untuk mendapatkan keterangan tentang keberadaan gugus fungsional dari suatu molekul, hal ini dikarenakan setiap gugus fungsional memiliki daerah vibrasi yang khas (Sastrohamidjojo, 1992). Koagulasi *Methyl Orange* oleh koagulan biji asam Jawa diduga terjadi karena adanya kandungan protein dari biji asam Jawa yang aktif berikatan dengan *Methyl Orange*. Berdasarkan komposisinya, biji asam Jawa memiliki kandungan protein yang cukup besar, hal ini perlu dikaji dengan melakukan identifikasi terhadap koagulan biji asam Jawa sebelum dan setelah diinteraksikan dengan *Methyl Orange* melalui pengamatan IR. Spektra koagulan biji asam Jawa dapat dilihat pada Gambar 4.13, 4.13 dan 4.15.



Gambar 4.13 Spektra IR serbuk biji asam Jawa; 4.14 Spektra IR Koagulan Biji Asam Jawa terekstrak NaCl; 4.15 Spektra IR Koagulan Biji Asam Jawa terekstrak NaCl–MO

Berdasarkan spektra pada Gambar 4.12, 4.13 dan 4.14, terdapat perbedaan serapan antara serbuk biji asam Jawa, serta koagulan biji asam Jawa baik sebelum maupun setelah digunakan untuk mengkoagulasi larutan *Methyl Orange* (MO). Interpretasi dari Gambar 4. 13, 4.14 dan 4.15 ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Interpretasi koagulan biji asam Jawa sebelum dan setelah diinteraksikan dengan *Methyl Orange*

No	Range (cm ⁻¹)	Intensitas	Gugus Fungsi	Ref.	Bilangan Gelombang			Ket.
					Biji Asam Jawa	Koagulan	Koagulan MO	
1.	4000-3200	S	O-H	Socrates	3412	3455	3461	Stretc.
2.	3000-2800	W	C-H		2927	-	-	Stretc.
3.	2500-2000	W	C≡C		2119	-	-	Stretc.
4.	1870-1550	S	C=O		1622	1636	1636	Stretc.
5.		S	N=N		-	-	1636	
6.	1600-1510	W	N=O		1527	-	-	Stretc.
7.	1420-900				1378	-	-	Stretc.
8.	1310-1020	M	C-O		1283	1117	1123	Stretc.
9.					1250			
10.					1157			
11.					1105			
12.					1059			
13.	1490-1150	W	C-H		1442	1457	-	Bend.
14.	600-700	W	Eter alifatik		614	669	-	Stretc.
15.	500-600	W	NH ₂		511	498	492	Stretc.

Gambar 4.12 menunjukkan banyak serapan yang mengindikasikan bahwa serbuk biji asam Jawa tersusun dari berbagai gugus, seperti lemak dan asam amino. Sementara Gambar 4.13 menunjukkan bahwa tidak semua senyawa dari serbuk biji asam Jawa dapat terekstrak oleh NaCl. Spektra koagulan biji asam Jawa sebelum digunakan sebagai koagulan MO menunjukkan serapan pada daerah 3455 cm⁻¹ yang mengindikasikan adanya gugus -OH terikat hidrogen. Gugus karbonil C=O stretching dari asam karboksilat ditunjukkan oleh serapan pada bilangan gelombang 1636 cm⁻¹ yang diikuti adanya serapan C-O pada bilangan gelombang 1117 cm⁻¹. Selain itu juga terlihat adanya serapan N-H bending pada bilangan gelombang 1457 cm⁻¹. Serapan-serapan tersebut

mengindikasikan struktur RNHR atau COOHNR yang merupakan struktur dari gugus amina.

Spektra IR dari koagulan biji asam Jawa setelah dikoagulasikan dengan MO menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda, namun beberapa serapan tidak muncul seperti spektra sebelumnya yaitu N-H bending pada daerah sekitar 1457 cm^{-1} . Hal ini mengindikasikan bahwa gugus tersebut telah berikatan dengan MO. Serapan O-H terikat hidrogen masih teramati muncul pada bilangan gelombang 3461 cm^{-1} . Serapan yang muncul pada bilangan gelombang 1636 cm^{-1} lebih kuat dibandingkan dengan spektra sebelum koagulasi diduga karena selain merupakan serapan dari C=O juga menunjukkan serapan dari gugus azo ($-\text{N}=\text{N}-$) yang umumnya menyerap pada daerah $1630-1757\text{ cm}^{-1}$, juga adanya serapan dari cincin aromatik pada daerah 1650 cm^{-1} . Gugus azo dan cincin aromatik ini merupakan gugus penyusun dari larutan *Methyl Orange*.

Protein merupakan salah satu makromolekul atau suatu molekul besar yang terdiri banyak molekul asam amina (lebih dari seratus asam amino) (Poedjiadi, 2009). Asam amino adalah asam karboksilat yang mempunyai gugus amino, sedangkan asam amino yang terdapat pada protein mempunyai gugus $-\text{NH}_2$. Asam amino ditinjau dari struktur gugus -R dibagi menjadi 7 kelompok yaitu asam amino dengan rantai samping yang merupakan rantai karbon alifatik, yang mengandung beberapa gugus (gugus hidroksil, atom belerang, asam atau amida, basa, cincin aromatik) dan yang membentuk ikatan dengan atom N pada gugus amino (Poedjiadi, 2009).

Adanya gugus amina yang masih muncul pada spektra kedua (setelah koagulasi) menunjukkan bahwa senyawa yang berperan dalam koagulasi diduga mengandung gugus amina.

4.7 Pemanfaatan Biji Asam Jawa dalam Tinjauan Islam

Air yang telah tercemar akan sulit untuk dikembalikan menjadi air bersih. Pencemaran air dapat diketahui dari perubahan warna, bau, maupun kadar bahan polutan lain di dalamnya seperti logam-logam, bahan organik ataupun organisme yang beraktivitas di dalamnya sehingga kita dapat menjaga kelestarian air demi kepentingan bersama. Pengelolaan atau pelestarian lingkungan dalam hal ini adalah air, juga mendapat teguran dari Allah SWT melalui firmanNya dalam surat ar Rum (30) : 41,

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya : “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (QS ar Rum (30) : 41).

Ayat di atas menegaskan bahwa manusia diciptakan selain untuk beribadah kepada Allah SWT juga sebagai khalifah di bumi yang bertugas memanfaatkan, mengelola dan memelihara alam semesta. Kata *al-fasad* menurut Al-Ashfahani adalah *keluarnya sesuatu dari keseimbangan, baik sedikit maupun banyak*. Beberapa ulama memahaminya dalam arti kerusakan lingkungan, karena ayat di atas mengaitkan *fasad* tersebut dengan kata *darat* dan *laut*.

Ini dapat berarti daratan dan lautan menjadi arena kerusakan atau dapat juga berarti darat dan laut sendiri telah mengalami kerusakan, ketidakseimbangan, serta kekurangan manfaat. Laut telah tercemar, sehingga ikan mati dan hasil laut berkurang. Daratan semakin panas sehingga terjadi kemarau panjang. Alhasil, keseimbangan lingkungan menjadi kacau.

Keserakahan dan perlakuan buruk sebagian manusia terhadap alam dapat menyengsarakan manusia itu sendiri dan salah satu contohnya adalah air yang tercemar. Tingkat pencemaran oleh limbah batik yang terjadi di sungai-sungai di Kota Pekalongan saat ini sudah parah. Dari hasil pemantauan Kantor Lingkungan Hidup (KLH) Kota Pekalongan, lima sungai yang ada di Kota Pekalongan semuanya tercemar kimia anorganik berupa logam berat, yang sebagian besar bersumber dari limbah-limbah industri tekstil (radar pekalongan online.com).

Akibat kerusakan lingkungan tersebut, manusia sebagai khalifah di muka bumi senantiasa dianjurkan untuk membenahi ataupun menanggulangnya (Prihatini, 2014). Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa biji asam Jawa dalam sebuah larutan garam dapat mengurangi kadar polutan dalam air limbah. Hasil ini menunjukkan bahwa biji asam Jawa mempunyai manfaat yang lebih baik yaitu dapat digunakan sebagai koagulan untuk mengurangi konsentrasi limbah warna *Methyl orange* dan juga menjadikan pH air limbah berada di kisaran pH normal. Sebagaimana Allah SWT telah menerangkan dalam al-Qur'an surat ad-Dukhaan (44) : 38,

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا لَعِبِينَ ﴿٣٨﴾

“Dan tidaklah kami ciptakan langit dan bumi dan segala yang ada di antara keduanya dengan bermain-main”. (Q.S ad-Dukhaan (44) :38).

Ayat di atas menjelaskan bahwasanya Allah SWT menciptakan langit dan segala isinya yang bermanfaat bagi makhluk-Nya dan Allah SWT menciptakan bumi dengan segala isinya yang berupa hal-hal yang bermanfaat, baik di permukaan maupun di dalam perut bumi, dan Allah tidak menciptakan apa-apa yang ada di antara langit dan bumi, baik yang diketahui maupun yang tidak diketahui sebagai *la'ib* (permainan) atau kesia-siaan (Shihab, 2002).

Selama ini tanaman asam (*Tamarindus indica*) yang semula dipandang oleh masyarakat hanya dapat diambil daging buahnya saja sebagai bumbu dapur dan obat, ternyata bijinya pun masih dapat dimanfaatkan untuk menurunkan angka pencemaran air. Maka bagi orang yang berfikir, dia akan selalu mengingat Allah SWT. Melalui keagungan ciptaannya, sehingga akan timbul rasa iman kepada Allah SWT. Melalui kebesaran terhadap segala ciptaannya yang sungguh mulia ini. Hal yang tadinya tidak bernilai dan dibuang begitu saja ternyata masih mempunyai manfaat. Seperti firman Allah SWT. Pada surat Ali Imron (03) :190-191,

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

"*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka (QS. Ali-Imron:190-191).*

Salah satu ciri taqwa adalah bersyukur atas nikmat yang diberikan Allah SWT, termasuk diantaranya mensyukuri air yang diberikan oleh Allah secara gratis untuk kepentingan hidup. Maka manusia sebagai khalifah di muka bumi diharuskan untuk turut serta menjaga kelestarian lingkungan dengan tidak membuang limbah sembarangan sehingga dapat merusak lingkungan. Selain itu, terhadap keadaan lingkungan yang tercemar, kita senantiasa dianjurkan untuk membenahi ataupun menanggulangnya.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, maka dapat disimpulkan bahwa variasi dosis koagulan dan pH serta konsentrasi sampel memberi pengaruh terhadap penurunan konsentrasi *Methyl orange*, dengan dosis terbaik 160 mL/L, pH sampel 6 dan konsentrasi sampel 70 ppm memberi penurunan sebanyak 32,30 %. Hasil karakterisasi gugus fungsi koagulan biji asam Jawa sebelum dan setelah koagulasi dengan *Methyl orange* diduga mengandung protein.

5.2 Saran

Biji asam Jawa yang diduga mengandung protein sebagai koagulan, memiliki kandungan lemak yang cukup tinggi. Lemak diduga dapat mengganggu proses penarikan protein oleh larutan NaCl dalam proses ekstraksi. Sehingga proses delipid dapat dilakukan untuk meningkatkan efektivitas koagulan dalam menurunkan konsentrasi MO.

DAFTAR PUSTAKA

- Alzahrani, Zaenab. 2010. *Salting in, salting out, and dialysis of proteins*. KSU : Department of Biochemistry
- Anielak, 1996. Post Dyeing Wastewater Treatment in Co-precipitation and Sorption Process. *Chemistry for the protection of the environment 2, Env. Sci. Res.*, 51, 165-177
- Aslamiah, S. S. 2013. Perbandingan Penggunaan Ekstrak NaCl Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) dan tawas sebagai Koagulan pada Limbah Cair PT. Sier Pier Pasuruan. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Jurusan Kimia UIN Malang.
- Asro. 2008. *Pengukuran TOC*. <http://asro.wordpress.com/2008/06/11/pengukuran-toc/> diunduh tanggal 14 Mei 2013 06:30
- Bangun, A.R.; Siti A.; Rudi A.H. dan M.Yusuf R. 2013. Pengaruh Kadar Air, Dosis dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Medan.
- Campbell, Arezoo. 2002. The Potential's Role of Aluminium in Alzheimer's Disease. *Neprhol Dial Transplant* (2002) 17 [Suppl 2] : 17-20
- Ching, H.W.; Elimelech, M. dan Hering J.G. 1994. Dynamic of coagulation of clay particles with aluminium sulfate. *J. of Env, Eng.*, 120 (1), 169-188
- Deutscher, M. P. 1990. *Guide to Protein Purification*. London : Academic Press
- Enrico, B. 2008. *Pemanfaatan Bii Asaam Jawa (Tamarindus indica) sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu*. *Tesis Sekolah Pascasarjana*. Universitas Sumatera Utara Medan.
- Fadjri, M. S. 2012. Adsorpsi Zat Warna Methyl Orange Menggunakan Pasir Vulkanik Gunung Merapi. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Gopalakrishnan, R. dan Sellappa, S. 2011. Decolourisation of Methyl Orange and Methyl Red by Live and Dead Biomass of Fungi. *Department of Biotechnology, Karpagam University. BIOL. SCI. VOL 2(4) 2011: 569-574*
- Gunasena, H. D. M., Hughes, A. 2000. Tamarind : *Tamarindus indica*. *International Centre for Underutilised Crops*. Southampton.

- Hendrawati; Syamsumarsih, D. dan Nurhasni. 2013. Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. *Prosiding*. Lampung : Universitas Lampung
- Hendriarianti, E. dan Humairoh, S. 2011. Penentuan Dosis Koagulan Biji Asam jawa (*Tamarindus indica*) dalam Penurunan TSS dan COD Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit di Kota Malang. *Spectra*. Nomor 17 Volume IX: 12-22.
- Heredia, J. Beltran.; Martin, J. Sanchez.; Serrano, A. Munoz.; Peres, J.A. 2009. Towards overcoming TOC increase in wastewater treated with Moringa oleifera seed extract. *Chemical Engineering Journal* 188 (2012) 40– 46
- Jahn, S. A. A. dan Musnad, H. 1986. The Tree that Purifies Water. Sudan: *UNASYLVA* 38 (152) 23-28
- Joko, T. 2010. Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Komala; Puti Sri, Ananthi, N., Effendi, A. J., Wenten dan Wisjnuaprpto. 2008. Pengaruh Variasi Waktu Retensi Hidrolis Reaktor Anoksik terhadap Biodegradasi Zat Warna Azo Reaktif Menggunakan Bioreaktor Membran Aerob-Anoksik. *Jurnal Penelitian*. Bandung : ITB. Volume 4 No. 4, Desember 2008
- Kuo, W.G. 1992. Decolorising dye with Fenton's reagent. *Wat. Res.*, 26 (6), 881-886
- Lesbani, A. 2011. *Studi Interaksi Vanadium dan Nikel dengan Pasir Kuarsa*. *Jurnal Penelitian Sains*.14(4C)
- Madhavi, T. P. and R. Rajkumar.2013. Utilization of Natural Coagulation for Reduction of Turbidity from Waste Water. *International Journal of ChemTech Research*. CODEN (USA): IJCRGG ISSN: 0974-4290 Vol. 5 No. 3
- Mahatmani, F.; Widhi dan Sumarni, Woro. 2003. Kajian Termodinamika Penyerapan Zat Warna Indikator Metil Oranye (Mo) Dalam Larutan Air Oleh Adsorben Kitosan. *Jurnal Penelitian*. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Manurung, R.; Hasibuan, R. dan Irvan. 2004. Adsorpsi Zat Warna Methyl Orange Menggunakan Pasir Vulkanik Gunung Merapi. *Jurnal Penelitian*. Sumatera: Universitas Sumatera Utara
- Mishra, A. dan Bajpai, M. 2005. Flocculation behaviour of model textile wastewater treated with food grade polysaccharide. *J Hazard. Mat.* B118, 213-217.

- Mogaddasi dkk. 2010. Kinetic and Thermodynamic Study on the Removal of Methyl Orange From Aqueous Solution by Adsorption onto Camel Thorn Plant. *International Journal of ChemTech Research*. Vol. 22, No. 7 (2010), 5093-5100
- Morais, L. ; Freitas, O. and Gonzalez, B. 1999. Reactives dyes removal from wastewater by adsorption on eucalyptus bark : variables that define the process. *Wat. Res.*, 33 (4), 979-988
- Muyibi, S. A. Dan Evison, L. M. (1995). Optimizing physical parameters affecting coagulation of turbid water with Moringa oleifera seeds. *Wat. Res.* 29, 2689-2695
- Nurika, I.; Mulyarto, A. R. dan Afshari, Kuntiy. 2007. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Tahu (Kajian Konsentrasi Serbuk Biji Asam Jawa dan Lama Pengadukan). *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 8 No.3 (Desember 2007) 215-220. Malang : Universitas Brawijaya Malang
- Oakes, John dan Gratton, Peter. (1998). Kinetic Investigation of the oxidation of Methyl Orange and Substituted Arylazonaphthol Dyes by Peracids in Aqueous Solution. *J.Chem.Soc.Perkin Trans*. Vol.2
- Okuda, T.; Aloysius U. B.; Wataru N. dan Mitsu M. O. 2001. Isolation and Characterization of coagulant Extracted from Moringa oleifera Seeds by Salt Solution. *Water research*. Vol 35. No 2. England; Pergamon Press
- 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
- Ramdhani, G. I. dan Atiek M. 2013. Pemanfaatan Biji asam jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Koagulan alternative dalam Proses Menurunkan Kadar COD dan BOD dengan Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No. 1.
- Rao, N. 2005. Use of Plant Material as Natural Coagulants for Treatment of Wastewater. <http://www.visionreviewpoint.com/article.asp?articleid=48>
- Sarpong, G. dan Clinton P. R. 2010. Coagulant Efficiency of Moringa oleifera for Removal of Turbidity and Reduction of Total Coliform as Compared to Aluminium Sulfate. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 5 (21), pp.2939-2944, 4 November, 2010.
- Sastrohamidjojo, H. (1992). *Spektroskopi Inframerah*. Yogyakarta: Liberty
- Siregar, S.A. 2005. *Instalansi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta : kanisius

- Steenis. 2006. *Flora, untuk Sekolah Dasar Indonesia*. Jakarta : Pradnya Paramita
- Stepherson, R.J dan Duff, S.J.B. 1996. Coagulation and precipitation of a mechanical pulping effluent/ Removal of carbon, colour and turbidity. *Wat. Res.* 30 (4) 781-792
- Sugiharto. 2005. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: UI Press
- Utami, S. D. R. 2001. Uji Kemampuan Koagulan Alami dri Biji Trembesi (*Samanea saman*), Biji Kelor (*Moringa oleifera*), dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris*) dalam Proses Penurunan Kadar Fosfat pada Limbah Cair Industri Pupuk. *Tesis*. Teknik Lingkungan Surabaya.
- Widjajanti, Endang; Tutik, Regina; Utomo, Pranjoto. 2011. Pola Adsorpsi Zeolit terhadap Pewarna Azo Metil Merah dan Metil Jingga. *Jurnal Penelitian*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta
- Yulianti, E. 2013. Isolasi da Karakterisasi Komponen Bioaktif Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Koagulan Alami pada Limbah Cair Industri tahu. *Jurnal Penelitian Malang*. Lemlit

Removal of Methyl orange using Coagulant Extracted from Tamarind Seed by NaCl

Oleh : Asih Elok Fitriani, Eny Yulianti, Vina Nurul Istighfarini

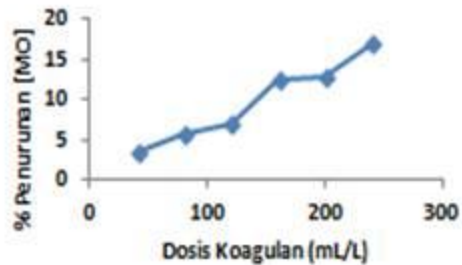
ABSTRAK

Biji Asam Jawa merupakan salah satu biji yang berpotensi sebagai koagulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas koagulan biji asam Jawa dalam menurunkan konsentrasi limbah buatan *Methyl orange* (MO). Penentuan efektivitas ekstrak NaCl-Biji Asam Jawa dilakukan dengan menentukan dosis koagulan serta pH larutan dan konsentrasi optimum MO. Kondisi optimum yang didapat adalah dosis koagulan 160 mL/L, larutan pH 6 dan konsentrasi MO 70 ppm. Pada dosis, pH dan konsentrasi MO optimum tersebut memberi penurunan sebanyak 32,30 %. Hasil identifikasi gugus fungsi koagulan sebelum dan setelah diinteraksikan dengan MO menunjukkan adanya gugus amina dari protein.

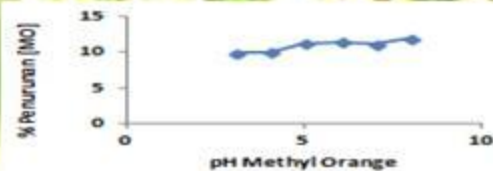
M E T O D E



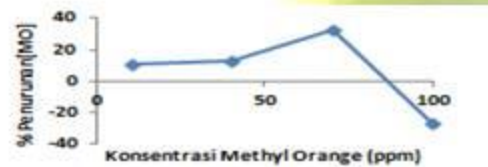
HASIL



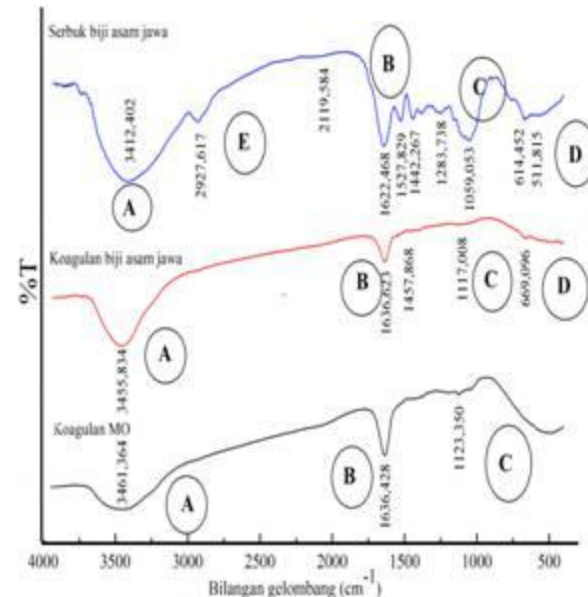
Gambar 1. Penurunan [MO] dengan Variasi Dosis Koagulan



Gambar 2. Penurunan [MO] dengan Variasi pH



Gambar 3. Penurunan [MO] dengan Variasi [MO]



KESIMPULAN

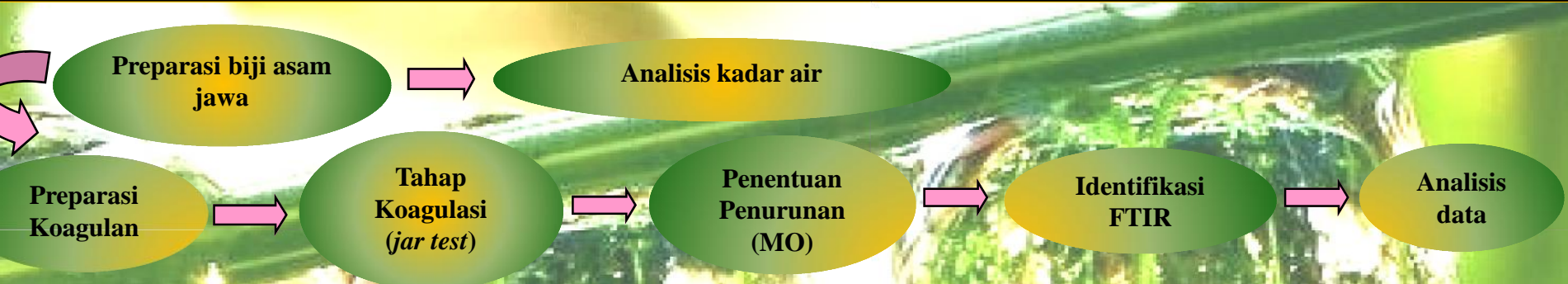
Variasi dosis koagulan dan pH serta konsentrasi sampel memberi pengaruh terhadap penurunan konsentrasi *Methyl orange*, dengan dosis terbaik 160 mL/L, pH sampel 6 dan konsentrasi sampel 70 ppm memberi penurunan sebanyak 32,30 %. Hasil karakterisasi gugus fungsi koagulan biji asam Jawa sebelum dan setelah koagulasi dengan MO diduga mengandung protein.

Removal of Methyl orange using Coagulant Extracted from Tamarind Seed by NaCl

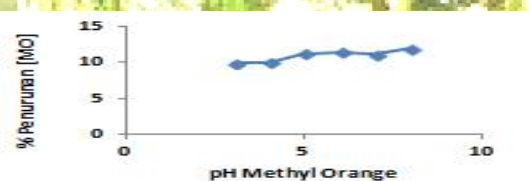
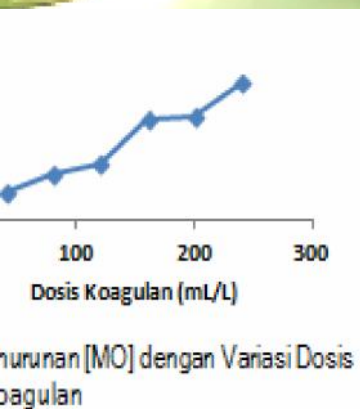
Oleh : Asih Elok Fitriani, Eny Yulianti, Vina Nurul Istighfarini

ABSTRAK

Asam Jawa merupakan salah satu biji yang berpotensi sebagai koagulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas koagulan biji asam Jawa dalam m... limbah buatan *Methyl orange* (MO). Penentuan efektivitas ekstrak NaCl-Biji Asam Jawa dilakukan dengan menentukan dosis koagulan serta pH larutan dan MO. Kondisi optimum yang didapat adalah dosis koagulan 160 mL/L, larutan pH 6 dan konsentrasi MO 70 ppm. Pada dosis, pH dan konsentrasi MO optimum tersebut sebanyak 32,30 %. Hasil identifikasi gugus fungsi koagulan sebelum dan setelah diinteraksikan dengan MO menunjukkan adanya gugus amina dari protein.



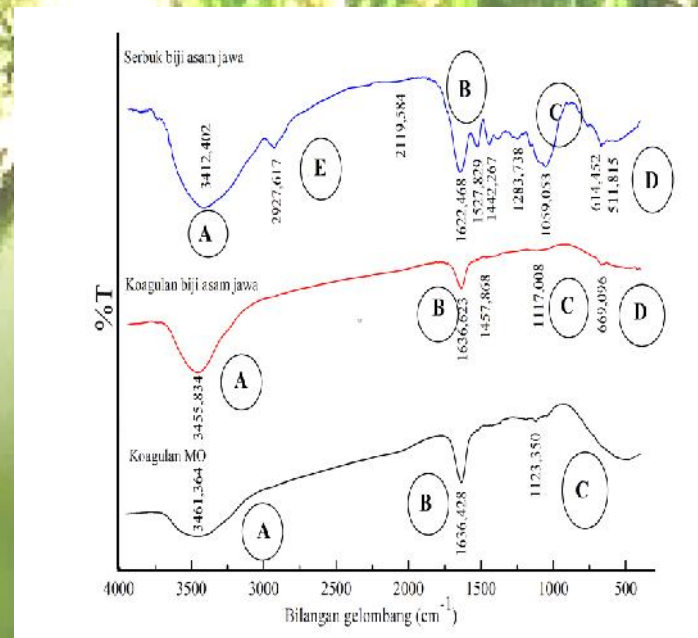
HASIL



Gambar 2. Penurunan [MO] dengan Variasi pH



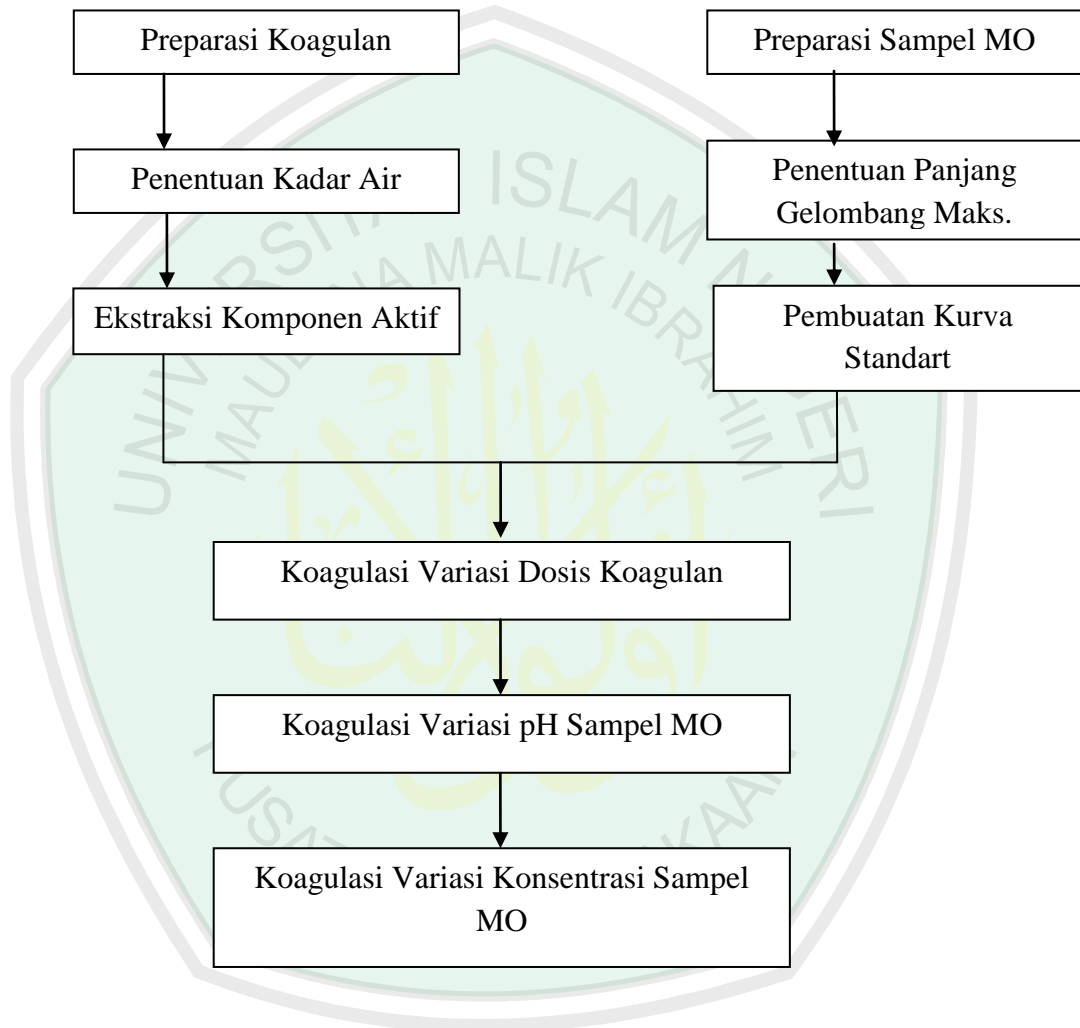
Gambar 3. Penurunan [MO] dengan Variasi [MO]



KESIMPULAN
 Variasi dosis koagulan serta konsentrasi sampel pengaruh terhadap p... konsentrasi *Methyl orange* dosis terbaik 160 mL/L, pH... dan konsentrasi sampel memberi penurunan sebanyak... Hasil karakterisasi gugus koagulan biji asam Jawa seb... setelah koagulasi dengan M... mengandung protein.

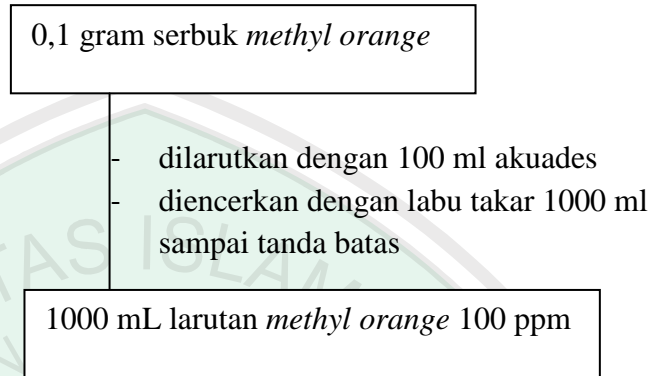
LAMPIRAN

Lampiran 1: Diagram Alir Penelitian

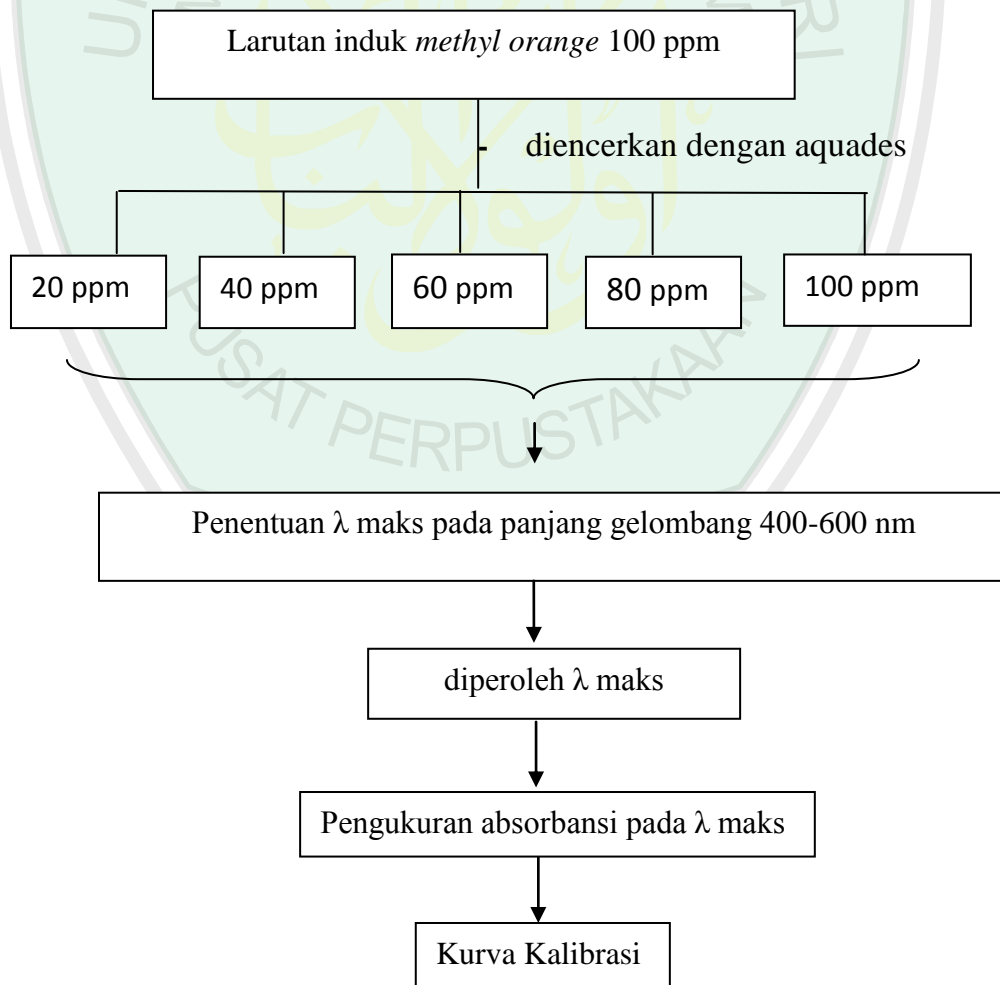


Lampiran 2: Langkah Kerja

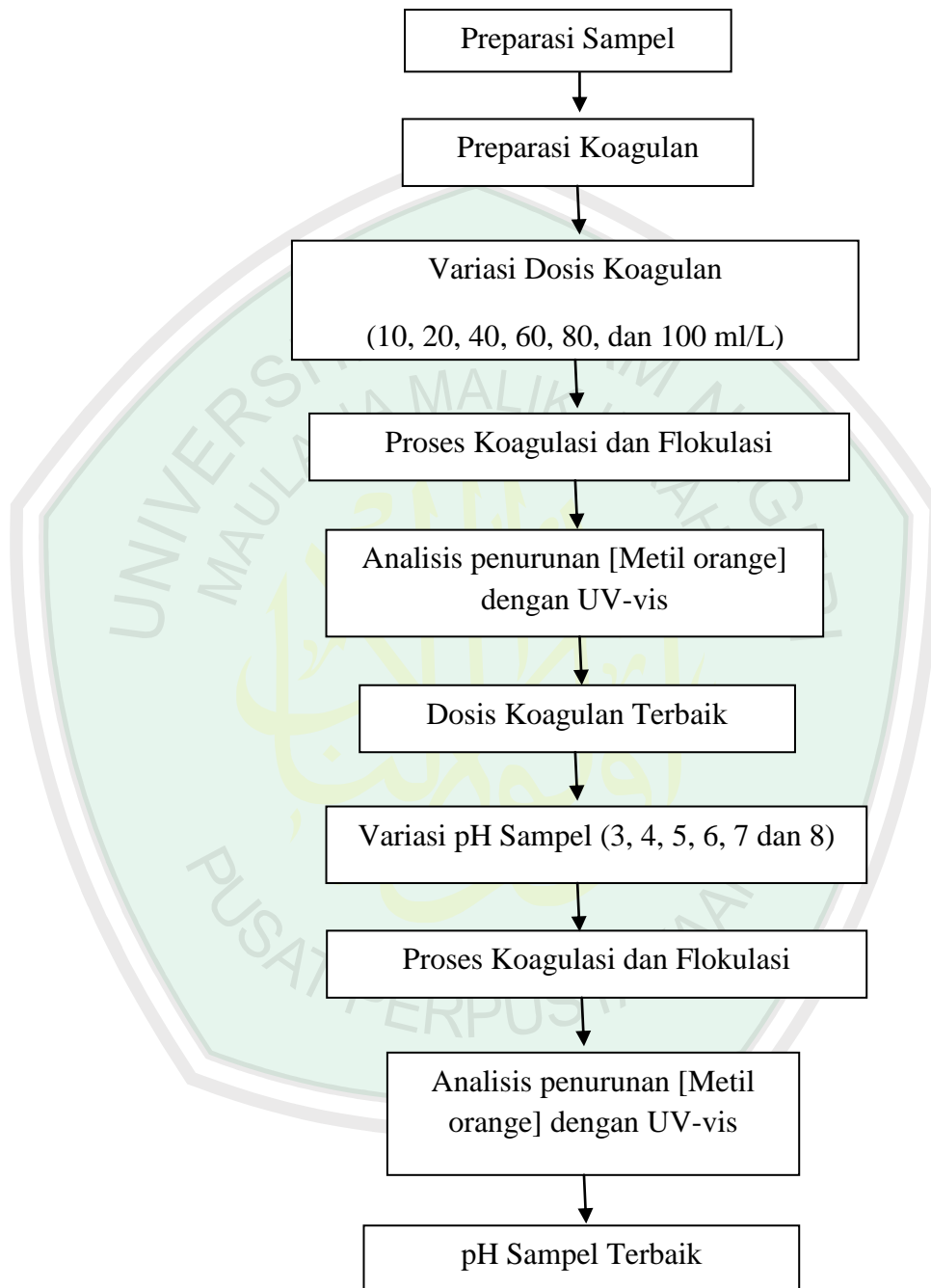
L.2.1 Pembuatan Larutan Induk *Methyl Orange* 100 ppm (Fadjri, 2012)



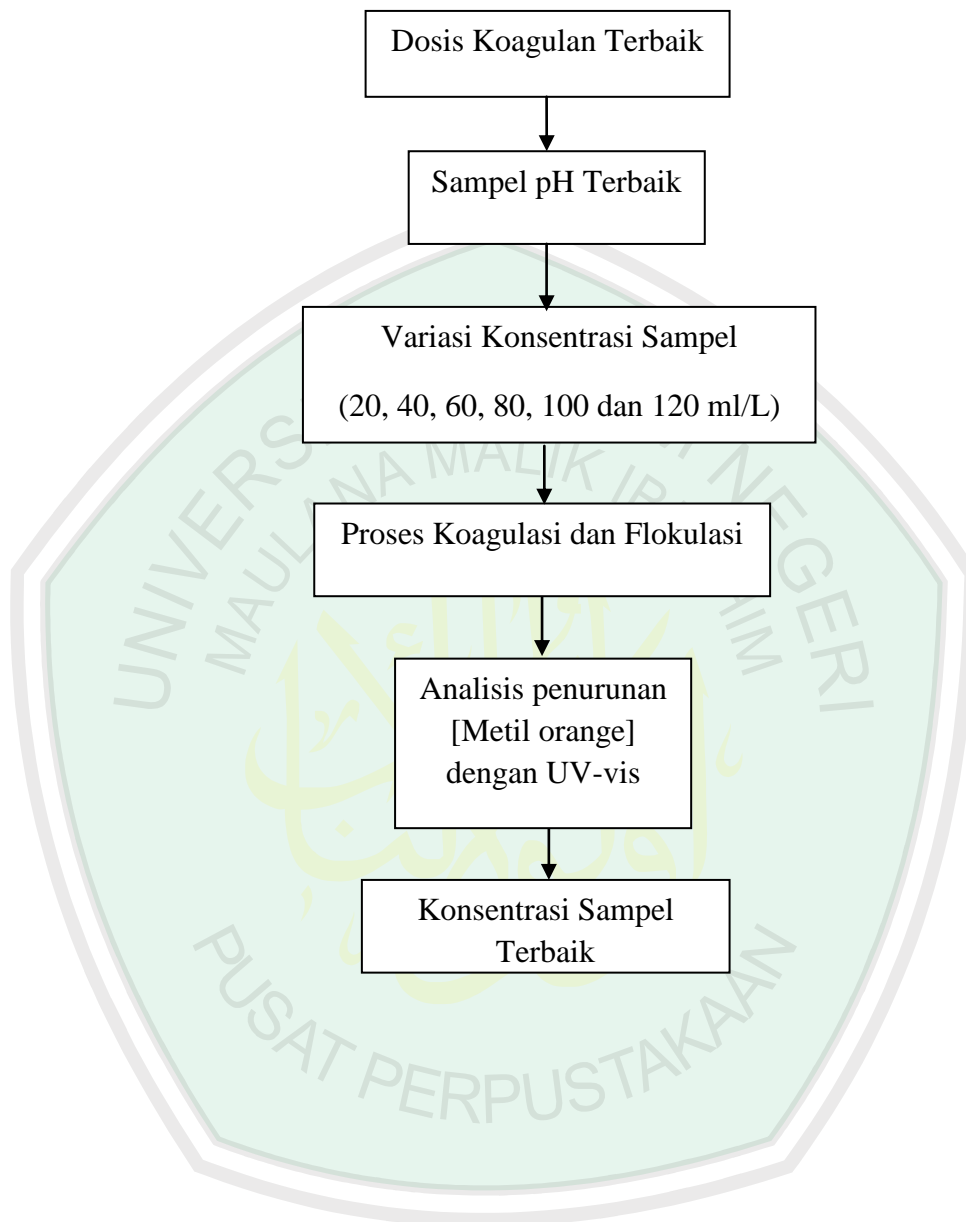
L.2.2 Penentuan Panjang Gelombang dan Kurva Baku *Methyl Orange*

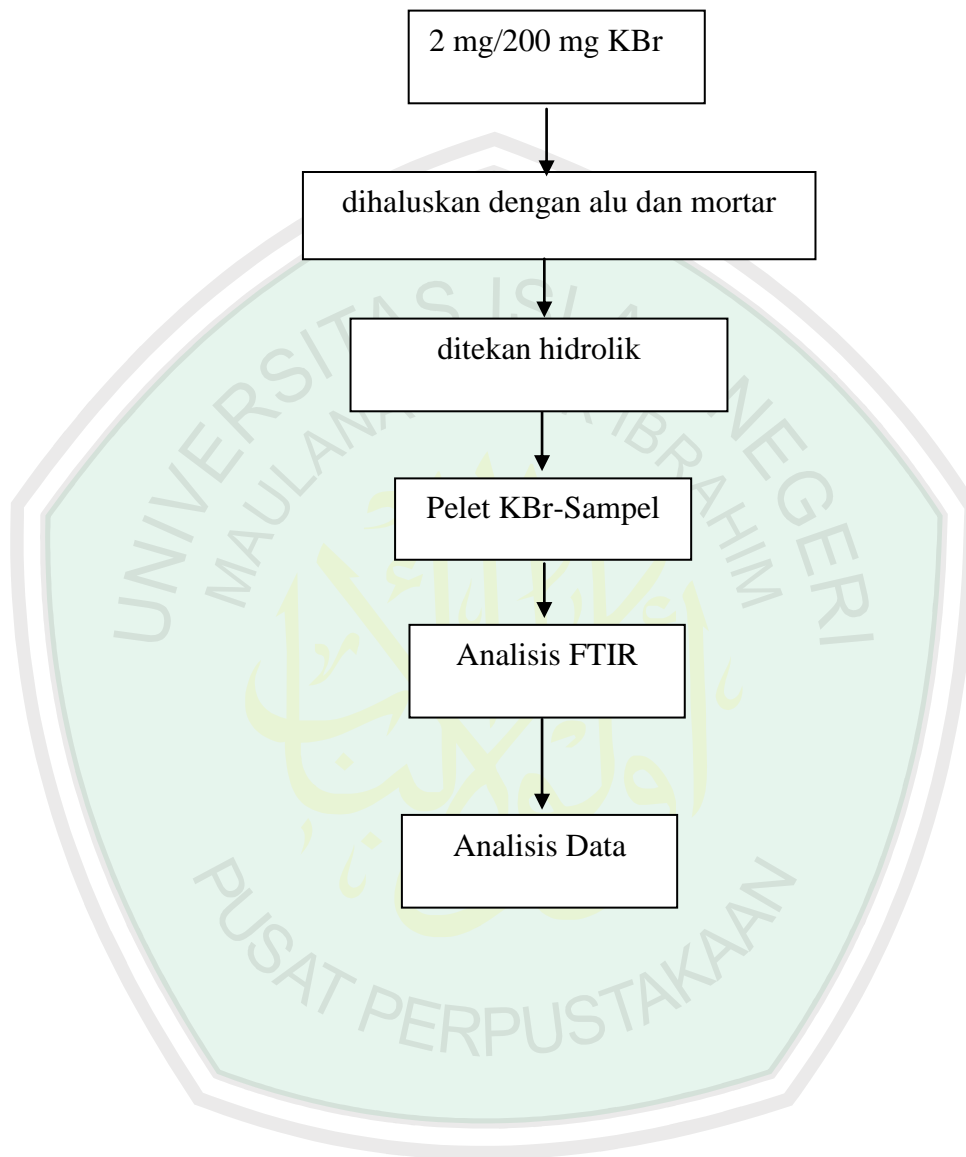


L.2.3 Penentuan Dosis Koagulan dan pH Sampel Terbaik



L.2.4 Pengaruh Konsentrasi Sampel



L.2.6 Analisis Gugus Aktif Biji Asam Jawa dengan Spektrofotometri FTIR

LAMPIRAN 3 PEMBUATAN LARUTAN

L.3.1 Pembuatan NaCl 1,5 M

Diketahui : $M_r \text{ NaCl} = 49,46 \text{ g/mol}$

Volume yang diambil = $1000 \text{ mL} = 1 \text{ L}$

Ditanya : berat NaCl yang diperlukan untuk membuat NaCl 1,5 M?

$$\begin{aligned} \text{Mol NaCl (n)} &= M \times V \text{ (L)} \\ &= 1,5 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} \\ &= 1,5 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa NaCl} &= n \times M_r \\ &= 1,5 \text{ mol} \times 49,46 \text{ g/mol} \\ &= 74,19 \text{ g} \end{aligned}$$

Padatan NaCl ditimbang sebanyak 74,19 g. Dilarutkan dalam gelas beker yang berisi akuades 50 mL. Diaduk-aduk sampai larut sempurna dan dipindahkan dalam labu ukur 100 mL. Ditambahkan akuades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

L.3.2 Pembuatan Larutan Standar *Methyl Orange* 100 ppm (Fadjri, 2012)

Larutan induk *methyl orange* 100 ppm dibuat dengan cara melarutkan 0,1 g serbuk *methyl orange* dengan 100 mL akuades hingga larut. Kemudian diencerkan dengan labu takar 1000 mL sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan *methyl orange* 100 ppm sebanyak 1000 mL.

a. Konsentrasi 20 ppm

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

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

$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

b. Konsentrasi 40 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 40 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 40 \text{ mL}$$

c. Konsentrasi 60 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 60 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 60 \text{ mL}$$

d. Konsentrasi 80 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 80 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 80 \text{ mL}$$

e. Konsentrasi 100 ppm

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

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

$$V_1 = 100 \text{ mL}$$

L.3.3 Pembuatan Larutan Standar *Methyl Orange* 120 ppm (Fadjri, 2012)

Larutan *methyl orange* 120 ppm dibuat dengan cara melarutkan 0,012 g serbuk *methyl orange* dengan 100 mL akuades hingga larut.

L.3.4 Pembuatan H_2SO_4 0,1 N

Diketahui : BJ H_2SO_4 pekat = 1,8325 g/mL

Konsentrasi H_2SO_4 = 96 %

$$\begin{aligned} \text{Mr H}_2\text{SO}_4 &= 98 \text{ g/mol} \\ n &= 2 \text{ (jumlah atom H)} \end{aligned}$$

Ditanya : Volume H_2SO_4 untuk membuat 0,1 N H_2SO_4 ?

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

$$\begin{aligned} N_1 \times V_1 &= N_2 \times V_2 \\ 35,90 \text{ N} \times V_1 &= 0,1 \text{ N} \times 500 \text{ mL} \\ V_1 &= 1,39 \text{ mL} = 1,40 \text{ mL} \end{aligned}$$

Larutan H_2SO_4 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.3.5 Pembuatan 0,1 N NaOH

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

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

$$\text{Volume NaOH} = 500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L}$$

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

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

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

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

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

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

$$g = \text{mol} \times \text{BE} = 0,05 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} = 2 \text{ g}$$

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.



Lampiran 4: Perhitungan Kadar Air

$$\text{Rumus Perhitungan : } \frac{b-c}{b-a} \times 100 \%$$

Keterangan: a = Cawan Kosong

b = Cawan + Sampel Awal (Basah)

c = Cawan + Sampel Konstan (Kering)

Hasil :

Berat Cawan Kosong

Awal (g)	P1 (g)	P2 (g)	P3 (g)	Rata-rata (g)
62, 6033	62, 6058	62, 6040	62, 6043	62, 6047
50, 2585	50, 2540	50, 2532	50, 2545	50, 2539
52, 5897	52, 5843	52, 5840	52, 5849	52, 5844

Berat Cawan + Sampel Biji Asam Jawa

Awal (g)	P1 (g)	P2 (g)	P3 (g)	Rata2 (g)
67, 6043	66,954	66,9528	66,9531	66,9533
55, 2545	54,6129	54,6126	54,6158	54,61376667
57, 5850	56,9425	56,9434	56,9434	56,9431

Perhitungan Kadar Air :

$$\text{Kadar Air} = \frac{(\text{cawan+sampel awal})-(\text{cawan+sampel konstan})}{(\text{cawan+sampel awal})-(\text{cawan kosong konstan})} \times 100 \%$$

$$\text{Sampel 1} = \frac{67,6043-66,9533}{67,6043-62,6047} \times 100 \% = \frac{0,651}{4,9996} \times 100 \% = 13,02 \%$$

$$\text{Sampel 2} = \frac{55,2545-54,613}{55,2545-50,2539} \times 100 \% = \frac{0,6415}{5,0006} \times 100 \% = 12,82 \%$$

$$\text{Sampel 3} = \frac{57,5850-56,9431}{57,5850-52,5844} \times 100 \% = \frac{0,6419}{5,0006} \times 100 \% = 12,83 \%$$

Rata-rata Kadar Air

$$\text{Rata-rata} = \frac{13,02 + 12,82 + 12,83}{3} = \mathbf{12,89 \%}$$

Perhitungan Faktor Koreksi

$$\begin{aligned} \text{Rumus Faktor Koreksi} &= \frac{100}{100 - \% \text{ Kadar air}} \\ &= \frac{100}{100 - 12,89} = \mathbf{1,15 \%} \end{aligned}$$

Menentukan % Kadar Terkoreksi

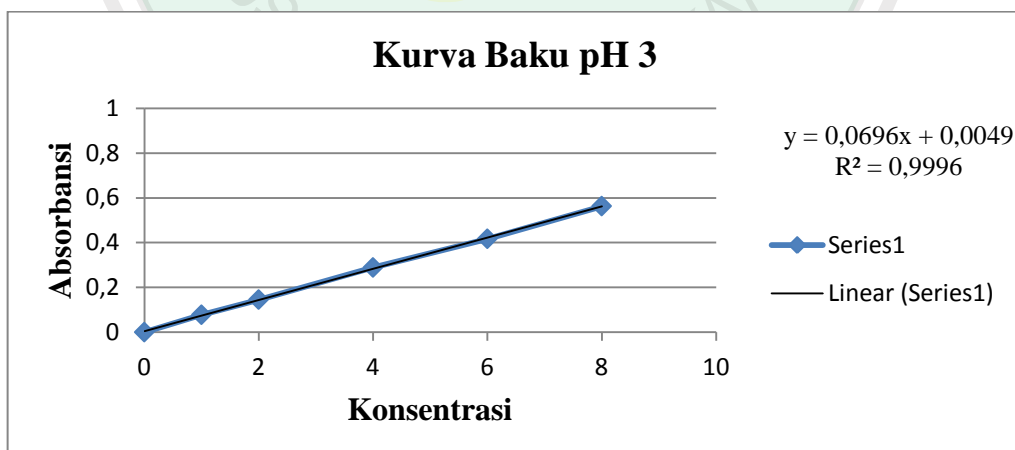
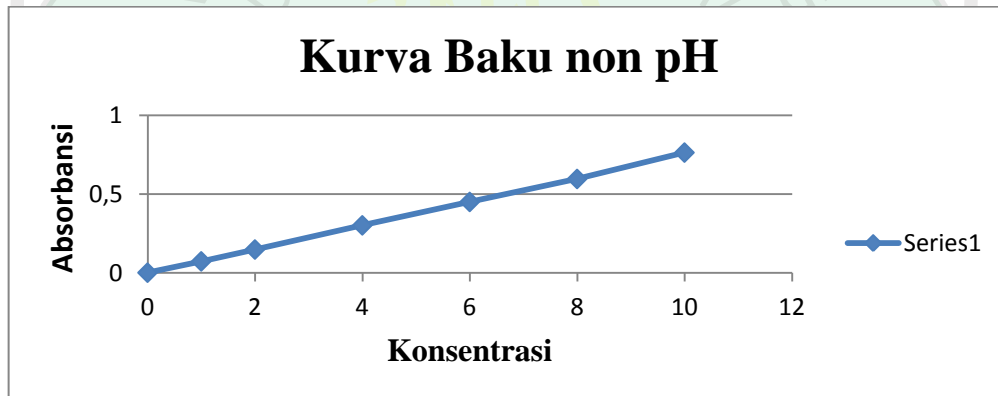
$$\begin{aligned} \text{Rumus Perhitungan} &= \text{Kadar Air} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= 12,89 \% - 1,15 \% \\ &= \mathbf{11,74 \%} \end{aligned}$$

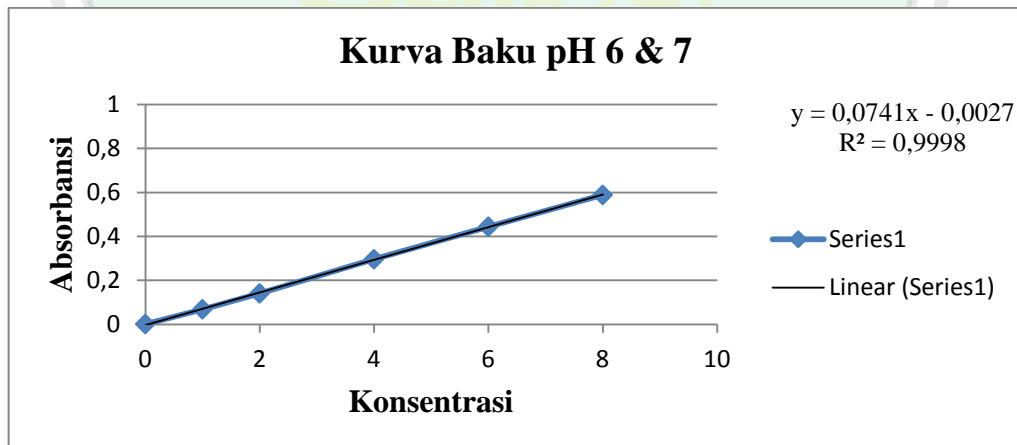
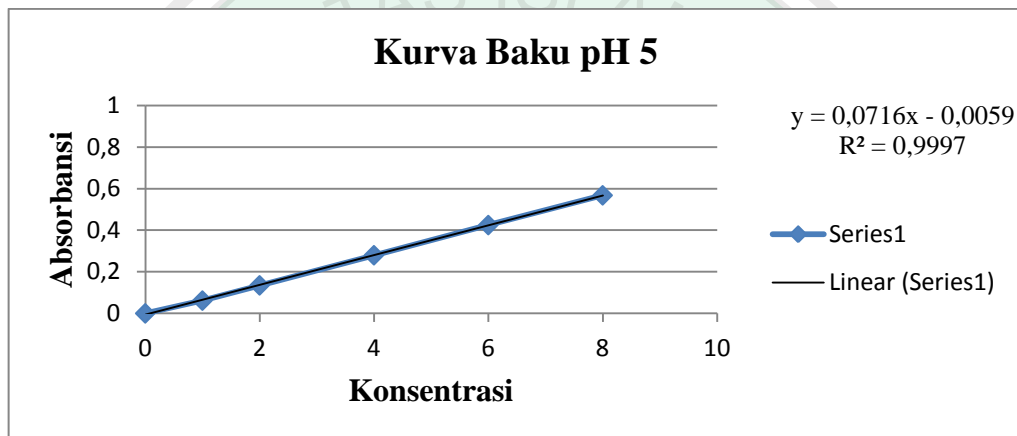
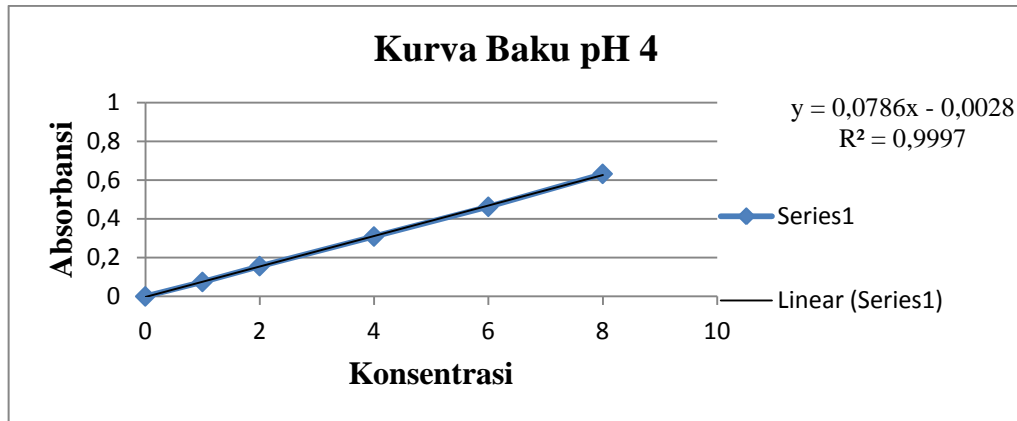
LAMPIRAN 5 PANJANG GELOMBANG DAN KURVA STANDAR

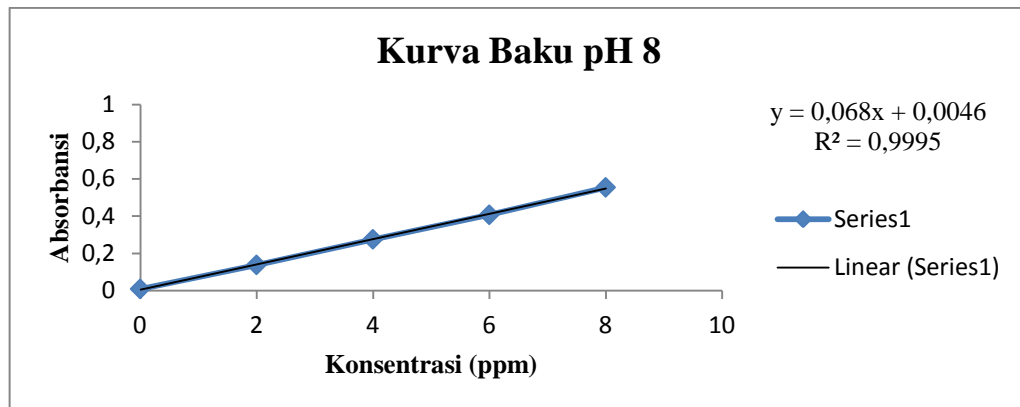
L.5.1 Panjang Gelombang maksimum

No.	pH	Panjang Gelombang Maksimum (nm)
1.	Non-pH	464,1
2.	3	467
3.	4	468,1
4.	5	455,1
5.	6	457
6.	7	457
7.	8	457,9

L.5.2 Kurva Baku non-pH dan masing-masing pH *Methyl orange*



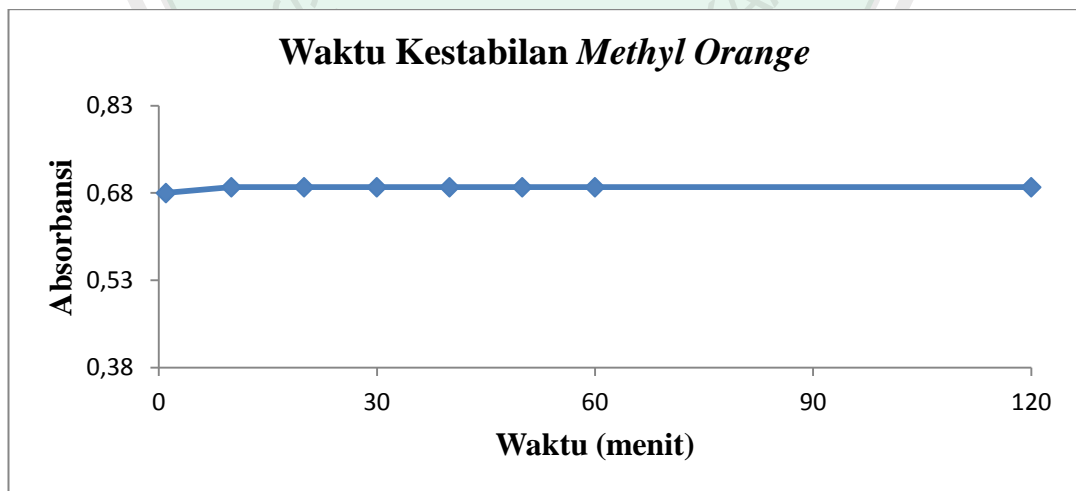




LAMPIRAN 6 DATA HASIL PENELITIAN

L.6.1 Waktu Kestabilan Sampel *Methyl Orange*

menit	Absorbansi
1	0,683
2	0,684
3	0,684
4	0,684
5	0,685
6	0,685
7	0,685
8	0,685
9	0,685
10	0,685
15	0,685
20	0,685
25	0,685
30	0,685
40	0,685
50	0,685
60	0,686
120	0,686



L.6.2 Pengaruh Dosis Koagulan terhadap Konsentrasi *Methyl orange* pada λ_{\max} 464,1 nm.

$$y = 0,07576x - 0,00083$$

Penurunan Konsentrasi Methyl orange variasi Dosis Koagulan

Dosis (mL/L)	Penurunan (ppm)			Rata2 Penurunan (ppm)	% Penurunan
	i	ii	iii		
10	0,07	0,07	0,06	0,07	0,78
20	0,14	0,15	0,15	0,15	1,66
40	0,34	0,29	0,31	0,31	3,44
60	0,41	0,39	0,41	0,4	4,54
80	0,52	0,6	0,55	0,56	5,75
100	0,54	0,74	0,64	0,64	6,57
120	0,77	0,76	0,54	0,69	7,17
160	1,14	1,12	1,11	1,12	12,48
200	1,14	1,15	1,19	1,16	13
240	1,53	1,53	1,58	1,55	17

L.6.3 Penurunan Konsentrasi *Methyl orange* variasi pH dengan Dosis Optimum Koagulan

pH <i>Methyl orange</i>	Penurunan (ppm)			Rata2 Penurunan (ppm)	% Penurunan
	i	ii	iii		
3	0,98	0,96	1,1	1,013	9,9
4	0,94	0,91	0,91	0,92	9,94
5	1,11	1,1	1,21	1,14	11,24
6	1,14	1,13	1,14	1,14	11,48
7	1,02	1,02	1,02	1,02	11,16
8	1,21	1,21	1,25	1,22	12,54

L.6.4 Pengaruh Konsentrasi Sampel *Methyl Orange*

[<i>Methyl orange</i>]	Penurunan (ppm)			Rata2 Penurunan (ppm)	% Penurunan
	i	ii	iii		
10	1,02	0,96	0,93	0,97	10,53
40	4,85	4,74	4,76	4,78	12,98
70	24,76	26,47	24,51	25,25	32,30
100	-3,63	-29,66	-30,11	-21,13	-27,36

Lampiran 7 Perhitungan BNT dengan Microsoft Excel

L.7.1 Hasil BNT Variasi Dosis Koagulan

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
40	3	0,94	0,313333	0,000633
80	3	1,67	0,556667	0,001633
120	3	2,29	0,763333	3,33E-05
160	3	3,37	1,123333	0,000233
200	3	3,48	1,16	0,0007
240	3	4,64	1,546667	0,000833

<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	20,94072	8	2,61759	3241,969	8,15E-27	2,510158
Within Groups	0,014533	18	0,000807			
Total	20,95525	26				

MSE	0,000807
t(a,dfe)	2,100922
a	0,05
dfe	18
r	3
BNT	0,048743

<i>Dosis</i>	<i>Rata2</i>	<i>Jumlah</i>	<i>Notasi</i>
40	0,313333	0,362076	a
80	0,556667	0,605409	b
120	0,763333	0,812076	c
160	1,123333	1,172076	d
200	1,16	1,208743	d
240	1,546667	1,595409	d

L.7.2 Hasil BNT Variasi pH MO

<i>pH</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
3	3	3,04	1,013333	0,005733
4	3	2,76	0,92	0,0003
5	3	123,2	41,06667	4792,003
6	3	3,41	1,136667	3,33E-05
7	3	3,06	1,02	0
8	3	3,67	1,223333	0,000533

<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	4000,96	8	500,1175	1,0019	0,45722	3,10587
Within Groups	9584,02	12	798,6683			
Total	13584,9	17				

<i>MSE</i>	798,6683
<i>t(a, dfe)</i>	2,178813
<i>a</i>	0,05
<i>dfe</i>	12
<i>r</i>	3
<i>BNT</i>	50,27563

<i>pH</i>	<i>Rata2</i>	<i>Jumlah</i>	<i>Notasi</i>
3	1,013333	51,29	a
4	0,92	51,2	a
5	41,06667	91,34	b
6	1,136667	51,42	b
7	1,02	51,3	b
8	1,223333	51,5	b

L.7.3 Hasil BNT Variasi Konsentrasi MO

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
10	3	2,91	0,97	0,0021
40	3	14,35	4,783333	0,003433
70	3	75,74	25,24667	1,138033
100	3	-63,4	-21,1333	229,8256

<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	3250,486	3	1083,495	18,76433	0,00056	4,066181
Within Groups	461,9384	8	57,7423			
Total	3712,424	11				

<i>MSE</i>	57,7423
t(a, dfe)	2,306004
a	0,05
dfe	8
r	3
BNT	14,30743

Konsentrasi	Rata2	Jumlah	Notasi
10	0,97	15,28	a
40	4,783333	19,09	a
70	25,24667	39,56	b
100	-21,1333	-6,82	b

LAMPIRAN 7 DOKUMENTASI GAMBAR



Preparasi Larutan MO variasi pH



Preparasi koagulan



Koagulan-MO