

**EFEKTIFITAS BIJI KELOR (*Moringa Oleifera Lamk.*) TANPA LEMAK
SEBAGAI KOAGULAN PADA AIR SUNGAI BENGAWAN SOLO**

SKRIPSI

Oleh:

**HESTININGSIH
NIM. 09630028**



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2014**

**EFEKTIFITAS BIJI KELOR (*Moringa Oleifera Lamk.*) TANPA LEMAK
SEBAGAI KOAGULAN PADA AIR SUNGAI BENGAWAN SOLO**

SKRIPSI

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

Oleh:

**HESTININGSIH
NIM. 09630028**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2014**

EFEKTIFITAS BIJI KELOR (*Moringa Oleifera Lamk.*) TANPA LEMAK
SEBAGAI KOAGULAN PADA AIR SUNGAI BENGAWAN SOLO

SKRIPSI

Oleh :

HESTININGSIH
NIM. 09630028

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada Tanggal 07 Januari 2014:

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Agama



Ahmad Abtokhi, M.Pd
NIP. 19761003 200312 1 004

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



Elis Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19720620 200604 2 002

EFEKTIFITAS BIJI KELOR (*Moringa Oleifera Lamk.*) TANPA LEMAK
SEBAGAI KOAGULAN PADA AIR SUNGAI BENGAWAN SOLO

SKRIPSI

Oleh:

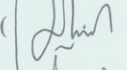


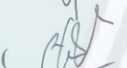
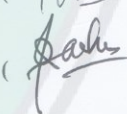
HESTININGSIH
NIM. 09630028

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 17 Januari 2014

Susunan Dewan Penguji

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. Penguji Utama | : Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP.19790620 200604 2 002 |
| 2. Ketua Penguji | : Suci Amaliah, M.Sc
NIP. 19750410 200501 2 009 |
| 3. Sekretaris/Pembimbing | : Eny Yulianti, M.Si
NIP.19760611 200501 2 006 |
| 4. Anggota (Konsultan) | : Rif'atul Mahmudah, M.Si
LB. 30023 |
| 5. Anggota | : Ahmad Abtokhi, M.Pd
NIP. 19761003 200312 1 004 |

Tanda Tangan

()
()
()
()
()

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Kimia



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

MOTTO

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan"

Luwih becik tangan ning dhuwur daripada tangan ning ngisor

(Daun yang Jatuh Tak Pernah Membenci Angin, Jere Piye)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil aalamiin

Dengan senantiasa memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT beserta Nabi Muhammad SAW, atas rahmat dan ridho-Nya sehingga karya ini dapat terselesaikan Dan semoga dapat bermanfaat bagi sesama, Amin..

Ku persembahkan buah karya ini untuk:

Kedua orang tua ku tercinta (Bapak Afwan dan alm. Ibu Kastulik) dan mbah ku tersayang (H. Kambar dan Hj. Tumi), engkaulah yang senantiasa memdampingiku sedari kecil, yang rela berkorban segenap jiwa dan raga demi kebahagiaanku, yang senantiasa meneteskan air mata dalam setiap do'anya di keheningnya malam, semoga putrimu ini senantiasa dapat memenuhi keinginan serta harapan muliamu.

Seluruh Keluarga Besar ku dan Calon Suami ku yang akan datang, terima kasih banyak atas motivasi dan doanya, sehingga aku dapat mewujudkan cita-cita.

Sahabat-sahabatku tersayang (Im, Charla dan Phi2n, Lya dan dita) dan teman-teman PPP. Al-Hikmah Al-Fathimiyyah Terspecial Kamar F Tercinta (Nduk Ai, Rahma, mb' La2, Firda, Iik, Lety, Mbok Ser (Puput), Brimob (Seina), Fayik, mb' Ulfatin, Dek Jhom2, Adikku Sayang Apin Crewet) dengan semangat kalian aku bisa melihat dunia dengan lebih bermakna, lebih menghargai hidup dan berjiwa besar. You're the apple on my life.

Teman-teman seperjuanganku (Lu'ul, Ichya', David, Maksim, Kusnan, Erwanto, Ana, Umi, Icha, Farid, Mas Hendi, Mb' Dinar dan Asad), terima kasih atas semangatnya dan semua saran-sarannya serta canda tawanya.

Teman-temanku di cepu (mas bro dan Danang), terima kasih atas semangatnya, kendaraannya dan semuanya. Pertemanan kita di cepu tidak akan pernah terlupakan.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hestingsih
NIM : 09630028
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Kimia
Judul Penelitian : Efektifitas Biji Kelor (*Moringa Oleifera Lamk.*) Tanpa Lemak Sebagai Koagulan Pada Air Sungai Bengawan Solo

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan 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 kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 22 Januari 2014

Yang Membuat Pernyataan,

Hestingsih
NIM. 09630028

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan hasil penelitian dengan judul **“Efektifitas Biji Kelor (*Moringa Oleifera Lamk.*) Tanpa Lemak Sebagai Koagulan Pada Air Sungai Bengawan Solo”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) dengan semaksimal mungkin, walupun masih jauh dari kesempurnaan. Semoga dari apa yang penulis upayakan ini dapat bermanfaat bagi semua, sebagai ilmu yang bermanfaat dan barokah. Amin.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi baik dukungan moral maupun spiritual demi suksesnya penyusunan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tua, Masku dan keluarga besar tercinta yang telah banyak memberikan perhatian, nasihat, doa, dan dukungan baik moril maupun materil sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang Bapak Prof. H. Mudjia Raharjo, M.Si.
3. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang Ibu Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si.
4. Ketua jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si.

5. Para dosen pembimbing Ibu Eny Yulianti, M.Si, Ibu Rif'atul, M.Si, dan Bapak Ahmad Abtokhi, M.Pd, karena atas bimbingan, pengarahan, kesabaran dan motivasinya penyusunan skripsi dapat diselesaikan.
6. Dosen Penguji, Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si dan Ibu Suci Amaliah, M.Sc, atas masukan dan sarannya skripsi ini bisa menjadi lebih baik.
7. Bapak Setiyono, Bapak Kastur, mbak Ameli, mas Rizal dan semua staf di PUSDIKLAT MIGAS Cepu, atas penyediaan tempat serta saran dan bantuannya selama penelitian.
8. Segenap laboran dan staf administrasi kimia yang telah banyak membantu sehingga skripsi ini terselesaikan.
9. Abah KH. Yahya Dja'far, M. A dan Ibu Nyai Hj. Syafi'iyah, M. A, terima kasih sudah memberi penulis kesempatan untuk menimba ilmu di PPP. Al-Hikmah Al-Fathimiyyah dan dukungan spiritualnya.
10. Teman-teman kimia angkatan 2009, atas motivasi dan dukungannya selama menuntut ilmu di kampus tercinta.
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang secara langsung maupun tidak telah membantu penulis menyelesaikan studi.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Malang, 16 Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pemanfaatn Tumbuhan dalam Perspektif Islam.....	9
2.2 Tanaman Kelor (<i>Moringa oleifera Lamk.</i>).....	11
2.2.1 Sistematika Tanaman kelor.....	12
2.2.2 Kandungan Kimia pada Biji Kelor	13
2.2.3 Biji Kelor sebagai Koagulan.....	13
2.3 Proses Koagulasi /Flokulasi	17
2.3.1 Koagulasi	18
2.3.2 Flokulasi	24
2.4 Sungai Bengawan Solo	24
2.5 Parameter Kualitas Air	27
2.6 Jar Test	26
2.7 Analisis Kadar Protein Metode KjheldalModifikasi.....	29
2.8 Analisis Lemak Metode Soxhlet	30
2.9 Spektrofotometer UV-Visibel	31
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	34
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	34
3.2.1 Alat Penelitian	34
3.2.2 Bahan Penelitian	34
3.3 Rancangan Penelitian	35
3.4 Tahapan Penelitian	35
3.5 Prosedur Penelitian.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengambilan dan Preparasi Sampel	42
4.2 Preparasi Koagulan Biji Kelor	42
4.3 Analisis Kadar Lemak dengan Metode Soxhlet.....	46
4.4 Analisis Kadar Protein dengan Metode Lowry	47

4.5 Analisis N Total dengan Metode Kjeldahl Modifikasi	50
4.6 Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap Perubahan Parameter Kualitas Air	51
4.7 Pengaruh Variasi pH Air Sungai terhadap Perubahan Parameter Kualitas Air	55
4.8 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam.....	59
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	68



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Biji Kelor dengan Porsi 100 gram	13
Tabel 4.1 Aktivitas Koagulasi Ekstrak Biji Kelor dengan Variasi Pelarut	45
Tabel 4.2 Persentase Penurunan Kekeruhan	52
Tabel 4.3 Persentase Penurunan Kekeruhan	56
Tabel 4.4 Persentase Penurunan pH.....	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Kelor	12
Gambar 2.2 Struktur umum asam amino	14
Gambar 2.3 Mekanisme Koagulasi	17
Gambar 4.1 Kurva Standart BSA	49
Gambar 4.2 Reaksi pembentukan kompleks	50
Gambar 4.3 Reaksi asam amino dalam basa	57
Gambar 4.4 Reaksi asam amino dalam asam	57



ABSTRAK

Hestningsih. 2014. **Efektifitas Biji Kelor (*Moringa Oleifera Lamk.*) Tanpa Lemak Sebagai Koagulan Pada Air Sungai Bengawan Solo.** Hasil Penelitian. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Eny Yulianti, M.Si; Pembimbing II: Ahmad Abtokhi, M.Pd; Konsultan: Rif'atul Mahmudah, M.Si.

Kata kunci : Kelor (*Moringa oleifera Lamk.*), Koagulan

Kelor (*Moringa oleifera Lamk.*) merupakan salah satu tanaman yang bijinya dapat dimanfaatkan sebagai koagulan. Biji kelor dapat digunakan sebagai koagulan dalam bentuk serbuk maupun diekstrak menggunakan air dan lemaknya dihilangkan terlebih dahulu untuk meningkatkan proses koagulasi. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh dosis dan pH koagulasi ekstrak aquades biji kelor tanpa lemak terhadap kualitas air sungai Bengawan Solo.

Serbuk biji kelor dihilangkan lemaknya menggunakan metode soxhlet dengan petroleum eter kemudian residu ditimbang 5 gram dan diekstrak menggunakan 100 mL aquades. Filtrat hasil penyaringan, digunakan sebagai bahan koagulan. Proses koagulasi menggunakan metode *batch* pada air Sungai Bengawan Solo. Variasi dosis koagulan (0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 mL/L) dan variasi pH sampel (pH 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10) dilakukan untuk mengetahui efektifitas koagulan dengan parameter kekeruhan dan pH. Dilakukan uji kadar protein dan lemak pada serbuk biji kelor sebelum dan sesudah soxhlet serta larutan ekstrak aquades serbuk biji kelor tanpa lemak.

Hasil variasi dosis koagulan terhadap parameter kekeruhan memiliki pengaruh nyata dengan presentase penurunan sebesar 99,22 % dengan dosis 10 mL sedangkan variasi dosis terhadap parameter pH tidak memiliki pengaruh nyata. Pada variasi pH koagulasi terhadap parameter kekeruhan dan pH memiliki pengaruh yang nyata dengan penurunan kekeruhan terbanyak pada pH 7 sebesar 98,59 %. Hasil kadar lemak menggunakan metode soxhlet adalah sebesar 36,10 % (b/b). Hasil kadar protein menggunakan metode Lowry adalah serbuk biji kelor sebelum soxhlet 505 ppm, serbuk biji kelor sesudah soxhlet 771 ppm dan larutan ekstrak biji kelor tanpa lemak (koagulan) 2123 ppm, sedangkan N total menggunakan metode Kjhedal Modifikasi yaitu serbuk biji kelor sebelum soxhlet sebesar 1,176 %, serbuk biji kelor sesudah soxhlet 2,78 % dan ekstrak air biji kelor (koagulan) sebesar 7,483 %, dimana terdapat perbedaan preparasi sampel pada analisis kadar protein dan N total.

ABSTRAK

Hestningsih, 2014. **The Effectiveness of Moringa Seeds (*Moringa oleifera* Lamk.) Without Fat As water Coagulant In Bengawan Solo River.** Thesis. Chemistry Programme Faculty of Science and Technology The State of Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Promotor I: Eny Yulianti, M.Si; Promotor II: Ahmad Abtokhi, M, Pd; Consultant: Rif'atul Mahmudah, M.Si.

Key Word : Kelor (*Moringa oleifera*), Coagulant

Moringa (*Moringa oleifera* Lamk .) Is one of the seeds of plants that can be used as a coagulant . Moringa seeds can be used as a coagulant in the form of powder and extracted using water and fat removed first in order to enhance the coagulation process . This study aims to determine the effect of dose and coagulation pH of distilled water extract of moringa seed lean toward Bengawan Solo river water quality .

Moringa seed powder defatted using a Soxhlet method with petroleum ether and then the residue was weighed 5 grams extracted using 100 mL of distilled water . The filtrate screening results , used as a coagulant . Coagulation process using the batch method Solo.Variasi Bengawan River water coagulant doses (0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 10 , 15 , 20 , 25 and 30 mL / L) .and variations in sample pH (pH 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 and 10) was conducted to determine the effectiveness of coagulants with turbidity and pH parameters . Test levels of protein and fat in powdered moringa seeds before and after soxhlet and solvent distilled extract of Moringa seed powder without fat .

The results of the coagulant dose variation turbidity parameters have real influence with the percentage decrease of 99.22 % at a dose of 10 mL while the dose of the parameters pH variation has no real effect . In the coagulation pH variation of the parameters turbidity and ph have the real effect with the highest turbidity decrease at pH 7 at 98.59 % . The results of the fat content using Soxhlet method amounted to 36.10 % (w / w) . The results of protein content using the Lowry method is Moringa seed powder before Soxhlet 505 ppm , Moringa seed powder after Soxhlet 771 ppm and moringa seed extract solution without fat (coagulant) 2123 ppm , while the protein content using the method of modification is Kjhedal Moringa seed powder before Soxhlet for 1,176 % , moringa seed powder after Soxhlet 2.78 % and aqueous extract of Moringa seeds (coagulant) of 7.483 % , where there are differences in sample preparation in the analysis of protein content and N total

الملخص

هستينيغسيه. ٢٠١٤. فعالية بذور المورينجا المورينجا دون الدهون وتخر المياه في نهر سولو. (المورينجا أولي فيرا). أطروحة.
قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا في الجامعة الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج الدولة.
المشرف الاول: عيني يوليتي، الماجستير في العلوم؛ المشرف الثاني : منير احمد ابطوخي، الماجستير في التربية؛ الاستشاري: ريفاتول ماهموداه، الماجستير في العلوم.

صفها تجلط الدم في شكل مسحوق و استخراج باستخدام الماء و الدهون إزالة الأولى من أجل تعزيز عملية التخثر. تهدف هذه الدراسة لتحديد تأثير جرعة و تجلط الدم ودرجة الحموضة من المقطر استخراج المياه من بذور المورينجا الهزيل تجاه بغوان سولو نوعية مياه النهر .

مسحوق بذور المورينجا منزوع الدهن باستخدام طريقة سوكليت مع اثير البترول ثم كان وزنه 5 غرامات من بقايا استخراج باستخدام 100 مل من الماء المقطر. نتائج الفرز الترشيح ، كما تستخدم ل تجلط الدم . عملية تجلط الدم باستخدام طريقة دفعة سولوفارياسي بغوان نهر تخر المياه جرعات (0، 1، 2، 3، 4، 5، 10، 15، 20، 25، 30 مل / لتر) . أجريت تغيرات في درجة الحموضة العينة (درجة الحموضة 4، 5، 6، 7، 8، 9 و 10) ل تحديد مدى فعالية التخثر مع العكارة و درجة الحموضة المعلمات. اختبار مستويات من البروتين والدهون في بذور المورينجا المجفف قبل وبعد سوكليت و المذيبات استخراج المقطر من مسحوق بذور المورينجا دون الدهون.

نتائج جرعة تخر المعلمات الاختلاف تعكر لها تأثير حقيقي مع انخفاض نسبة 99.22% في جرعة من 10 مل في حين أن جرعة من التباين المعلمات درجة الحموضة لا يوجد لديه تأثير حقيقي . في تجلط الدم ودرجة الحموضة الاختلاف من التعكر المعلمات والرقم الهيدروجيني له تأثير أكثر وضوحاً مع انخفاض في درجة الحموضة 7 التعكر في 98.59% في . بلغت نتائج محتوى الدهون باستخدام طريقة سوكليت إلى 36.10% (ث / ث). نتائج محتوى البروتين باستخدام طريقة لوري هو مسحوق بذور المورينجا قبل سوكليت 505 جزء في المليون، ومسحوق البذور المورينجا بعد سوكليت 771 جزء في المليون والبذور المورينجا استخراج الحل من دون الدهون) تجلط الدم 2123 (جزء في المليون، في حين أن طريقة مجموع ن كجودال التعديل أن المورينجا مسحوق البذور قبل سوكليت ل 1، 176%، ومسحوق البذور المورينجا بعد سوكليت 2.78% والمستخلص المائي لبذور المورينجا) تجلط الدم (من 7.483%، حيث أن هناك اختلافات في إعداد العينات في تحليل محتوى البروتين و ن الإجمالي.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik. Saat ini, masalah utama yang dihadapi meliputi jumlah air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dan mutu air untuk keperluan domestik yang semakin menurun. Kegiatan industri, domestik, dan kegiatan lain berdampak negatif terhadap sumber daya air, antara lain menurunkan mutunya. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan dan perlindungan sumber daya air secara saksama (Effendi, 2003).

Al Qur'an telah menyebutkan tentang ayat-ayat yang berhubungan dengan air, bahwa air merupakan sumber kehidupan bagi seluruh makhluk hidup di bumi, terutama air bersih. Sebagaimana firman Allah dalam surat al Furqan ayat 48-49 berikut :

وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ ۗ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ
 مَاءً طَهُورًا ﴿٤٨﴾ لِنُحْيِيَ بِهِ بَلْدَةً مَّيْتًا وَنُسْقِيَهُ مِمَّا خَلَقْنَا أَنْعَامًا وَأَنَاسِيَّ
 كَثِيرًا ﴿٤٩﴾

Artinya: *“Dia lah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira dekat sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); dan kami turunkan dari langit air yang amat bersih. Agar kami menghidupkan dengan air itu negeri (tanah) yang mati, dan agar kami memberi minum dengan air itu sebagian besar dari makhluk kami, binatang-binatang ternak dan manusia yang banyak (Qs. al Furqan: 48-49).*

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah menurunkan hujan dari langit untuk kepentingan hidup seluruh makhluk hidup di bumi. Air yang diturunkan dari langit merupakan air bersih yang dapat menghidupkan tumbuh-tumbuhan dan air juga dimanfaatkan oleh manusia dan hewan sebagai air minum dan untuk keperluan aktivitas sehari-hari.

Air Sungai Bengawan Solo merupakan sumber air baku Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Cepu. PDAM Cepu sampai saat ini telah melayani sekitar 40% dari keseluruhan rumah penduduk di Cepu. Pelayanan PDAM Cepu dari segi kualitas, kuantitas, dan kontinuitas masih belum dapat memberikan kepuasan bagi para pelanggannya. Pada penelitian yang telah dilakukan Khoiroh dan Hadi (2010), menyatakan karakteristik air PDAM Cepu memiliki tingkat kekeruhan antara 100-200 NTU, dimana kekeruhan air tersebut disebabkan oleh adanya partikel-partikel kecil dan koloid yang berukuran 10 nm sampai 10 μ m seperti kwart, tanah liat, sisa tanaman, ganggang, dan sebagainya.

Pemeriksaan kualitas air Sungai Bengawan Solo di dua lokasi yaitu desa Ledokwetan dan Banjarjo menunjukkan bahwa kadar BOD dan COD di Desa Ledokwetan mencapai 3,8 mg/liter dan 12 mg/liter sedangkan di Banjarjo 2,2 mg/liter dan 8 mg/liter. Sesuai ketentuan kadar BOD yang masih

diperbolehkan untuk kualitas air kelas I yaitu 2 mg/liter dan kelas II yaitu 3 mg/liter, sedangkan untuk kadar COD yang diperbolehkan untuk kualitas air kelas I yaitu 10 mg/liter dan kualitas air kelas II yaitu 25 mg/liter, maka desa Ledokwetan tidak termasuk kualitas air kelas II sedangkan desa Banjarjo termasuk kualitas air kelas I (Tim KLH, 2013).

Fenomena koagulasi dan flokulasi sangat berperan penting dalam pengolahan air minum dan air limbah. Dalam pengolahan air minum, beberapa senyawa koagulan telah diujicobakan (Bratby, 2006). Koagulan yang sering digunakan di antaranya aluminiumchlorohidrat (ACH), *poly (aluminium chlorida)*(PAC), dan aluminium sulfat (alum), polimer organik sintetik (akrilamida) dimana koagulan tersebut tergolong koagulan anorganik. Beberapa studi melaporkan bahwa beberapa koagulan contohnya alum ($(Al_2(SO_4)_3)$) masih ditemukan pada air kran yang dapat menyebabkan penyakit *Alzheimer* pada manusia dan polimer organik sintetik contohnya akrilamida (C_3H_5NO) memiliki neurotoksisitas (racun yang menyerang sel saraf) dan karsinogenik (penyebab kanker) yang kuat (Scriban, 2006).

Koagulan yang dipakai PDAM Cepu untuk menjernihkan air baku dari sungai Bengawan Solo adalah bahan koagulan anorganik, yang berupa Alumunium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) dengan dosis 15-100 gr/m^3 atau sesuai dengan kekeruhan air (Profil Pusdiklat Cepu, 2002). Selain koagulan anorganik, tersedia pula alternatif lokal sebagai koagulan organik alami yang mudah diperoleh di sekitar kita, contohnya kitosan dan ekstrak tanaman. Koagulan

alami ini biodegradabel dan aman bagi kesehatan manusia. Keuntungan koagulan alami adalah biaya relatif murah dan ramah lingkungan.

Polimer koagulan alami dapat membentuk flok yang lebih kuat terhadap gesekan pada saat aliran turbulen dibandingkan dengan koagulan non-polimer contohnya alum (Yin,2010). Banyak penelitian yang mengindikasikan bahwa koagulan alami dapat menunjukkan kemampuannya yang terbaik saat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beberapa macam kontaminan.

Banyak koagulan alami yang sudah diteliti dan salah satu dari koagulan alami tersebut adalah biji buah kelor (*Moringa oleifera Lamk.*). Biji buah kelor mampu mengadsorpsi dan menetralkan partikel-partikel lumpur serta logam yang terkandung dalam limbah suspensi dengan partikel kotoran melayang dalam air, sehingga sangat potensial digunakan sebagai koagulan alami untuk membersihkan air sehingga layak minum. Kelebihan biji buah kelor sebagai koagulan dibanding koagulan kimia yang biasa digunakan seperti tawas adalah kemampuannya untuk mengendapkan berbagai ion logam terlarut, bakteri-bakteri berbahaya, menjernihkan air Sungai Mahakam Kalimantan Timur sehingga memenuhi syarat baku mutu air bersih dan mudah diperoleh di lingkungan sekitar (Arung, 2002).

Serbuk kasar *Moringa oleifera* cukup positif hasilnya jika dibandingkan dengan aluminium sulfat dan penggunaannya telah diusulkan untuk digunakan sebagai agen pengolahan air di negara-negara berkembang (Ndabigengesere, *et al.*,1995). *Moringa oleifera Lamk.* telah dinobatkan

sebagai salah satu ekstrak tanaman terbaik sebagai penjernih air (Pitchard, *et al.*, 2009).

Penelitian yang dilakukan Dwirianti (2007) bahwa biji kelor telah dimanfaatkan sebagai koagulan alami dapat menurunkan kekeruhan air lindi di tempat pengolahan akhir (TPA) Benowo, tanpa menurunkan pH. Selain menurunkan kekeruhan, biji kelor juga efektif menurunkan kadar logam berat. Serbuk biji kelor tanpa kulit ari memberikan efisiensi penurunan logam Cu^{2+} lebih besar daripada yang berkulit ari (Widarti dan Titah, 2007).

Serbuk biji kelor yang diekstrak dengan air digunakan sebagai koagulan pada air sampel buatan dengan kekeruhan 40-200 NTU dan dosis optimum berkisar antara 30-55 mg/L dengan presentase penurunan kekeruhan sebesar 90 %, sedangkan pada variasi pH koagulasi yaitu mulai dari pH 4-10 dengan dosis koagulan 50 mg/L pada kekeruhan 130 NTU dan didapatkan pH terbaik sebesar 6,5 dengan presentase penurunan kekeruhan sebesar 80 % (Pritchard, *et al.*, 2010).

Muyibi, *et al* (2003) menggunakan serbuk biji kelor yang dihilangkan lemaknya dengan metode ekstraksi soxhlet yang menggunakan pelarut n-heksana, dimana residu setelah ekstraksi soxhlet kemudian diekstrak dengan air dan filtrat digunakan sebagai koagulan dengan empat variasi konsentrasi 0, 10, 20 dan 30 mg/L pada kekeruhan rendah yaitu 35 NTU. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi terbaik yaitu 10 mg/L dapat mengurangi kekeruhan sebesar 91,7 %. Pada kekeruhan medium yaitu 100 NTU dengan dosis 0 sampai 100 mg/L, diperoleh hasil bahwa konsentrasi 100

mg/L dapat mengurangi kekeruhan sebesar 95,5 %, sedangkan pada kekeruhan tinggi 300 NTU dengan variasi konsentrasi 0, 50, 100, 150 dan 200 mg/L diperoleh hasil konsentrasi terbaik yaitu 100 mg/L dan pengurangan kekeruhan sebanyak 99 %. Aplikasinya pada air sungai Batang Kali Malaysia yang memiliki kekeruhan sebesar 502 NTU dengan variasi konsentrasi 100 sampai 300 mg/L diperoleh konsentrasi terbaik 250 mg/L dengan pengurangan kekeruhan sebanyak 99 %.

Ndabingesere, *et al* (1995) mengekstrak serbuk biji kelor dengan enam macam pelarut yaitu petroleum eter, n-heksana, klorofom, aseton, air dan metanol. Pelarut petroleum eter menghasilkan ekstrak terbanyak dari pelarut lain sebesar 33,9 % dari berat biji kelor. Ekstrak petroleum eter merupakan lemak sehingga apabila digunakan sebagai koagulan tidak terdapat aktivitas koagulan. Dari keenam ekstrak pelarut tersebut yang memiliki aktivitas koagulasi hanya ekstrak air. Penelitian ini juga mengukur parameter pH yang dibandingkan dengan tawas, dimana hasilnya lebih baik ekstrak air kelor daripada tawas karena air sampel setelah ditambahkan tawas pH sangat turun dari 7,5 menjadi 4,2 sedangkan ekstrak biji kelor tidak mengalami penurunan yang signifikan.

Penelitian ini, koagulan serbuk biji kelor disokhlet dengan petroleum eter kemudian residu diekstrak dengan air. Air sampel yang digunakan adalah air Sungai Bengawan Solo daerah Cepu. Aplikasi koagulasi dengan variasi konsentrasi koagulan dan variasi pH, dilanjutkan dengan analisa pH dan

kekeruhan pada sampel air, untuk mengetahui kualitas air terhadap parameter tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh dosis koagulan ekstrak air biji kelor tanpa lemak terhadap kualitas air Sungai Bengawan Solo?
2. Bagaimana pengaruh pH koagulasi koagulan ekstrak air biji kelor tanpa lemak terhadap kualitas air Sungai Bengawan Solo?

1.3 Tujuan Masalah

1. Mengetahui pengaruh dosis koagulan ekstrak air biji kelor tanpa lemak terhadap kualitas air Sungai Bengawan Solo.
2. Mengetahui pengaruh pH koagulasi koagulan ekstrak air biji kelor tanpa lemak terhadap kualitas air Sungai Bengawan Solo.

1.4 Batasan Masalah

1. Sampel yang digunakan adalah air Sungai Bengawan Solo yang ditampung oleh PUSDIKLAT MIGAS Cepu.
2. Parameter yang digunakan adalah kekeruhan dan pH.
3. Koagulan yang digunakan adalah ekstrak air biji kelor (*Moringa oleifera Lamk.*) tanpa lemak.
4. Pelarut yang digunakan menghilangkan lemak biji kelor adalah petroleum eter

5. Pelarut yang digunakan mengekstrak biji kelor adalah air.
6. Biji kelor yang digunakan berasal dari daerah Sekaran – Lamongan.

1.5 Manfaat

1. Menemukan bahan koagulan yang ramah lingkungan dengan kualitas sama dengan koagulan anorganik dan sintetik.
2. Memberikan masukan kepada pihak pengolahan air PUSDIKLAT MIGAS Cepu tentang efektifitas biji kelor sebagai koagulan alami untuk menjernihkan air.
3. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan biji kelor sebagai koagulan alami untuk penjernihan air.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanfaatan Tanaman dalam Perspektif Islam

Semua yang diciptakan Allah SWT. yang ada di alam semesta ini memiliki manfaat bagi kehidupan manusia termasuk tumbuhan. Di dalam tumbuhan terdapat banyak bagian-bagian tumbuhan yang dapat dimanfaatkan untuk hal yang berbeda-beda sesuai dengan kandungan kimia yang terdapat pada bagian tumbuhan tersebut. Hal ini dapat dimanfaatkan hanya kepada orang-orang yang mau berfikir akan kekuasaan dan ciptaan-Nya. Sebagaimana pada firman Allah SWT:

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

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

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah telah menciptakan tanaman dan tumbuhan yang indah dari berbagai warna, bentuk, rasa, bau dan khasiatnya. Ada yang manis, pahit, masam dan sebagainya. Diantaranya ada yang menjadi makanan bagi tumbuhan maupun binatang dan ada pula sebagai obat dan sebagainya. Semua itu adalah kebesaran dan kekuasaan-Nya bagi orang-

orang yang mau berfikir. Ini juga diperkuat dalam surat al An'am ayat 99 sebagai berikut:

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

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

Ayat di atas menjelaskan kepada kita bahwasanya Allah telah menumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang menghasilkan buah, oleh karena itu manusia diharapkan untuk memperhatikan hal tersebut. Tumbuhan mempunyai manfaat untuk kehidupan manusia dari kandungan zat-zat tumbuhan tersebut dan juga bagian-bagian tumbuhannya. Salah satu tumbuhan yang mempunyai banyak manfaat adalah tanaman kelor. Daun kelor dapat dimanfaatkan sebagai obat, buah kelor juga dimanfaatkan sebagai sayur tetapi didalam buah kelor terdapat biji dimana biji tersebut dapat digunakan sebagai koagulan penjernih air.

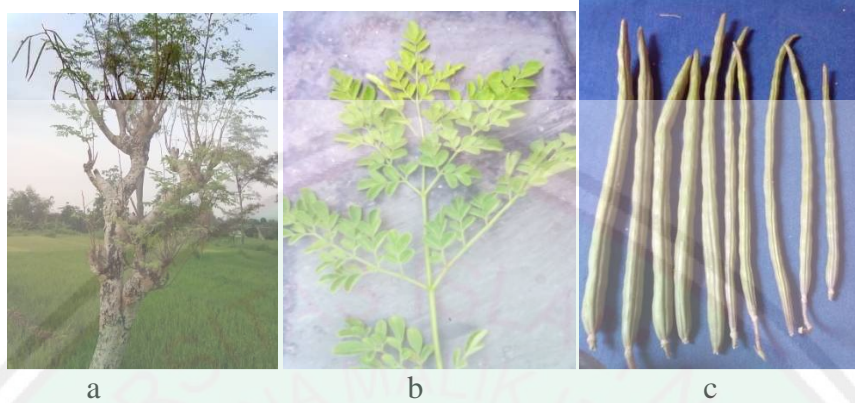
2.2 Tanaman Kelor (*Moringa oleifera Lamk.*)

Tumbuhan kelor dapat tumbuh subur dari daratan rendah sampai dengan ketinggian 700 m di atas permukaan laut. Tumbuhan kelor bersifat mudah tumbuh pada tanah kering dan gersang, dan jika tumbuh maka lahan di sekitarnya akan dapat ditumbuhi oleh tanaman lain yang lebih kecil, sehingga pada akhirnya pertumbuhan tanaman lain akan cepat terjadi. Kelor merupakan pohon berjenis perdu yang dapat memiliki ketinggian kurang lebih 7-11 m (Suriawiria, 2005).

Batang kayunya getas (mudah patah) dan cabangnya jarang tetapi mempunyai akar yang kuat. Batang pondoknya berwarna kelabu. Bunganya berwarna putih kekuning-kuningan dan tudung pelepah bunganya berwarna hijau. Bunga kelor keluar sepanjang tahun dengan aroma bau semerbak. Buah kelor berbentuk segi tiga memanjang yang disebut klentang (Jawa). Buahnya juga berbentuk seperti kacang panjang berwarna hijau dan keras serta berukuran 120 cm (panjang). Getahnya yang telah berubah warna menjadi coklat disebut blendok (Jawa) (Joomla, 2008).

Di Indonesia, tidak semua orang menyebutkan tanaman dengan nama kelor, tetapi ada beragam nama lain dari kelor. Di setiap daerah berbeda nama, seperti: Kelor (Indonesia, Jawa, Sunda, Bali, Lampung), Kerol (Buru); Marangghi (Madura), Moltong (Flores), Kelo (Gorontalo); Keloro (Bugis), Kawano (Sumba), Ongge (Bima); Hafo (Timor) (Suriawiria, 2005).

2.2.1 Sistematika Tanaman Kelor



Gambar 2.1 a. Pohon Kelor; b. Daun Kelor; c. Buah Kelor

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

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Subclass	: Dilleniidae
Ordo	: Capparales
Family	: Moringaceae
Genus	: Moringa
Spesies	: <i>Moringa oleifera</i> Lamk

2.2.2 Kandungan Kimia pada Biji Kelor

Komposisi kimia dalam biji kelor (Hidayat, 2006):

Tabel 2.1 Komposisi kimia biji Kelor dengan porsi 100 Gram

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

Sumber : Hidayat,2006.

2.2.3 Biji Kelor sebagai Koagulan

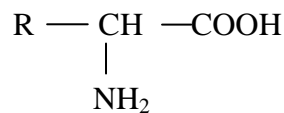
Kelor termasuk family *Moringaceace*, merupakan suatu genus tunggal dari famili pohon semak belukar yang dibudidayakan di seluruh daerah tropis dan dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan (Jahn, 1995). Kelor juga dapat dimanfaatkan sebagai koagulan.

Biji kelor memiliki kandungan protein cukup tinggi sekitar 2,5 gram. Protein berasal dari *protos* atau *proteus* yang berarti pertama atau utama. Protein tersusun lebih dari ratusan asam amino yang berikatan satu sama lain membentuk ikatan peptida. Asam amino merupakan bagian dari

struktur protein dan banyak menentukan sifatnya yang penting. Asam amino dalam larutan netral, selalu membentuk ion dwi kutub atau juga disebut ion *zwitter* (Winarno, 2002).

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

Asam amino yang ditemukan pada protein mempunyai ciri yang sama, yaitu adanya gugus karboksil dan gugus amina yang diikat pada atom karbon yang sama. Asam amino yang ada dalam protein memiliki perbedaan pada rantai sampingnya atau gugus alkil (R-) yang bervariasi dalam struktur. Berdasarkan gugus alkil yang dimiliki, terdapat empat golongan asam amino yaitu golongan alkil nonpolar, alkil polar tetapi tidak bermuatan, alkil bermuatan negatif, dan alkil bermuatan positif (Lehninger, 1995).



Gambar 2.2 Struktur umum Asam Amino (Lehninger, 1982)

Hawab (2003) mengatakan bahwa berdasarkan gugus alkil (R-) yang dimiliki asam amino dapat dibagi menjadi empat golongan:

1. Asam amino dengan gugus alkil nonpolar.

Golongan ini terdiri dari lima asam amino dengan alkil alifatik (alanin, leusin, isoleusin, valin, dan prolin), dua dengan alkil aromatik (fenilalanin dan triptopan), dan satu mengandung atom sulfur (metionin).

2. Asam amino dengan gugus alkil polar tetapi tidak bermuatan.

Golongan ini lebih mudah larut di dalam air, karena gugus alkil polar dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air. Golongan ini meliputi glisin, serin, treosin, sistein, tirosin, asparagin, dan glutamin.

3. Asam amino dengan gugus alkil bermuatan negatif (asam amino asam).

Golongan ini bermuatan negatif pada pH 6,0-7,0 dan terdiri dari asam aspartat dan asam glutamat yang masing-masing memiliki gugus karboksil.

4. Asam amino dengan gugus alkil bermuatan positif (asam amino dengan rantai cabang gugus basa).

Golongan ini terdiri dari lisin, arginin, dan histidin. Asam amino lisin dan arginin mempunyai rantai cabang yang bermuatan positif maupun negatif, tergantung lingkungannya (Winarno, 2002).

Penelitian yang dilakukann oleh Hidayat (2006) diketahui konsentrasi protein dari masing-masing bagian biji kelor, maka bagian biji yang dikupas menunjukkan nilai yang paling tinggi. Dari hasil pengukuran menggunakan metode biuret diperoleh konsentrasi protein dari kulit biji kelor sebesar 15.680 ppm/gram, dari biji yang sudah dikupas sebesar 147.280 ppm/gram dan biji kelor tanpa dikupas sebesar 73.547 ppm/gram.

Oleh karena itu jika akan digunakan sebagai koagulan maka sebaiknya kulit biji kelor dikupas terlebih dahulu.

Pengupasan biji kelor memang memerlukan waktu yang lebih lama tetapi akan lebih efektif jika dibandingkan dengan menggunakan biji kelor sebagai bahan koagulan tanpa dikupas kulit bijinya. Biji kelor bagian dalam beserta kulit biji kelor dan biji bagian dalam saja sama-sama memiliki aktivisasi koagulasi. Biji kelor sebagai penjernih air telah diteliti dengan memanfaatkan biji kelor yang berperan sebagai pengendap (koagulan) dengan hasil yang memuaskan.

Hasil penelitian Ndabingesere (1995) menunjukkan bahwa dosis optimum koagulan biji kelor tanpa dikupas lebih tinggi 10 kali dari dosis koagulan biji kelor yang dikupas kulitnya yaitu dosis koagulan biji kelor dikupas kulitnya sebesar 1 mL/L sedangkan dosis optimum koagulan biji kelor tanpa dikupas sebesar 10 mL/L dengan nilai kekeruhan air sampel sebesar 105 NTU.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran serbuk biji kelor ternyata kemampuannya untuk mengadsorpsi ion besi dalam air semakin besar, demikian juga usia ternyata ikut menentukan kemampuan biji kelor untuk mengadsorpsi ion-ion besi dalam air. Pengurangan kadar ion besi yang paling besar terjadi pada penggunaan ukuran butir 180 μm dari biji kelor yang berusia muda yaitu sebesar 874 μg besi/gram biji kelor (Susanto, *et al.*, 2007).

Penelitian yang dilakukan Muyibi (2003) menggunakan variasi penghilangan lemak biji kelor yaitu biji kelor dihilangkan lemaknya 20 % (w/w), 25 % (w/w) dan 30 % (w/w) dan menggunakan pelarut n-heksana dengan kekeruhan 100 NTU dan masing-masing koagulan biji kelor yang dihilangkan lemaknya dapat menurunkan kekeruhan sebesar 92,3 %, 95,5 % dan 89,7 %.

Serbuk biji kelor yang diekstrak menggunakan variasi pelarut yaitu petroleum eter, n-heksana, klorofom, aseton, air dan metanol ternyata hanya ekstrak air biji kelor yang mempunyai aktivitas koagulasi dengan persentase ekstrak terbanyak adalah ekstrak petroleum eter. Ekstrak biji kelor dengan pelarut petroleum eter, n-heksana dan klorofom merupakan lemak dari biji kelor sedangkan ekstrak biji kelor dengan pelarut aseton dan metanol merupakan karbohidrat (Ndabingesere, *et al.*, 1995).

Proses penjernihan air dengan biji kelor dapat berlangsung melalui proses fisik (pengadukan dan penyaringan) dan biologis (penggumpalan atau pengendapan) bahkan proses penyerapan (Savitri, *et al.*, 2006).

2.3 Proses Koagulasi / Flokulasi

Koagulasi dan flokulasi merupakan istilah yang berasal dari bahasa latin *coagulare* yang berarti bergerak bersama-sama dan *flokulare* yang berarti membentuk flok yang digunakan untuk menjelaskan agregat partikel-partikel koloid (Metcalf, 1994).

Koagulasi dan flokulasi merupakan suatu proses penambahan senyawa kimia yang bertujuan untuk membentuk flok yang ditambahkan

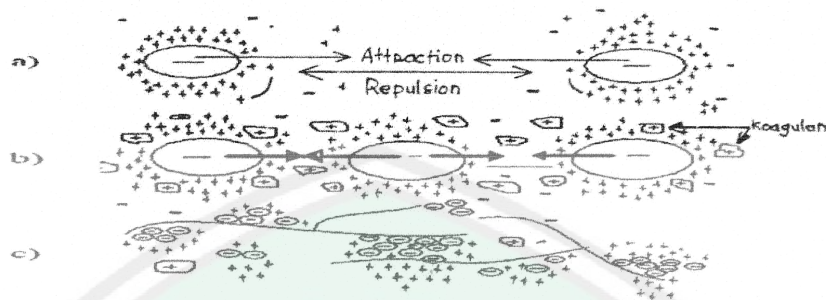
kedalam air atau limbah untuk menggabungkan partikel yang sulit mengendap dengan partikel lainnya sehingga memiliki kecepatan mengendap yang lebih cepat. Flok yang terbentuk akan disisihkan dengan cara sedimentasi.

2.3.1 Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penambahan koagulan dan pengadukan cepat air yang diberi koagulan. Hasil dari proses koagulasi ini adalah destabilisasi partikel/koloid dan partikel-partikel halus lainnya yang terdapat dalam air. Flokulasi adalah proses pengadukan lambat terhadap partikel yang terdestabilisasi dan membentuk pengendapan flok dengan cepat. Keberlangsungan proses flokulasi diukur dari distribusi ukuran flok dan struktur flok (Huisman, 1977).

Efisiensi pemisahan padatan dalam proses koagulasi tergantung pada kondisi kimia, kimia-fisika, dan hidrodinamika selama pengadukan dan pergerakan flok. Faktor ini ditentukan oleh struktur dari agregat, berat jenis, dan kekuatan dari flok itu sendiri (Huisman, 1977).

Koagulasi adalah proses pengolahan air atau limbah cair dengan cara menstabilisasi partikel – partikel koloid untuk memfasilitasi pertumbuhan pertumbuhan partikel selama flokulasi, sedangkan flokulasi adalah proses pengolahan air dengan cara mengadakan kontak diantara partikel – partikel koloid yang telah mengalami destabilisasi sehingga ukuran tersebut tumbuh menjadi partikel – partikel yang lebih besar (Hammer, 1996).



Gambar 2.3 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 (Hammer, 1996).

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

Proses koagulasi dapat menghilangkan kekeruhan dan warna yang dihasilkan zat yang sebagian besar dalam bentuk partikel koloid (1-200 μm) seperti bakteri alga, bahan organik dan anorganik dan partikel lempung (Lee, 1999). Partikel koloid tidak dapat diendapkan secara gravitasi atau langsung karena dimensinya yang kecil dan muatan listriknya yang sama sehingga stabilitas suspensi koloid sangat stabil (Masduqi dan Slamet, 2002).

Sebagian besar partikel koloid pada air limbah bermuatan negatif. Mekanisme koagulasi secara kimia melibatkan penurunan potensi zeta (tegangan permukaan) melalui proses netralisasi oleh muatan berlawanan, presipitasi koagulan dan pertemuan antar partikel. Destabilisasi partikel koloid disebabkan oleh gaya tarik *Van Der Waals* dan gerak *Brownian* (difusi) (Lee, 1999).

Ada dua faktor penting dalam penambahan koagulan yaitu pH dan dosis. pH yang digunakan saat koagulasi diatur dalam range optimal sehingga dibutuhkan bahan penolong untuk menyesuaikan kondisi pH. Asam yang biasa digunakan untuk menurunkan pH adalah asam sulfat dan untuk menaikkan pH adalah *lime* (kapur), abu soda, atau NaOH (Davis dan Cornwell, 1991).

Proses koagulasi dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, antara lain (Hammer, 1996):

1. Dosis koagulan

Kebutuhan koagulan atau dosis koagulan pada proses koagulasi air keruh tergantung pada jenis air keruhnya. Air dengan tingkat kekeruhan tinggi membutuhkan dosis koagulan yang tepat sehingga proses pengendapan partikel koloid pada air keruh berlangsung dengan baik. Dosis koagulan yang tepat mampu mengendapkan dan mampu mengurangi partikel koloid penyebab kekeruhan dalam air secara maksimal. Penentuan dosis koagulan dengan metode *Jar Test* dapat

digunakan untuk membantu menentukan dosis dari suatu bahan kimia (koagulan) tertentu yang dibutuhkan pada proses koagulasi.

2. Kecepatan pengadukan

Pengadukan pada proses koagulasi dibutuhkan untuk reaksi penggabungan antara koagulan dengan bahan organik dalam air, melarutkan koagulan dalam air, dan menggabungkan inti-inti endapan menjadi molekul besar. Kecepatan pengadukan yang tepat sangatlah penting di dalam proses koagulasi. Kecepatan putaran pengadukan yang kurang akan menyebabkan koagulan untuk dapat terdispersi dengan baik sebaliknya apabila kecepatan pengadukan terlalu tinggi akan menyebabkan flok-flok yang sudah terbentuk akan terpecah kembali sehingga terjadi pengendapan tidak sempurna.

3. Derajat keasaman

Derajat keasaman (*power of hydrogen* atau pH) adalah suatu besaran yang menyatakan sifat asam basa dari suatu larutan. Derajat keasaman (pH) mempengaruhi koagulasi air keruh. Derajat keasaman air keruh berkaitan dengan pemilihan jenis koagulan yang akan digunakan dalam koagulasi. Pemilihan jenis koagulan yang tepat dalam kondisi pH air keruh akan membantu koagulasi.

4. 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). Waktu pengendapan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengendapkan flok-flok yang terbentuk pada koagulasi.

5. Pengaruh kekeruhan

Kekeruhan teramati sebagai sifat larutan yang mengandung zat yang tersuspensi di dalamnya. Semakin tinggi intensitas cahaya yang dihamburkan semakin tinggi kekeruhan dan begitu sebaliknya. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai kekeruhan dalam proses koagulasi flokulasi adalah sebagai berikut:

- a. Kebutuhan koagulan tergantung pada kekeruhan tetapi penambahan koagulan tidak selalu berkorelasi linear terhadap kekeruhan.
- b. Ukuran partikel yang tidak seragam jauh lebih mudah untuk dikoagulasi. Hal ini karena pusat aktif lebih mudah terbentuk pada partikel yang kecil, sedangkan partikel yang besar mempercepat terjadinya pengendapan. Kombinasi dari dua partikel ini menyebabkan semakin mudahnya proses koagulasi.

6. Pengaruh jenis koagulan

Pemilihan koagulan disesuaikan dengan jenis koloid yang terkandung di dalam air. Jenis koagulan biasanya memiliki tanda ion yang berlawanan dengan muatan ion yang terdapat pada air tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi daya tolak menolak antara sesama koloid sehingga terbentuk flok.

7. Pengaruh temperatur

Temperatur erat hubungannya dengan viskositas air semakin tinggi suhu airmaka 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. Di samping itu, peningkatan suhu menyebabkan peningkatan dosis koagulan seperti alum pada pH netral. Spesies muatan positif Al menurun dengan peningkatan temperatur.

8. Pengaruh garam-garam di air

Garam mineral sangat dipengaruhi oleh senyawa pembentuk konsentrasinya yang terdapat di dalam air terlarut. Pengaruh yang disebabkan oleh garam mineral dalam air adalah kemampuan untuk menggantikan ion hidroksinyapada senyawa kompleks hidroksi. Selain itu, garam mineral juga berpengaruh dalam menentukan pH dan dosis koagulan.

9. Komposisi kimia larutan

Air akan mengandung bermacam-macam koloid dan elektrolit pada keadaan air yang alami. Larutan elektrolit merupakan sistem yang kompleks dengan kandungan yang tidak mudah untuk diinterpretasikan. Kompleks merupakan masalah koloid dan fenomena koagulasi menunjukkan bahwa setiap teori atau penelitian empiris dapat dengan mudah terjadi kesalahan atau pengecualian tertentu.

2.3.2 Flokulasi

Dalam proses flokulasi, kecepatan penggumpalan dari agregat ditentukan oleh banyaknya tabrakan antar partikel yang terjadi serta keefektifan benturan tersebut. Dalam hal ini, tabrakan antar partikel terjadi melalui tiga cara, yakni (Rambe, 2009):

1. Kontak yang diakibatkan oleh adanya gerak termal (panas), yang dikenal sebagai gerak Brown. Flokulasi yang terjadi oleh adanya gerak Brown ini disebut flokulasi perikinetik.
2. Kontak yang diakibatkan oleh adanya gerakan media (air), misalnya karena pengadukan. Flokulasi yang terjadi akibat gerakan fluida ini disebut flokulasi ortokinetik.
3. Kontak yang terjadi akibat perbedaan laju pengendapan dari masing-masing partikel.

2.4 Sungai Bengawan Solo

Sungai Bengawan Solo merupakan sungai yang mengalir antara 2 propinsi yaitu Jawa Timur dan Jawa Tengah yang daerah hulu berada pada daerah Solo dengan daerah hilir Cepu hingga Gresik. Pencemaran sungai Bengawan Solo ini berasal dari limbah rumah tangga, pertanian, peternakan, industri yang membuang limbahnya ke sungai Bengawan Solo. Industri di sekitar sungai Bengawan Solo sejumlah 644.218 industri. Dari jumlah tersebut 3000 perusahaan berpotensi mencemari lingkungan, dimana 1650 di antaranya menghasilkan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Daerah hilir sungai Bengawan Solo merupakan daerah yang banyak terdapat

limbahnya karena aliran dari limbah di daerah hulu yang padat dengan industri dan rumah tangga.

Bengawan Solo di daerah Solo-Sragen dan sekitarnya telah tercemar bobot dengan kualitas air buruk yaitu oksigen rendah (beberapa lokasi kurang dari 2 mg/L, karbon dioksida tinggi (8,8-34,32 mg/L), $\text{NH}_3\text{-N}$ bebas tinggi (beberapa lokasi lebih dari 0,2 mg/L), COD tinggi (1,64-172 mg/L), fenol tinggi (0,087-1,431 mg/L). Konsentrasi logam bobot pada beberapa lokasi yaitu Kampung Sewu, Bak Kramat, dan Tundungan cukup tinggi yaitu Cr = 0,180-0,375 mg/L, Cu=0,026-0,293 mg/L, dan Zn=0,515-2,892 mg/L. Demikian juga kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu (*Liposarcus pardatis*) cukup tinggi pada beberapa lokasi Kampung Sewu, Tundungan, Bak Kramat, dan Butuh; Cr = 0,856-2,154 mg/kg, Cu = 3,6-1g,4g mg/kg, Pb = 1,067-2,006 mg/kg, dan Zn = 53,516-102,285 mg/kg. Perlu dilakukan pengendalian pencemaran di Bengawan Solo dengan cara meningkatkan kesadaran bersama, pemantauan pembuangan limbah, dan penindakan bagi para pelanggar (Utomo, *et al.*, 2010).

Pencemaran berbagai aneka limbah industri, domestik, dan pertanian yang mengancam baku mutu air sungai Bengawan Solo mulai di bagian hulu juga hilir semakin membahayakan. Badan Lingkungan Hidup (BLH) Pemkab Bojonegoro, Jatim, menyebutkan baku mutu air Bengawan Solo di Desa Kuncen mulai tercemar aneka limbah industri dari daerah hulu di Jateng. Pemeriksaan baku mutu air Bengawan Solo di wilayah barat di Desa Kuncen, Kecamatan Padangan menunjukkan kadar BOD 16,4 mg/L dan COD 57,1

mg/L sesuai Peraturan Daerah (Perda) Jatim No. 2 tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air untuk ambang batas yang diperbolehkan BOD 6 miligram/liter dan COD 50 miligram/liter (Kusuma, 2013).

2.5 Parameter Kualitas Air

Adapun beberapa parameter kualitas air yaitu:

a. Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan suatu parameter penting untuk menentukan kadar asam/basa dalam air. Penentuan pH merupakan tes yang paling penting dan paling sering digunakan pada kimia air. pH digunakan pada penentuan alkalinitas, CO₂, serta dalam kesetimbangan asam basa. Pada temperatur yang diberikan, intensitas asam atau karakter dasar suatu larutan diindikasikan oleh pH dan aktivitas ion hidrogen. Perubahan pH air dapat menyebabkan berubahnya bau, rasa, dan warna. Pada proses pengolahan air seperti koagulasi, desinfeksi, dan pelunakan air, nilai pH harus dijaga sampai rentang dimana organisme partikulat terlibat (Effendi, 2003).

Air minum sebaiknya netral, tidak asam/basa, untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air minum. pH standar untuk air minum sebesar 6,5–8,5. Air adalah bahan pelarut yang baik sekali, maka dibantu dengan pH yang tidak netral, dapat melarutkan berbagai elemen kimia yang dilaluinya.

Mackereth *et al.* (1989) dalam Effendi, 2003 berpendapat bahwa pH juga berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Semakin

tinggi nilai pH, semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas. Larutan yang bersifat asam (pH rendah) bersifat korosif. pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah.

b. Kekeruhan

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain (Effendi, 2003). Zat anorganik yang menyebabkan kekeruhan dapat berasal dari pelapukan batuan dan logam, sedangkan zat organik berasal dari lapukan hewan dan tumbuhan. Bakteri dapat dikategorikan sebagai materi organik tersuspensi yang menambah kekeruhan air.

Padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan kekeruhan. Semakin tinggi nilai padatan tersuspensi, semakin tinggi nilai kekeruhan. Akan tetapi, tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan. Tingginya nilai kekeruhan dapat mempersulit usaha penyaringan dan mengurangi efektivitas desinfeksi pada proses penjernihan air.

2.6 Jar Test

Jar Test adalah suatu percobaan skala laboratorium untuk menentukan kondisi operasi optimum pada proses pengolahan air dan air limbah. Metode

ini dapat menentukan nilai pH, variasi dalam penambahan dosis koagulan atau polimer, kecepatan putar, variasi jenis koagulan atau jenis polimer, pada skala laboratorium untuk memprediksi kebutuhan pengolahan air yang sebenarnya. Metode *Jar Test* mensimulasikan proses koagulasi dan flokulasi untuk menghilangkan padatan tersuspensi (*suspended solid*) dan zat-zat organik yang dapat menyebabkan masalah kekeruhan, bau, dan rasa (Poland dan Pagano, 1998).

Jar Test mensimulasikan beberapa tipe pengadukan dan pengendapan yang terjadi di *clarification plant* pada skala laboratorium. Dalam skala laboratorium, memungkinkan untuk dilakukannya 6 tes individual yang dijalankan secara bersamaan. *Jar Test* memiliki variabel kecepatan putar pengaduk yang dapat mengontrol energi yang diperlukan untuk proses (Poland dan Pagano, 1998).

Pada metode *jar test*, koagulan dibubuhkan ke sampel air limbah untuk pengadukan di laboratorium yang gunanya adalah mensimulasi kondisi pengadukan sebenarnya. *Jar test* memberikan keefektifitasan pada intensitas pengadukan dan waktu pengadukan sehingga mempengaruhi ukuran flok dan densitas. *Jar Test* juga dapat digunakan untuk mengevaluasi selang waktu pemberian koagulan dan rasio pengenceran untuk koagulan. Hal yang biasa dilakukan pada *jar test* adalah menguji beberapa variasi dosis koagulan kemudian ditambahkan koagulan dengan dosis yang sesuai sebelum dilakukan pengadukan cepat dengan kecepatan tertentu dan waktu tertentu (Lee, 1999).

Pengaduk yang biasa digunakan pada jartest adalah pengaduk dengan jenis *paddle impeller* dengan dua atau empat blade dengan lebar *blade* antara 1/6 hingga 1/10 dari diameter. Secara umum pengadukan cepat kemudian pengadukan lambat yang dilakukan pada gradien kecepatan berkisar antara 100 hingga 1000 per detik selama 5 hingga 60 detik. Sedangkan pengadukan lambat secara umum dilakukan pada gradien kecepatan kurang dari 100 per detik selama 10 hingga 60 menit (Masduqi dan Slamet, 2002).

2.7 Analisis N Total Metode Kjehdal Modifikasi

Metode Kjehdal merupakan metode yang sederhana untuk penetapan nitrogen total pada asam amino, protein dan senyawa yang mengandung nitrogen. Nitrogen amino dalam zat organik akan menjadi ammoniumsulfat, setelah pemanasan sampel didalam larutan asam sulfat yang mengandung K_2SO_4 dan $HgSO_4$ (katalisator) (Alaert dan Sumestri, 1987).

Sampel yang telah didestruksi dengan menggunakan H_2SO_4 pekat untuk mengubah N menjadi dalam bentuk $(NH_4)_2SO_4$ dan sedikit dibasakan dengan NaOH. Kemudian ditambahkan K-Na tartrat dan larutan Nessler sehingga apabila ion ammonium direaksikan dengan reagen Nessler (larutan basa dari kaliumtetraiodomerkurat(II)) akan didapatkan larutan yang berwarna kuning jingga dengan intensitas warna yang dihasilkan sesuai dengan jumlah kandungan ammonia atau ion ammonium (Svehla, 1990).

2.8 Analisis Lemak Metode Soxhlet

Pada analisis kadar lemak menggunakan metode soxhlet, prinsip soxhlet ialah ekstraksi menggunakan pelarut yang selalu baru yang umumnya sehinggaterjadi ekstraksi kontiyu dengan jumlah pelarut konstan dengan adanya pendingin balik. Penetapan kadar lemak dengan metode soxhlet ini dilakukan dengan cara mengeluarkan lemak dari bahan dengan pelarut anhydrous. Pelarut *anhydrous* merupakan pelarut yang benar-benar bebas air. Haltersebut bertujuan supaya bahan-bahan yang larut air tidak terekstrak dan terhitung sebagai lemak serta keaktifan pelarut tersebut tidak berkurang (Darmasih, 1997).

Menurut Poedjiadi (2007), sifat fisik lemak yaitu :

1. Tidak larut dalam air, tetapi larut dalam satu atau lebih dari pelarut organik, misalnya eter, aseton, kloroform, dan benzene yang sering juga disebut sebagai pelarut lemak.
2. Ada hubungan dengana asam-asam lemak atau esternya.
3. Mempunyai kemungkinan digunakan oleh makhluk hidup.

Kesepakatan ini telah disetujui oleh kongres Internasional Kimia Murni dan Terapan (International Congress of Pure and Applied Chemistry). Jadi berdasarkan pada sifat fisiknya tadi, lipid dapat diperoleh dari hewan maupun tumbuhan dengan cara ekstraksi menggunakan alkohol panas, eter atau pelarut lemak yang lain. Macam-macam senyawa serta kuantitasnya yang diperoleh melalui ekstraksi itu sangat tergantung pada bahan alam sumber lipid yang digunakan (Poedjiadi, 2007).

Syarat syarat pelarut yang digunakan dalam proses soxhletasi :

1. Pelarut yang mudah menguap, contohnya: heksan, eter, petroleum eter, metil klorida dan alkohol.
2. Titik didih pelarut rendah.
3. Pelarut tidak melarutkan senyawa yang diinginkan. Pelarut terbaik untuk bahan yang akan diekstraksi.
4. Pelarut tersebut akan terpisah dengan cepat setelah pengocokan.
5. Sifat sesuai dengan senyawa yang akan diisolasi, polar atau nonpolar.

2.9 Spektrofotometri UV-Visibel

Spektrofotometer adalah alat untuk mengukur transmitan atau absorbansi suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Panjang gelombang cahaya UV atau *visible* bergantung pada mudahnya promosi elektron. Molekul-molekul yang memerlukan lebih banyak energi untuk promosi elektron, akan menyerap pada panjang gelombang yang lebih pendek. Molekul yang memerlukan energi lebih sedikit akan menyerap cahaya dalam daerah tampak (senyawa berwarna) yang mempunyai elektron yang lebih mudah dipromosikan daripada senyawa yang menyerap pada panjang gelombang UV (Khopkar, 2003).

Spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif. Pada aspek kuantitatif, suatu berkas radiasi dikenakan pada larutan sampel dan intensitas sinar radiasi yang diteruskan akan diukur besarnya. Radiasi yang diserap oleh larutan sampel ditentukan dengan membandingkan intensitas cahaya yang diteruskan dengan intensitas atau

kekuatan radiasi cahaya yang diserap. Intensitas ini akan sebanding dengan jumlah foton yang melalui luas penampang tertentu (Rohmandan Gandjar, 2010).

Hukum Lambert-Beer menyatakan bahwa intensitas yang diteruskan oleh larutan zat penyerap berbanding lurus dengan tebal kuvet dan konsentrasi larutan. Kuantitas spektroskopi biasanya mengukur transmitans ($T = I/I_0$) dan absorbansi ($A = \log 1/T$). Adapun persamaan hukum Lambert-Beer adalah sebagai berikut (Rohmandan Gandjar, 2010):

$$A = \log 1/T = \log I/I_0 = a.b.c = -\log T$$

Keterangan: A= Absorbansi

a = Absorpsivitas

b = Tebal kuvet

c = Konsentrasi larutan (mol/L)

T = Transmitan

Rumus ini dapat dijelaskan bahwa cahaya atau radiasi dengan intensita I_0 yang melewati bahan setebal b berisi sejumlah n partikel (ion, atom atau molekul) akan mengakibatkan intensitas berkurang menjadi I. Berkurangnya intensitas radiasi tergantung dari luas penampang (S) yang menyerap partikel, dimana luas penampang sebanding dengan jumlah partikel (n) (Hayati, 2007).

Pemilihan panjang gelombang yang digunakan untuk analisis kuantitatif adalah panjang gelombang yang mempunyai absorbansi maksimal, dilakukan dengan membuat kurva hubungan antara absorbansi

dan panjang gelombang dari suatu larutan baku dengan konsentrasi tertentu. Terkadang dijumpai keadaan yang mana pemakaian panjang gelombang maksimal kurang baik. Hal ini karena misalnya, selain zat yang dianalisis, juga terdapat zat lain yang mempunyai absorbansi pada panjang gelombang tersebut. Ada beberapa variabel yang dapat mempengaruhi absorbansi yaitu: jenis pelarut, pH larutan, suhu, konsentrasi tinggi dan zat pengganggu (Rohman dan Gandjar, 2010).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober-Desember 2013 di Laboratorium Organik dan Laboratorium instrumentasi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim dan Laboratorium Dasar Kimia PUSDIKLAT MIGAS cepu, Blora – Jawa Tengah

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah nearaca analitik, seperangkat alat pH meter, mortar, seperangkat alat nephelometer, seperangkat alat jar test, seperangkat alat soxhlet, beaker glass 50 mL, beaker glass 100 mL, beaker glass 1000 mL, gelas ukur 100 ml, hot plate, kuvet, magnetik stirer, corong gelas, spatula, batang pengaduk, pipet tetes, pipet ukur 1 mL, pipet ukur 5 mL, ayakan 40 mess, tabung reaksi, rak dan spektrofometer UV-Vis.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel air Sungai Bengawan Solo, serbuk biji kelor, aquades, kertas saring Whatman, petroleum eter p.a, natrium hidroksida (NaOH) p.a, asam sulfat (H_2SO_4) p.a, reagen Lowry, Bovine Serum Albumin (BSA),

tablet Kjhedal, reagen Nessler, larutan trikloro asetat (TCA) 0,1 M, larutan buffer pH 7 dan larutan buffer pH 4.

3.3 Rancang Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan rancang bangun penelitian laboratorium. Sampel air air sungai bengawan solo yang ditampung oleh PUSDIKLAT MIGAS Cepu. Sampel air yang sudah diambil, dianalisis kekeruhan dan pH untuk mendapatkan data kualitas air sebelum dilakukan perlakuan koagulasi. Proses koagulasi-flokulasi skala laboratorium dilakukan dengan alat *jar test* melalui dua tahap.

Tahap pertama dilakukan variasi konsentrasi koagulan untuk mengetahui konsentrasi terbaik, koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan larutan ekstrak air biji kelor yang dihilangkan lemaknya dengan soxhlet. Tahap kedua adalah variasi pH pada konsentrasi terbaik koagulan yang didapat dari penelitian tahap pertama. Setelah proses koagulasi, masing-masing sampel air dianalisis kekeruhan dan pH kembali untuk mendapatkan data kualitas air setelah perlakuan koagulasi. Masing-masing perlakuan dilakukan dengan tiga kali ulangan. Kemudian dilanjutkan analisis kadar lemak pada biji kelor sesudah dan sebelum disoxhlet menggunakan metode ekstraksi soxhlet dan analisis kadar protein menggunakan metode Lowry dan Kjhedal.

3.4 Tahapan Penelitian

1. Pengambilan dan preparasi sampel
2. Preparasi koagulan kelor (*Moringa oleifera L.*) menggunakan metode ekstraksi

3. Analisis kadar lemak pada biji kelor menggunakan metode soxhlet
4. Analisis kadar protein menggunakan metode Lowry dan Kjhedal Modifikasi
5. Pengukuran kekeruhan dan pH air sampel sebelum proses koagulasi
6. Proses koagulasi dan flokulasi menggunakan jar test dengan variasi konsentrasi koagulan dan variasi pH.
7. Pengukuran parameter kualitas air setelah proses koagulasi.

3.5. Prosedur Penelitian

3.5.1 Pengambilan dan Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air Sungai Bengawan Solo. Sampel air baku diambil dengan alat berupa gayung kecil dengan pegangan panjang. Alat tersebut dibilas sampai tiga kali dengan air sampel begitu juga botol sampel yang terbuat dari plastik dicuci dengan air sampel sampai tiga kali pembilasan. Sampel air diambil dan ditutup dengan hati-hati. Pengawetan sampel dilakukan pada suhu $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau diletakkan di lemari pendingin (Clesceri, *et al.*, 1998).

3.5.2 Preparasi Koagulan Biji Kelor

Buah kelor yang sudah tua di pohon kemudian dikupas bijinya kemudian dibersihkan dari kulit arinya (berwarna coklat) sehingga diperoleh biji kelor yang berwarna putih. Kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 6 jam (Katayon, 2005). Selanjutnya ditumbuk dengan menggunakan mortar, kemudian ditimbang sebanyak 10 gr lalu disoxhlet dengan 170 mL petroleum eter

dengan suhu 40 °C kemudian evaporasi petroleum eter melewati beberapa siklus sampai petroleum eter menjadi pucat lalu diambil residu dan dapat disimpan dalam suhu kamar sekitar 23 ± 2 °C (Ali, *et al.*, 2010), residu yang diperoleh diambil dan ditimbang sebanyak 5 gram dan diekstrak dalam 100 mL aquades. Campuran tersebut diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit, kemudian dilakukan penyaringan. Filtrat yang dihasilkan digunakan sebagai koagulan (Ndabingesere dan Narasiah, 1999).

Residu penyaringan dikeringkan dengan oven pada suhu 100-105 °C selama 2 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 10 menit. Residu ditimbang sampai beratnya konstan untuk mengetahui berat biji kelor yang terekstrak.

3.5.3 Analisis Kadar Lemak dengan Metode Soxhlet

Sebanyak 2 gram sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung timbel selanjutnya dimasukkan pelarut petroleum eter 170 mL. kemudian dirangkai alat soxhlet. Setelah itu, dinyalakan pemanas dengan suhu 30 °C sampai pelarut berwarna pucat kemudian pelarut yang mengandung lemak ditimbang lalu diuapkan dengan penangas air dalam lemari asam selanjutnya dikeringkan dalam oven sampai konstan, berat residu tersebut dinyatakan sebagai berat lemak (Woodman dalam Slamet, *et al.*, 2007).

3.5.4 Analisis Kadar Protein dengan Metode Lowry (Sudarmadji, dkk., 1997)

3.5.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum

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

3.5.4.2 Pembuatan Kurva Standar Protein

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

3.5.4.3 Analisis Kadar Protein Pada Sampel

a. Sampel Serbuk biji kelor sebelum soxhlet

Sebanyak 5 gram serbuk biji kelor sebelum soxhlet ditimbang dan dilarutkan dalam air secukupnya, kemudian diaduk-aduk selanjutnya disaring. Filtrat diencerkan sampai 100 mL dan pipet 1

mL kemudian ditambahkan 8 mL reagen Lowry B, divorteks dan didiamkan 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 1 mL reagen Lowry A, divorteks dan didiamkan selama 20 menit. Serapannya diukur pada panjang gelombang optimumnya.

b. Sampel Serbuk Biji Kelor Sesudah Soxhlet

Sebanyak 5 gram serbuk biji kelor sesudah soxhlet ditimbang dan dilarutkan dalam air secukupnya, kemudian diaduk-aduk selanjutnya disaring. Filtrat diencerkan sampai 100 mL dan pipet 1 mL kemudian ditambahkan 8 mL reagen Lowry B, divorteks dan didiamkan 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 1 mL reagen Lowry A, divorteks dan didiamkan selama 20 menit. Serapannya diukur pada panjang gelombang optimumnya.

c. Sampel Larutan Ekstrak Aquades Biji Kelor Tanpa Lemak

Sampel larutan ekstrak air biji kelor dipipet sebanyak 1 mL dan diencerkan 100 mL. Kemudian diambil 1 mL ditambahkan 8 mL reagen Lowry B, divorteks dan didiamkan 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 1 mL reagen Lowry A, divorteks dan didiamkan selama 20 menit. Serapannya diukur pada panjang gelombang optimumnya.

3.5.5 Analisis N Total dengan Menggunakan Metode Kjhedal Modifikasi

Sampel padatan (serbuk biji kelor) ditimbang 1 gr dan ditambahkan 10 mL (Tri Chloro Acetate Acid) TCA 0,1 M selajutnya disentrifuge selama 15 menit dan filtratnya diambil. Filtrat

ditambahkan 1 gr tablet Kjedal dan 10 mL H₂SO₄ kemudian didekstruksi sampai jernih, selanjutnya ditambahkan NaOH 25 % 40-45 ml (sampai basa/terbentuk endapan) kemudian diencerkan sampai 100 ml dan disentrifuge selama 15 menit. Filtrat diambil 5 mL dan ditambahkan reagen nessler 0,5 mL dan aquades 5 mL kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektronik digital.

3.5.6 Proses Koagulasi dan Flokulasi (*Jar Test*) dengan Variasi Konsentrasi Koagulan

Disiapkan beaker gelas yang berisi 1000 mL sampel air dan ditambahkan koagulan (ekstrak larutan aquades biji kelor) ke dalam sampel dengan variasi konsentrasi 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 mL/L, kemudian diletakkan pada slot *jar test*. Dilakukan pengaduk menggunakan jar test dengan dilakukan kecepatan 100 rpm selama 2 menit sebagai pengadukan cepat. Kecepatan pengadukan kemudian diturunkan menjadi 40 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat. Setelah itu dilakukan proses sedimentasi selama 30 menit, kemudian filtrat yang di atas diambil dan dilakukan analisis kekeruhan pada sampel (Ndabingesere, *et al*, 1995).

3.5.7 Proses Koagulasi dan Flokulasi (*Jar Test*) dengan Variasi pH Sampel

Disiapkan beaker gelas yang berisi 1000 mL sampel air dan ditambahkan koagulan (konsentrasi koagulan dari hasil terbaik variasi konsentrasi koagulan) dengan variasi pH 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 kemudian diletakkan pada slot *jar test*. Dilakukan pengaduk menggunakan *jar test* dengan kecepatan 100 rpm selama 2 menit

sebagai pengadukan cepat. Kecepatan pengadukan kemudian diturunkan menjadi 40 rpm selama 30 menit sebagai pengadukan lambat. Setelah itu dilakukan proses sedimentasi selama 30 menit, kemudian campuran disaring menggunakan kertas saring. Filtrat diambil dan dilakukan analisis kekeruhan pada sampel.

3.5.8 Pengukuran Parameter Kualitas Air

3.5.7.1 Analisis Kekeruhan

Unit Nephelometric dihidupkan dan dibiarkan menyala selama 30 menit untuk pemanasan alat lalu distandarisasi alat. Dibilas cell dengan sampel yang digunakan lalu diisi cell dengan sampel minimum 80 % volume kemudian dimasukkan dalam lubang cell selanjutnya ditutup dan dibaca nilai kekeruhan sampel setelah diperoleh pembacaan yang stabil (apabila tidak diperoleh pembacaan nilai kekeruhan, switch range dipindahkan ke posisi kekeruhan yang lebih tinggi) lalu dicatat hasilnya.

3.5.7.2 Analisis pH

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

3.5.9 Teknik Analisis Data

Data hasil dari penelitian ini akan dianalisis menggunakan uji statistik ANOVA *one way* dimana dihitung faktor koreksi, kemudian jumlah kuadrat masing-masing sumber keragaman, selanjutnya dihitung kuadrat tengah kemudian dihitung nilai F hitung perlakuan dan F hitung ulangan. Jika F hitung lebih kecil dari F tabel, maka tidak ada pengaruh nyata tetapi jika sebaliknya akan dilanjutkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) kemudian dibuat pembacaan hasil dengan notasi huruf.



BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan dan Preparasi Sampel

Air sungai yang digunakan pada penelitian ini adalah air sungai Bengawan Solo yang keluar dari pompa air yang belum dikelola oleh pihak PUSDIKLAT MIGAS Cepu. Air sungai ditempatkan pada wadah yang terbuat dari plastik yang sudah dibilas dengan HCl 0,01 N untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang terdapat dalam wadah tersebut sehingga air sampel tidak terkontaminasi dengan pengotor-pengotor yang akan mempengaruhi sifat dari air sungai itu sendiri, kemudian dibilas dengan sampel air sungai. Air sungai dibawa ke laboratorium dengan dimasukkan dalam wadah plastik dan tertutup.

Sampel air sungai disimpan dengan wadah tertutup rapat dalam lemari pendingin dengan suhu 4 °C (Alaert dan Sumestri, 1987), untuk memperlambat proses perubahan kimia dan biologi dari air sungai yang mempengaruhi parameter yang akan diuji. Parameter yang diuji adalah kekeruhan dan pH, dimana diharapkan jika disimpan pada suhu tersebut bakteri atau mikroorganisme tidak berkembang dengan baik dikarenakan jika mikroorganisme berkembang dengan pesat itu akan mempengaruhi parameter yang akan di uji.

4.2 Preparasi Koagulan Biji Kelor

Biji kelor yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari daerah Sekaran-Lamongan. Biji kelor diambil dari buah kelor yang sudah tua

dipohon yang kulit buahnya berwarna coklat. Kemudian biji dikupas dari kulit buahnya sehingga didapatkan biji kelor berwarna hitam lalu biji kelor dikupas dari kulit arinya sehingga didapatkan biji kelor yang berwarna putih. Menurut Ndabingengesere (1995) bahwa dalam kekeruhan 105 NTU biji kelor tanpa kulit dapat menghilangkan kekeruhan dengan dosis koagulan sebesar 1 ml/L sedangkan biji kelor tanpa dikupas membutuhkan dosis yang lebih tinggi 10 kali lipat yaitu dosis koagulan sebesar 10 ml/L, sedangkan Hidayat (2006) menyatakan bahwa konsentrasi protein dari bagian biji kelor tanpa kulit menunjukkan nilai yang paling tinggi. Protein biji kelor yang tidak dikupas kulit bijinya mengandung separuh bagian dibandingkan dengan protein dari biji kelor yang dikupas kulitnya.

Sebelum biji kelor digunakan sebagai koagulan, biji kelor dihaluskan terlebih dahulu dan diayak dengan ayakan 40 mesh. Proses ini dilakukan untuk memperluas permukaan agar saat disorpsi lemak yang terkandung dalam biji kelor dapat terikat dalam pelarut dan saat diekstrak dengan air, senyawa-senyawa yang diasumsikan sebagai koagulan dapat terekstrak maksimal dalam air dikarenakan semakin luas permukaan maka semakin optimal interaksi dengan pelarut.

Biji kelor yang sudah dihaluskan dan diayak, selanjutnya biji kelor yang lolos 40 mesh disorpsi untuk menghilangkan kandungan lemak pada serbuk biji kelor. Penelitian Muyibi, *et al* (2003) menyatakan koagulasi tiga jenis kekeruhan yang menggunakan suspensi kaolin yaitu kekeruhan rendah (35 NTU), kekeruhan sedang (100 NTU) dan kekeruhan tinggi (300 NTU) dengan menggunakan koagulan ekstrak biji kelor dengan variasi

penghilangan lemak yaitu 20 % w/w, 25 % w/w dan 30 % w/w dan diperoleh hasil terbaik untuk mengurangi kekeruhan ditunjukkan pada ekstrak biji kelor dengan penghilangan lemak 25 % w/w yaitu dapat mengurangi kekeruhan sebesar 91,7 %, 95,5 % dan 99%. Ndabingengesere (1995) menyatakan biji kelor tanpa kulit terdiri dari 37 % protein, 35 % lemak dan 5 % karbohidrat sedangkan pada biji kelor tanpa dikupas kulitnya terdiri dari 27 % protein, 21 % lemak dan 5,5 % karbohidrat. Komposisi karbohidrat lebih rendah dari pada lemak sehingga biji kelor dapat digunakan sebagai sumber minyak nabati. Lemak tidak dapat bercampur atau larut dengan air.

Pada proses ekstraksi soxhlet menggunakan pelarut petroleum eter dikarenakan sifat dari lemak sama dengan petroleum eter yaitu memiliki sifat non polar. Ini memenuhi prinsip kerja ekstraksi soxhlet yaitu memisahkan senyawa-senyawa yang memiliki kesamaan sifat dengan pelarut, yang biasa disebut *like dissolved like*. Petroleum eter memiliki titik didih yang rendah sehingga saat proses soxhlet tidak membutuhkan suhu tinggi untuk memisahkan lemak dari biji kelor.

Pada proses ini suhu yang digunakan adalah 30 °C dikarenakan senyawa yang diasumsikan sebagai koagulan pada biji kelor adalah protein. Dimana protein akan rusak pada suhu di atas 50 °C. Pada proses soxhlet menggunakan tiga siklus, dikatakan satu siklus jika pelarut di dalam labu alas bulat naik ke dalam timbel lalu memenuhi sifon kemudian turun ke labu alas bulat. Ndabingengesere, *et. al* (1995) mencoba mengestrak biji kelor menggunakan variasi pelarut seperti petroleum eter, n-heksana, klorofom, aseton, air dan metanol. Hanya ekstrak air yang menunjukkan aktivitas

koagulasi. Jirgeson dalam Ndabingengesere (1995) menyatakan bahwa ekstrak biji kelor dengan petroleum eter, n-heksana dan klorofom merupakan minyak nabati sedangkan ekstrak biji kelor dengan aseton dan metanol merupakan karbohidrat. Ini menjelaskan fakta untuk mengekstrak lemak terlebih dahulu dan kemudian diekstrak dengan air lalu digunakan sebagai koagulan. Kemudian dilihat dari Tabel 4.1 hanya petroleum eter yang dapat mengekstrak banyak lemak pada biji kelor sebesar 33,9 %.

Tabel 4.1 aktivitas koagulasi ekstrak kelor dengan variasi pelarut

Pelarut	Hasil Ekstrak (% per massa)	Aktivitas koagulasi
Petroleum eter	33,9	Tidak ada
Heksan	27,1	Tidak ada
Klorofom	26,6	Tidak ada
Metanol	26,3	Tidak ada
Air	25,0	Ada
Aseton	24,4	Tidak ada

Sumber: Ndabingengesere, *et al.*, 1995.

Biji kelor yang sudah disoxhlet kemudian diekstrak dengan air, dengan komposisi 5 gram serbuk biji kelor diekstrak dalam 100 mL air. Selanjutnya diaduk dengan magnetik stirrer selama 30 menit agar proses interaksi antara air dengan serbuk biji kelor maksimal dan protein yang terdapat pada serbuk biji kelor dapat terekstrak maksimal dalam air. Lalu didapatkan filtrat dimana filtrat digunakan sebagai koagulan.

Residu yang terdapat pada kertas saring dikeringkan dan ditimbang sampai didapatkan berat residu yang konstan, proses ini untuk mengetahui persentase serbuk biji kelor yang terekstrak dalam pelarut. Berat residu serbuk biji kelor pada kertas saring yang kering adalah berat residu serbuk biji kelor yang tidak terekstrak oleh pelarut. Hasil analisis diperoleh residu biji kelor yang tidak terekstrak sebesar 63,37 %. Maka serbuk biji kelor yang terlarut

dalam air sebesar 36,63 % (perhitungan pada Lampiran 4). Ini juga dijelaskan dalam penelitian Ndabingengesere (1995) yang juga menggunakan air untuk mengekstrak biji kelor dan diperoleh hasil bahwa setelah penyaringan lebih dari 80 % serbuk biji kelor tidak terlarut dalam air. Hal itulah yang menjadi alasan dosis koagulan larutan ekstrak air biji kelor yang ditambahkan ke dalam air sungai lebih tepat dinyatakan dalam mL/L.

4.3 Analisis Kadar Lemak dengan Metode Soxhlet

Penelitian ini menggunakan pelarut petroleum eter (dilihat pada tabel 4.1). Metode soxhlet ini dipilih karena pelarut yang digunakan lebih sedikit (efisiensi bahan) dan larutan sari yang dialirkan melalui sifon tetap tinggal dalam labu, sehingga pelarut yang digunakan untuk mengekstrak sampel selalu baru dan meningkatkan laju ekstraksi sehingga waktu yang digunakan lebih cepat.

Analisis kadar lemak ini terdapat dua sampel yaitu serbuk biji kelor dan serbuk biji kelor yang sudah mengalami proses soxhletasi, ini dilakukan untuk mengetahui apakah lemak pada serbuk biji kelor hilang semua. Hasil analisis lemak untuk sampel serbuk biji kelor sebelum soxhletasi diperoleh kadar lemak sebanyak 36,10 % (b/b) (perhitungan pada Lampiran 4). Dilihat dari presentase kadar lemak tersebut, kandungan lemak pada serbuk biji kelor termasuk tinggi oleh sebab itu biji kelor termasuk sumber minyak nabati. Sedangkan pada sampel serbuk kelor yang sudah mengalami proses soxhletasi didapatkan kadar lemak sebesar 0,067 % (b/b). Kadar lemak tersebut lebih sedikit dari kadar lemak sebelumnya. Berarti proses soxhletasi

ini berhasil meskipun setelah disokhletasi serbuk biji kelor masih terdapat lemak tapi kadarnya kurang 0,1 %.

4.4 Analisis Kadar Protein dengan Metode Lowry

Metode Lowry-Folin hanya dapat mengukur molekul peptida pendek dan tidak dapat mengukur molekul peptida panjang. Prinsip kerja metode Lowry adalah reduksi Cu^{2+} (reagen Lowry B) menjadi Cu^+ oleh tirosin, triptofan, dan sistein yang terdapat dalam protein. Ion Cu bersama dengan fosfotungstat dan fosfomolibdat (reagen Lowry E) membentuk warna biru, sehingga dapat menyerap cahaya (Lowry, 1951).

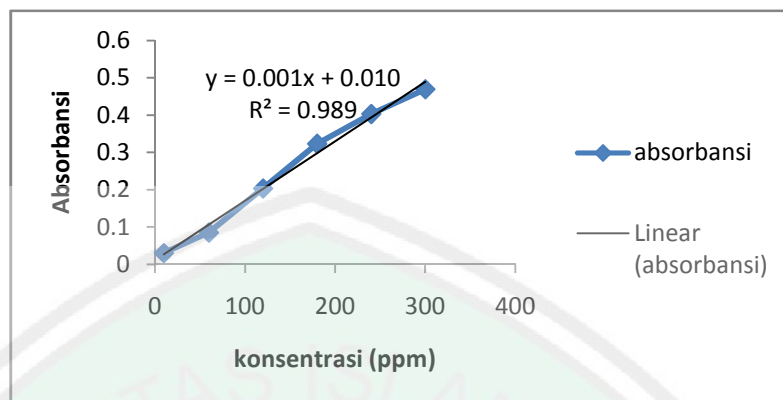
Beberapa zat yang bisa mengganggu penetapan kadar protein dengan metode Lowry ini, diantaranya buffer, asam nukleat, gula atau karbohidrat, deterjen, gliserol, tricine, EDTA, senyawa-senyawa kalium, sulfhidril, disulfida, fenolat, asam urat, guanin, xanthine, magnesium, dan kalsium. Interferensi agen-agen ini dapat diminimalkan dengan menghilangkan interferens tersebut. Sangat dianjurkan untuk menggunakan blanko untuk mengoreksi absorbansi. Interferensi yang disebabkan oleh deterjen, sukrosa dan EDTA dapat dieliminasi dengan melakukan preparasi sampel dengan pengendapan protein (Kristiani, 2010).

Reaksi yang terjadi saat penambahan reagen Lowry adalah ikatan koordinasi dari ion kupri (II) dari CuSO_4 dengan pasangan elektron bebas dari empat atom nitrogen yang berasal dari asam amino membentuk kompleks berwarna ungu pucat. Reaksi selanjutnya adalah setelah sampel ditambahkan reagen Lowry A (*folin ciocalteu* atau asam phosphotungstate-phosphomolybdate). Residu tirosin dan triptofan dalam protein akan

mereduksi garam phosphotungstate-phosphomolybdate. Hasil dari reaksi ini adalah munculnya warna ungu pada sampel yang selanjutnya dapat dianalisis secara kolorimetri. Kekuatan warna ungu tergantung pada kandungan residu asam amino aromatik (triptofan dan tirosinnya). Metode Lowry mengkombinasikan pereaksi biuret dengan pereaksi lain (Folin-Ciocalteuaphenol) yang bereaksi dengan residu tirosin dan triptofan dalam protein. Reaksi ini menghasilkan warna kebiruan yang bisa dibaca diantara 500-750 nm, tergantung sensitivitas yang dibutuhkan. Metode ini lebih sensitif untuk protein konsentrasi rendah dibanding metode biuret (Soeharsono, 2006).

Pembuatan kurva standar protein menggunakan *Bovine Serum Albumin* atau BSA. BSA adalah protein globular besar yang berukuran kurang lebih 66.000 Dal. BSA dijadikan sebagai protein standar karena mudah didapat dalam keadaan murni dan relatif murah. Seharusnya dalam pembuatan kurva standar digunakan bentuk murni protein yang akan diuji. Namun dalam kenyataannya, hal tersebut sulit dilakukan. Oleh karena itu, BSA dijadikan sebagai standar relatif protein disamping pengembangan warnanya yang lebih baik dibanding protein lain (Kirschner, 2007).

Penelitian ini diperoleh panjang gelombang optimum yaitu 742,1 nm yang diukur dengan rentang panjang gelombang antara 400 nm sampai 800 nm dengan menggunakan larutan BSA 300 ppm. Panjang gelombang ini selanjutnya digunakan untuk mengukur absorbansi sampel dan BSA yang digunakan sebagai kurva standar. Hasil kurva standar sebagai berikut:



Gambar 4.1 Kurva standar protein (BSA)

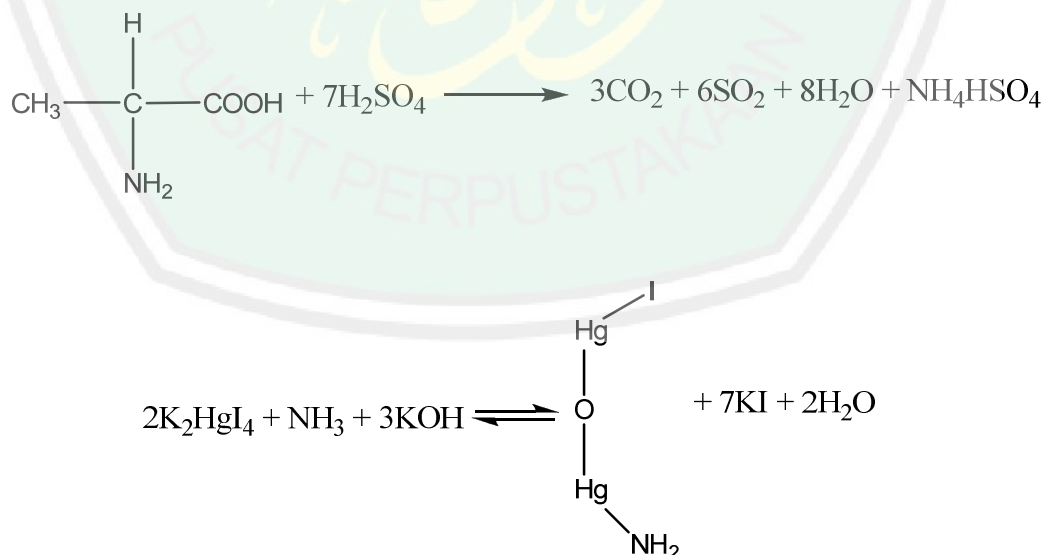
Berdasarkan kurva standar protein di atas didapatkan persamaan linier yaitu $y = 0,001x + 0,010$ dan nilai korelasi (R^2) sebesar 0,989 (98,9 %). Selanjutnya persamaan linier digunakan untuk menentukan besarnya konsentrasi pada masing-masing sampel.

Hasil dari masing-masing sampel kemudian diplotkan ke dalam persamaan linier yang didapatkan dari kurva standar, kemudian dihitung (dilihat di Lampiran 4) dan hasilnya adalah kadar protein serbuk biji kelor sebelum soxhlet (505 ppm) lebih sedikit daripada kadar protein serbuk sesudah soxhlet (771 ppm) dan kadar protein larutan koagulan (2123 ppm). Hasil ini tidak sesuai dengan teori yang ada seharusnya kadar protein pada serbuk biji sebelum soxhlet lebih besar daripada kadar protein serbuk kelor sesudah soxhlet dan kadar protein dalam larutan koagulan. Hal ini dikarenakan preparasi awal sampel yang berbeda, dimana pada koagulan terdapat proses pengaduk selama 30 menit yang memaksimalkan kontak antara air dengan serbuk biji kelor sedangkan pada sampel padatan dilarutkan dalam air dan diaduk.

4.5 Analisis N Total dengan Metode Kjhedal Modifikasi

Analisis N total didasari oleh prinsip mengubah N anorganik menjadi N-ammonium oleh asam sulfat yang dipanaskan sekitar 380 °C dan dengan menggunakan garam campuran atau tablet Kjeldahl yang berisi Cu-sulfat, selenium dan Na-sulfat sebagai katalisator. Elemen karbon, hidrogen teroksidasi menjadi CO₂ dan H₂O, sedangkan nitrogen akan berubah menjadi (NH₄)₂HSO₄ (Alaert dan Sumestri, 1987).

Asam yang mengandung amonium dibasakan dengan NaOH sehingga ion ammonium (NH₄⁺) dikonversi menjadi amoniak (NH₃). Apabila ion ammonium direaksikan dengan reagen Nessler (larutan basa dari kalium tetraiodomerkurat (II)) akan didapatkan larutan yang berwarna kuning jingga dengan intensitas warna yang dihasilkan sesuai dengan jumlah kandungan ammonia atau ion ammonium. Reaksi yang terjadi (Alaert dan Sumestri, 1987):



Gambar 4.2 Reaksi yang pembentukan kompleks [OHg₂INH₂]

Hasil yang didapatkan kadar N total serbuk biji kelor sebelum soxhlet sebesar 1,176 %, serbuk biji kelor sesudah soxhlet 2,78 % dan ekstrak air biji kelor (koagulan) sebesar 7,483 %.

Besarnya N Total pada serbuk biji kelor sesudah soxhlet daripada sebelum soxhlet dimungkinkan karena pada sesudah soxhlet serbuk biji kelor tidak mengandung lemak. Pada awal penimbangan serbuk biji kelor diasumsikan bahwa pada berat serbuk biji kelor sebelum disoxhlet itu terdapat berat lemak sedangkan pada berat serbuk kelor sesudah soxhlet tidak terdapat berat lemak sehingga berat pada protein bertambah dikarenakan pada analisis lemak didapatkan 36 % lemak dalam 5 gram biji kelor.

Perbedaan besarnya kadar protein antara serbuk biji kelor pada ekstrak air biji kelor dikarenakan perbedaan perlakuan saat preparasi, dimana ekstrak air proses pengadukan selama 30 menit yang memaksimalkan kontak antara air dengan serbuk biji kelor sedangkan pada sampel padatan hanya dimagnetik stirrer selama 5 menit.

4.6 Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap Perubahan Parameter Kualitas Air Sungai

Variasi dosis koagulan dilakukan untuk mengetahui pengaruh dosis koagulan ekstrak aquades biji kelor pada sampel air sungai Bengawan Solo yang memiliki kekeruhan sebesar 128 NTU dan pH 7,33. Hal ini dapat diketahui dari hasil perhitungan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

Berdasarkan data hasil penelitian didapatkan hubungan antara penurunan nilai kekeruhan terhadap dosis koagulan biji kelor seperti pada Tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2 Persentase Penurunan Kekeruhan

Dosis Koagulan (mL/L)	Kekeruhan Air Sebelum Koagulasi (NTU)	Kekeruhan Air Sesudah Koagulasi (NTU)	Persentase Penurunan kekeruhan (%)	Pembacaan Hasil Notasi Huruf
0	128	116	9,37	a
1		18,8	85,31	b
2		14,2	88,91	b
3		7,8	93,91	bc
4		5,9	95,39	bc
5		4,3	96,64	c
10		1	99,22	e
15		1,6	98,75	d
20		2	98,44	d
25		3,1	97,58	cd
30		5,2	95,94	c

Ket: notasi a tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang mempunyai notasi yang sama yaitu perlakuan 0. Perlakuan dengan notasi b yaitu perlakuan 1, 2, 3, 4. Perlakuan dengan notasi bc yaitu perlakuan 3, 4. Perlakuan dengan notasi c yaitu perlakuan 30, 5. Perlakuan 30, 5 tidak berbeda nyata dengan perlakuan 3, 4 akan tetapi berbeda nyata dengan perlakuan bernotasi b yang lainnya sehingga diberinotasi bc. Begitu dengan penjelasan notasi cd, notasi d dan notasi e.

Data ini selanjutnya dianalisis menggunakan analisis statistik ANOVA (Lampiran 4) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata dari perlakuan (variasi dosis) terhadap kekeruhan dimana $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $89.154,579 > 3,37$ dengan tingkat kepercayaan sebesar 0,01. Selanjutnya data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan dosis terhadap penurunan kekeruhan air sampel.

Hasil dari perhitungan uji statistik dapat diketahui bahwa dosis optimum koagulan biji kelor adalah 10 mL/L dimana pada konsentrasi koagulan biji kelor 15 mL/L mengalami penurunan kekeruhan 98,75 % dimana penurunan kekeruhan tidak sebanyak pada dosis koagulan 10 mL/L. Pada dosis 10 mL/L mengalami penurunan kekeruhan sebanyak 99,22 % sedangkan pada dosis 15 mL/L mengalami penurunan kekeruhan sebanyak 98,75 % dan ini juga berlaku pada konsentrasi koagulan di atas 10 mL/L. Jika

konsentrasi koagulan lebih dari 10 mL/L maka mengalami hasil peningkatan kekeruhan dari hasil 10 mL/L. Ini menunjukkan bahwa penambahan koagulan larutan ekstrak akuades biji kelor tanpa lemak menunjukkan penurunan/penghapusan kekeruhan yang signifikan.

Penurunan kekeruhan pada koagulan biji kelor ini disebabkan karena protein yang terdapat pada koagulan yang berasal dari larutan ekstrak aquades biji kelor mampu mengikat flok-flok yang terbentuk saat proses koagulasi-flokulasi, dalam proses ini air sampel yang didapatkan setelah proses koagulasi-flokulasi lebih jernih daripada sebelum dikoagulasi. Ketika konsentrasi koagulan ditambah, nilai kekeruhan pun semakin berkurang. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi koagulan yang ditambahkan maka semakin banyak protein yang mampu mengikat flok-flok yang terbentuk dalam proses koagulasi-flokulasi.

Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil yang dilakukan oleh Ndabingesere (1998) yang menunjukkan bahwa dosis optimum sebesar 1 mL/L dengan penurunan kekeruhan sebesar 90 % dari kekeruhan 105 NTU menjadi 10 NTU dengan menggunakan koagulan biji kelor yang diekstrak dengan air dengan kekeruhan sampel 105 NTU yang menggunakan sampel buatan yaitu dengan melarutkan kaolin dalam air.

Perbedaan hasil ini dimungkinkan karena perbedaan sampel yang digunakan. Pada penelitian ini tidak menggunakan sampel buatan melainkan sampel yang langsung diambil dari Sungai Bengawan Solo dimana pada sampel tersebut merupakan bermacam-macam senyawa yang kompleks yang sangat berbeda dengan sampel buatan dan juga pada penelitian ini sampel

memiliki nilai kekeruhan lebih tinggi sedikit yaitu 128 NTU dan sedangkan pada sampel buatan hanya 105 NTU. Meskipun pada koagulan yang tanpa dihilangkan lemaknya menunjukkan dosis optimum yang lebih rendah daripada yang tanpa lemak tetapi dalam menghapus kekeruhan koagulan tanpa lemak dapat menghilangkan kekeruhan mencapai 99 %, sedangkan tanpa dihilangkan lemaknya hanya dapat menghilangkan kekeruhan 90 %.

Hasil pada variasi dosis koagulan terhadap perubahan kekeruhan berbeda dengan parameter pH. Berdasarkan data yang diperoleh, dianalisis data menggunakan analisis statistik ANOVA (Lampiran 4) yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh nyata dari perlakuan (variasi dosis) terhadap pH dikarenakan $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu $0,0396 < 3,37$ dengan tingkat kepercayaan sebesar 0,01. Sehingga data tidak diuji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Uji statistik dapat diketahui bahwa nilai pH pada sampel yang telah dikoagulasikan dengan biji kelor tidak menunjukkan pengaruh perubahan pH yang signifikan. Pada sampel sebelum koagulasi memiliki pH sebesar 7,33 dan setelah koagulasi ditambahkan pH sampel tetap berada pada pH 7. Ini sesuai dengan hasil dari Ndabingesere (1998) yang mengatakan bahwa koagulasi dengan penambahan koagulan biji kelor tidak mempunyai pengaruh yang signifikan, dikarenakan hasilnya cenderung konstan. Meskipun perubahan pH sampel yang telah berinteraksi dengan koagulan biji kelor tidak memberikan pengaruh yang signifikan, perubahan pH diduga karena adanya gugus karboksil asam amino yang ditunjukkan pada tingginya kadar protein dalam biji kelor mampu melepaskan ion H^+ .

Katayon (2004) menyatakan bahwa penurunan pH yang relatif kecil terjadi setelah proses koagulasi dengan biji kelor antara pH 6,5-7 hal ini dikarenakan ion hidrogen (H^+) dari asam lemah pada biji kelor yang seimbang dengan ion hidroksida pada sampel. Asam amino dapat memiliki muatan (+) maupun muatan (-), sedangkan pada kogulan tawas menunjukkan semakin tinggi konsentrasi koagulan tawas yang ditambahkan dalam sampel maka akan semakin turun pH sampel. Ini merupakan keunggulan koagulan biji kelor, disamping dapat menurunkan kekeruhan sampel sampai 99 % tetapi juga dapat mempertahankan pH.

4.7 Pengaruh Variasi pH Koagulasi Air Sungai terhadap Perubahan Parameter Kualitas Air Sungai

Variasi pH air sungai Bengawan Solo dilakukan untuk mengetahui pengaruh pH koagulasi terhadap kekeruhan dan pH. Hal ini dapat diketahui dengan pengukuran pH setelah koagulasi dan kekeruhan setelah koagulasi. Air Sungai yang memiliki pH 7 dikondisikan menjadi pH 4-10 dengan penambahan H_2SO_4 atau NaOH. Selanjutnya dilakukan proses koagulasi dengan dosis terbaik koagulan larutan ekstrak akuades biji kelor 5 %. Pada perlakuan variasi pH ini menggunakan dosis terbaik yang didapat dari percobaan sebelumnya yaitu menggunakan dosis koagulan sebesar 10 mL/L.

Berdasarkan data hasil penelitian didapatkan hubungan antara penurunan nilai kekeruhan terhadap pH sebelum koagulasi biji kelor seperti pada Tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3 Persentase Penurunan Kekeruhan

pH sampel	Kekeruhan Air Sebelum Koagulasi (NTU)	Kekeruhan Air Sesudah Koagulasi (NTU)	Persentase Penurunan kekeruhan (%)	Pembacaan Hasil Notasi Huruf
4	128	9,1	92,89	a
5		7,1	94,45	b
6		6,8	94,67	b
7		1,8	98,59	d
8		3	97,66	c
9		3,4	97,34	c
10		5	96,09	b

Ket: Notasi a tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang mempunyai notasi yang sama yaitu perlakuan 4. Perlakuan dengan notasi b yaitu perlakuan 5, 6, 10. Perlakuan 5, 6, 10 berbeda nyata dengan perlakuan bernotasi a. Begitu dengan penjelasan notasi c dan notasi d.

Data pada Tabel 4.3 dianalisis menggunakan analisis statistik ANOVA (Lampiran 4) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata dari perlakuan (variasi pH) terhadap kekeruhan dimana $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $20,2782 > 7,72$ dengan tingkat kepercayaan sebesar 0,01. Selanjutnya data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan untuk mengetahui perbedaan pH koagulasi terhadap penurunan kekeruhan air sampel dan terdapat pengaruh nyata antar perlakuan.

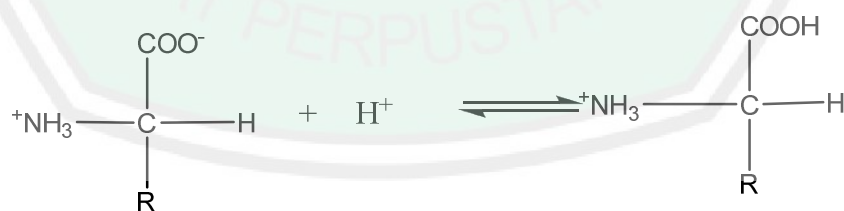
Hasil dapat diketahui bahwa pH sampel optimum adalah pH 7, dimana pada pH 7 ini mengalami persentase penurunan yang besar dari pada kondisi pH yang lain yaitu sebesar 98,59 %. Tetapi jika dilihat dari semua persentase penurunan kekeruhan lebih bagus hasil penurunan kekeruhan jika sampel dalam kondisi basa dari pada asam. Hal ini kemungkinan berhubungan dengan jenis asam amino yang terdapat pada biji kelor dikarenakan yang diasumsikan sebagai agen aktif koagulan adalah protein yang terdapat dalam biji kelor.

Apabila asam amino larut dalam air, gugus karboksilat akan melepaskan ion H^+ sedangkan gugus amina akan menerima ion H^+ . Oleh adanya kedua gugus tersebut asam amino dalam larutan dapat membentuk ion yang bermuatan positif dan juga bermuatan negatif atau disebut ion amfoter. Keadaan ini sangat tergantung pada pH larutan. Apabila larutan asam amino dalam air ditambah dengan basa, maka akan terjadi reaksi seperti Gambar 4.3 karena konsentrasi ion OH^- yang tinggi mampu mengikat ion-ion H^+ yang terdapat pada gugus $-NH_3^+$.



Gambar 4.3 Reaksi asam amino dalam basa

Sebaliknya apabila ditambahkan asam ke dalam larutan asam amino, maka konsentrasi ion H^+ yang tinggi mampu berikatan dengan ion $-COO^-$, sehingga terbentuk gugus $-COOH$, reaksi seperti Gambar 4.4 (Fessenden dan Fessenden, 1989).



Gambar 4.4 Bentuk Asam Amino dalam Asam

Oleh karena muatan ion asam amino itu tergantung pada pH larutan, sehingga asam amino memiliki pH isoelektrik, dimana pada pH isoelektrik terdapat keseimbangan antara bentuk-bentuk asam amino sebagai ion amfoter, anion

dan kation. Sehingga pada hasil percobaan di atas dalam suasana basa penurunan kekeruhan lebih tinggi dari pada asam.

Protein kationik yang ada di dalam kelor mempunyai rantai yang panjang dan muatan protein dapat mendestabilisasi koloid melalui formasi jembatan. Proses koagulasi dan flokulasi diawali dengan penambahan koagulan saat pengadukan cepat. Pada proses ini, koagulan yang ditambahkan akan menyebar secara merata di seluruh suspensi (air sampel). Selama proses pengadukan, protein kationik akan berinteraksi dengan partikel-partikel koloid. Salah satu sisi muatan rantai protein dapat melekat atau mengadsorbsi pada satu sisi 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. Adsorbsi protein kationik terjadi hingga muatan permukaan dari koloid dapat dinetralkan, kemudian pada pengadukan lambat ini protein polielektrolit akan membentuk partikel yang lebih besar dan mengendap saat pengendapan.

Hasil pada parameter kekeruhan sama dengan hasil parameter pH. Berdasarkan data yang diperoleh dan dianalisis data menggunakan analisis statistik ANOVA (Lampiran 4) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata dari perlakuan (variasi pH) terhadap pH dimana $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $18.202,7826 > 7,72$ dengan tingkat kepercayaan sebesar 0,01. Selanjutnya data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan untuk mengetahui perbedaan pH koagulasi terhadap pH air sampel seperti pada Tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.4 Presentase Penurunan pH

pH sebelum Koagulasi	pH Setelah Koagulasi	Pembacaan Hasil Notasi Huruf
4	4,69	a
5	5,46	b
6	6,30	b
7	7,06	b
8	7,06	c
9	8,87	c
10	9,98	d

Ket: Notasi huruf diatas dapat diartikan bahwa perlakuan dengan notasi a tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang mempunyai notasi yang sama yaitu perlakuan 4. Perlakuan dengan notasi b yaitu perlakuan 5, 6, 7. Perlakuan 5, 6, 7 berbeda nyata dengan perlakuan bernotasi a. Begitu dengan penjelasan notasi c dan notasi d.

Hasil dapat diketahui bahwa hubungan antara pH sebelum koagulasi dengan pH sesudah koagulasi terjadi perubahan tetapi tidak terlalu signifikan tetapi jika diperhatikan lebih detail terdapat perbedaan hasil pH setelah koagulasi dengan pH sebelum koagulasi. Pada pH sebelum koagulasi yang asam dapat menaikkan pH setelah koagulasi tetapi jika pH sebelum koagulasi basa dapat menurunkan pH setelah koagulasi. Ini dimungkinkan karena sifat asam amino yang dapat bersifat amfoter dalam air sehingga dapat bergantung pada pH larutan.

4.8 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Penelitian ini memanfaatkan bagian dari tumbuhan yang biasanya hanya dimanfaatkan sebagai sayur yaitu biji dari buah kelor dimana biji kelor ini dimanfaatkan sebagai penjernih air. Serbuk biji kelor ini dihilangkan lemaknya dengan metode soxhlet menggunakan pelarut petroleum eter kemudian diekstrak dengan air. Ekstrak air biji kelor inilah yang

dimanfaatkan sebagai koagulan penjernih air. Sebagaimana dengan firman Allah dalam surat asy Syu'ara ayat 7 dan 8 yang berbunyi:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً ۖ وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan Allah. Dan kebanyakan mereka tidak beriman (Qs. asy Syu'ara: 7-8)

Ayat di atas menerangkan bahwa Allah menumbuhkan berbagai macam tumbuhan memiliki manfaat bagi kehidupan makhluk di bumi. Hal itu merupakan bukti ciptaan dan kekuasaan-Nya bagi orang yang mau memperhatikan dan memikirkannya, begitu juga dalam surat al luqman ayat 10. Allah menciptakan bermacam-macam tumbuhan yang baik untuk makhluk-Nya di bumi, agar manusia berfikir tentang kekuasaan-Nya sehingga segala hal yang diciptakan-Nya bermanfaat bagi makhluk-Nya., sebagaimana bunyi surat al Luqman ayat 10 berikut:

خَلَقَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا ۚ وَأَلْقَىٰ فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ ۗ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿١٠﴾

Artinya: ”Dia menciptakan langit tanpa tiang yang kamu melihatnya dan dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembang biakkan padanya segala macam jenis binatang. dan kami turunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik” (Qs. al Luqman: 10).

Penelitian ini telah menunjukkan bahwa tumbuhan mempunyai banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Awalnya buah kelor yang biasanya

hanya dimanfaatkan sebagai sayur, ternyata didalamnya terdapat biji yang dapat digunakan untuk menjernihkan air, dalam hal ini zat aktif yang dianggap sebagai koagulan penjernih adalah protein.

Disamping protein, biji kelor juga memiliki zat lain seperti karbohidrat, lemak dan lainnya. Menurut Ndabingesere, *et al* (1995) bahwa kandungan terbanyak pada biji kelor yang sudah dikupas adalah protein lalu lemak kemudian karbohidrat serta zat-zat lainnya, dimana lemak dikatakan sebagai pengganggu proses koagulasi dikarenakan sifatnya yang tidak dapat larut dalam air.

Berdasarkan data yang dianalisis ekstrak air biji kelor yang dihilangkan lemaknya mempunyai dosis optimum 10 mL/L terhadap kekeruhan 128 NTU dengan menurunkan kekeruhan sebesar 99,22 % dan nilai kekeruhan menjadi 1 NTU untuk hasil variasi dosis pada parameter kekeruhan sedangkan pada parameter pH tidak mempunyai pengaruh yang signifikan.

Pada variasi pH air sampel sebelum koagulasi untuk parameter kekeruhan menunjukkan hasil bahwa pH optimum untuk pH sampel sebelum koagulasi adalah pada pH 7 dengan penurunan kekeruhan sebesar 98,59 %, yang awalnya nilai kekeruhan sebesar 128 NTU menjadi 1,8 NTU. Sedangkan pada parameter pH menunjukkan hasil yang sama pada variasi dosis koagulan yaitu tidak memiliki pengaruh yang signifikan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan:

- a. Pada variasi dosis koagulan dengan parameter kekeruhan berpengaruh nyata dan didapatkan dosis koagulan optimum sebesar 10 mL/L dengan penurunan kekeruhan sebesar 99,22 % yang nilai kekeruhan sebelum koagulasi sebesar 128 NTU turun menjadi 1 NTU sedangkan pada parameter pH tidak berpengaruh nyata dan tidak ada perubahan yang signifikan.
- b. Pada variasi pH sampel sebelum koagulasi dengan parameter kekeruhan hasil ditunjukkan pada pH 7 yang dapat menurunkan kekeruhan air sampel sebesar 98,59 %, yang awalnya nilai kekeruhan sebesar 128 NTU menjadi 1,8 NTU. Sedangkan pada parameter pH memiliki pengaruh yang nyata.

5.2 Saran

- a. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut dengan parameter-parameter kualitas air lain, seperti kadar nitrat, COD, BOD, TSS, zat organik, TDS, kandungan logam-logam berat dan lain-lain sesuai dengan peraturan pemerintah tentang air bersih karena koagulan memiliki kemampuan masing-masing terhadap parameter kualitas air.

- b. Perlu dilakukan analisis karbohidrat dengan nelson somogi, muatan dengan elektroforesis pada koagulan larutan ekstrak air serbuk biji kelor tanpa lemak dan analisis muatan air sampel untuk mengetahui mekanisme kerja koagulan.



DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Eman N., Muyibi, Suleyman A., Salleh, Hamzah M., Alam, MdZahangirdanSalleh, MohdRamlan M. 2010. Production of Natural Coagulant from Moringa Oleifera Seed for Application in Treatment of Low Turbidity Water. *Journal Water Resource and Protection*. Vol.2: 259 – 266.
- Alaert, G., dan Santika, S. S. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- American Public Health Association-American Water Work Association (APHA-AWWA). 2005. *Standard For The Examination of Water and Waste Water Treatment*. Washington DC: American Public Health Association.
- Arung, E.T. 2002. *Terobosan, Biji Kelor Sebagai Penjernih Air Sungai*. Jakarta: Suara Merdeka.
- Bratby J. 2006. *Coagulation and Flocculation in Water and Waste Water Treatment*. London: Uplands Press Ltd.
- Cronquist, 1991, *An Integrated System of Classification of Flowering Plant*. New York :Colombia University Press.
- Davis, M.L dan D. A. Cornwell. 1991. *Introduction to Environmental Engineering*. New York : McGraw-Hill, Inc.
- Day, R A. 1986. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga
- Dwirianti, D 2008. Pengolahan lindi TPA Benowo dengan biji Moringa oleifera dan membran mikro-filter :*Skripsi*. Surabaya:Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Surabaya.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hammer., Mark. J and Hammer, Mark. J.Jr, 1996, *Water and Wastewater Technology*, Third Edition: Prentice Hall International Edition.
- Hayati, Elok K. 2007. *Dasar-Dasar Analisis Spektrofotometri*. Malang: UIN Press.
- Hawab, H. M., 2003, *Pengantar Biokimia*, Bayumedia, Malang.

- Hidayat, S. 2006. Pemberdayaan Masyarakat Bantaran Sungai Lematang dalam Menurunkan Kekeruhan Air dengan Biji Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) sebagai Upaya Pengembangan Proses Penjernihan Air. *Disertasi tidak diterbitkan*. Malang: Program Studi Setara Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang.
- Huisman, L. 1977. *Sedimentation and Flootation Mechanical Filtration*. Hendruk: Delft University of Technology.
- Kusuma, Ismed Eka. 2013. Aktual.co: *Sungai Bengawan Solo tercemar*. <http://m.aktual.co/nusantara/164909blh-sungai-bengawan-solobojonegoro-tercemar>. diakses pada tanggal 03 Januari 2014.
- Jahn, S.A.A. 1995. Using Moringa Seeds of Coagulants in Developing Countries. *Journal of The Water Works Association*. Vol.6. England: Pergamon Press.
- Joomla. 2008. *Biji Kelor Bisa Jernihkan Air*. <http://jongjava.com>.
- Katayon, S., Noor, MegatMohd M J., Asma, M., Ghani, Abdul L., Thamer, A., Azni, I., Ahmad, J., Khor, B dan Suleyman, A. 2006. Preservation of coagulation efficiency of *Moringa oleifera* a natural coagulant. *Journal Biotechnol Bioprocess Eng*. 11: 489-495.
- Karuniastuti, Nurhenu. 2003. Minimisasi potensi pencemaran Alumunium dan Limbah Back Wash Filter Di PUSDIKLAT MIGAS, *TESIS*. Semarang: UNDIP.
- Khoiroh, Muhimatul dan Hadi, Wahyono. 2010. *Peningkatan Kualitas Air PDAM Cepu Di Sistem Distribusi Dengan Menggunakan Mikrofilter Lilitan Kain Ditinjau Dari Parameter Total Coli*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Kristiani. 2010. *Petunjuk Praktikum Kimia*. Salatiga: UKSW
- Lee, C.C. 1999. *Handbook of Environmental Engineering Calculations*. USA : McGraw-Hill.
- Lehninger, A. L., 1995, *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: Erlangga.
- Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.L. dan Randall, R.J. 1951. Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent, *Journal BioChemistry* 193: 265-275
- Masduqi, Ali. Dan Agus, Slamet. 2002. *Satuan Operasi*. Surabaya : Jurusan teknik Lingkungan FTSP ITS.

Metcalf dan Eddy, 1994, *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*, 3th ed. Singapore: McGraw-Hill Book.

Mulja M. 1995. *Analisis Instrumental*. Jakarta: Erlangga

Muyibi, Suleyman A., Abbas, Saad A., Noor, Megat J dan Ahmadun, Fakrul R. 2003. Enhanced Coagulation Efficiency Of Moringa Oleifera Seeds Through Selective Oil Extraction. *IJUM Engineering Journal*. Vol. 4. No. 1: 1 – 10.

Ndabigengesere, Anselme., Narasiah, K Subbadan Talbot, Brian G. 1995. Active agents and mechanism of coagulation of turbid water Using Moringa oleifera. *Journal Pergamon Water Resource* 29: 701 – 710.

Ndabigengesere, Anselme dan Narasiah, K Subba. 1998. Quality Of Water Treated by Coagulation Using Moringa Oleifera Seeds. *Journal Pergamon Water Resource* 32: 781 - 791

Okuda, Tesuji., Baes, Aloysius U., Nishijima, Wataru dan Okada, Mitsumasa. 1999. Improvement of Extraction Method of Coagulation Active Components from Moringa oleifera Seed. *Journal Pergamon Water Resource* :Vol. 33

Poland, Jenny dan Pogano, Todd. 1998. *Water Treatment Primer Environmental Information Management civil engineering*. Virginia: virginia tech

Pritchard, M., Craven, T., Mkandawire, T., Edmondson, A dan O'neill, J.G. 2009. A study of the parameters affecting the effectiveness of Moringa oleifera in drinking water purification. *Jurnal Physics and Chemistry of the Earth* 35: 791–797.

Pritchard, M., Craven, T., Mkandawire, T., Edmondson, A dan O'neill, J.G. 2010. A comparison between Moringa oleifera and chemical coagulants in the purification of drinking water – An alternative sustainable solution for developing countries. *Jurnal Physics and Chemistry of the Earth* 35: 798–805.

Profil PUSDIKLAT MIGAS Cepu. 2002. Cepu: PUSDIKLAT MGAS Cepu

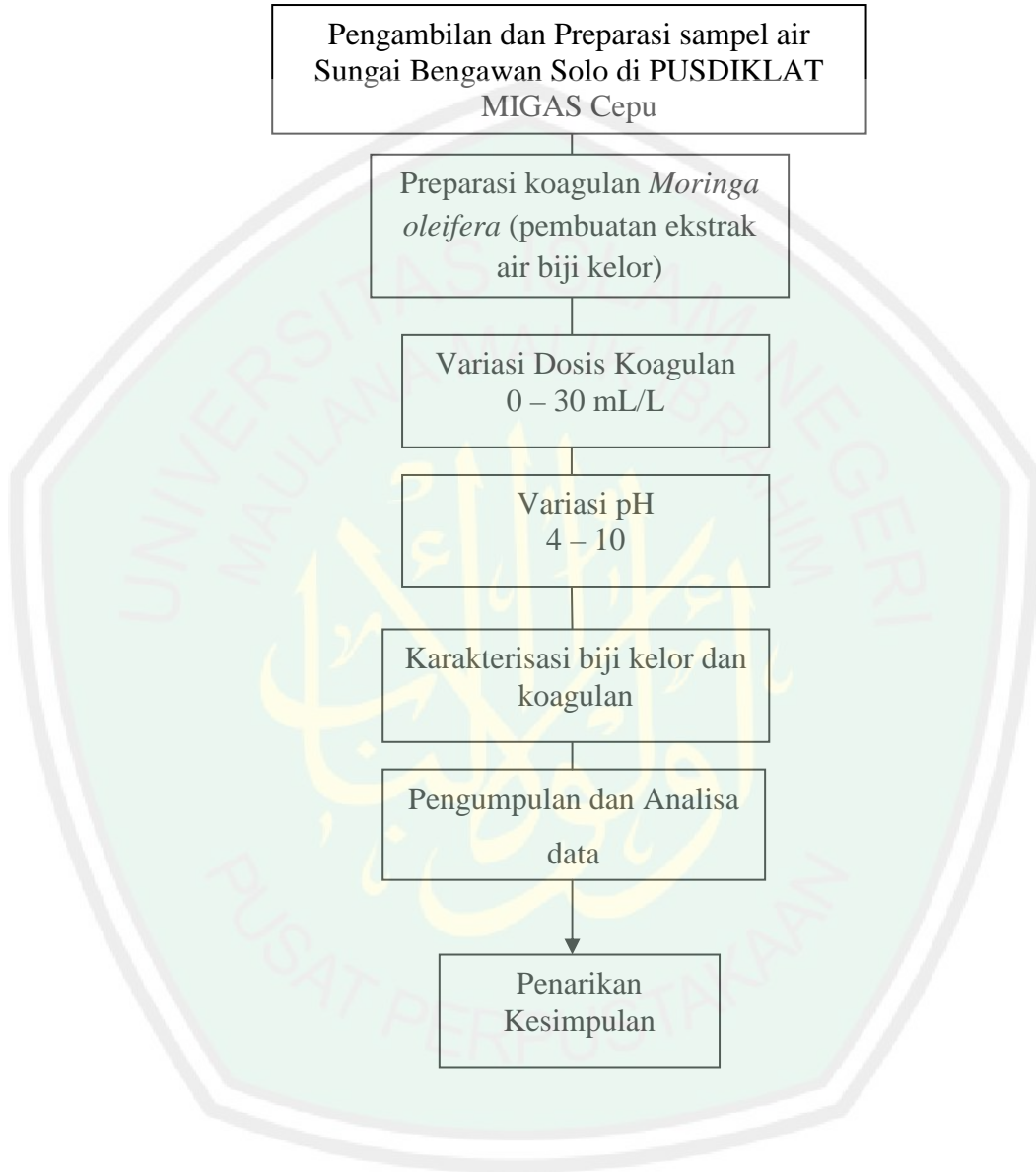
Rambe AM. 2009. Pemanfaatan biji kelor (Moringa oleifera) sebagai koagulan alternatif dalam proses penjernihan limbah cair industri tekstil [tesis]. Medan: Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatra Utara.

Sastrohamidjojo, H. 1990. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.

- Savitri, Evika S., Yulianti, Eny dan Dewi, Diana C. 2006. *Pemanfaatan Biji Kelor Sebagai Bioflokulan Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Keramik Di Dinoyo Malang*. Malang: UIN Malang.
- Scriban, Marina.B., Klasnja, Mile T. dan Jelena Lj. Stojimirovic. 2006. *Investigation Of Coagulation Activity Of Natural Coagulants From Seeds Of Different Leguminose Species*. <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1450-7188/2010/1450-71881041141S.pdf>.
- Slamet, Sudarmadji dkk. 2007. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty
- Soeharsono. 2006. *Biokimia 1*. Yogyakarta: UGM Press
- Suriawiria. 2005. *Manfaat Daun Kelor*. <http://keris.blogs.ie/2005/03/15/manfaat-daun-kelor>. diakses tanggal 10 Mei 2013.
- Susanto, Teja D. 2007. Buah Kelor (*Moringa Oleifera* Lamk.) Tanaman Ajaib Yang Dapat Digunakan Untuk Mengurangi Kadar Ion Logam Dalam Air. *Jurnal Gradien*, Vol. 3 No. 1: 219 – 221.
- Shevla, G. 1985. *Buku analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semi Mikro*. Jakarta: Kalman Media Pustaka
- Tim KLH. 2013. *Kualitas Air Sungai Bengawan Solo*. <http://www.Tim-KLH-Teliti-Kualitas-Air-Bengawan-Solo>. Diakses pada tanggal 6 Mei 2013.
- Utomo, Agus Djoko., Ridho, Moh. Rasyid., Saleh, Edward dan Putranto, Dinar Dwi Anugerah. 2010. *Pencemaran di Sungai Bengawan Solo antara Solo dan Sragen, Jawa Tengah*. Bawal, 3 (1). pp. 25-32. ISSN 1907-8226
- Widarti, PS dan Titah, HS. 2007. *Pengaruh penggunaan serbuk biji kelor (*Moringa oleifera*) terhadap penurunan konsentrasi Cu (II) dalam limbah cair buatan dengan proses adsorpsi*. *Purifikasi* 8:25-30.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Yin, ChunY. 2010. Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment. *Journal of Process Biochemistry*, Vol.45: 1434-1444.

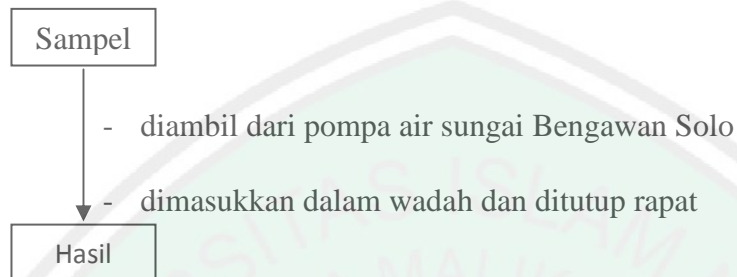
LAMPIRAN 1. Skema Kerja

L.1.1 Bagan alir penelitian

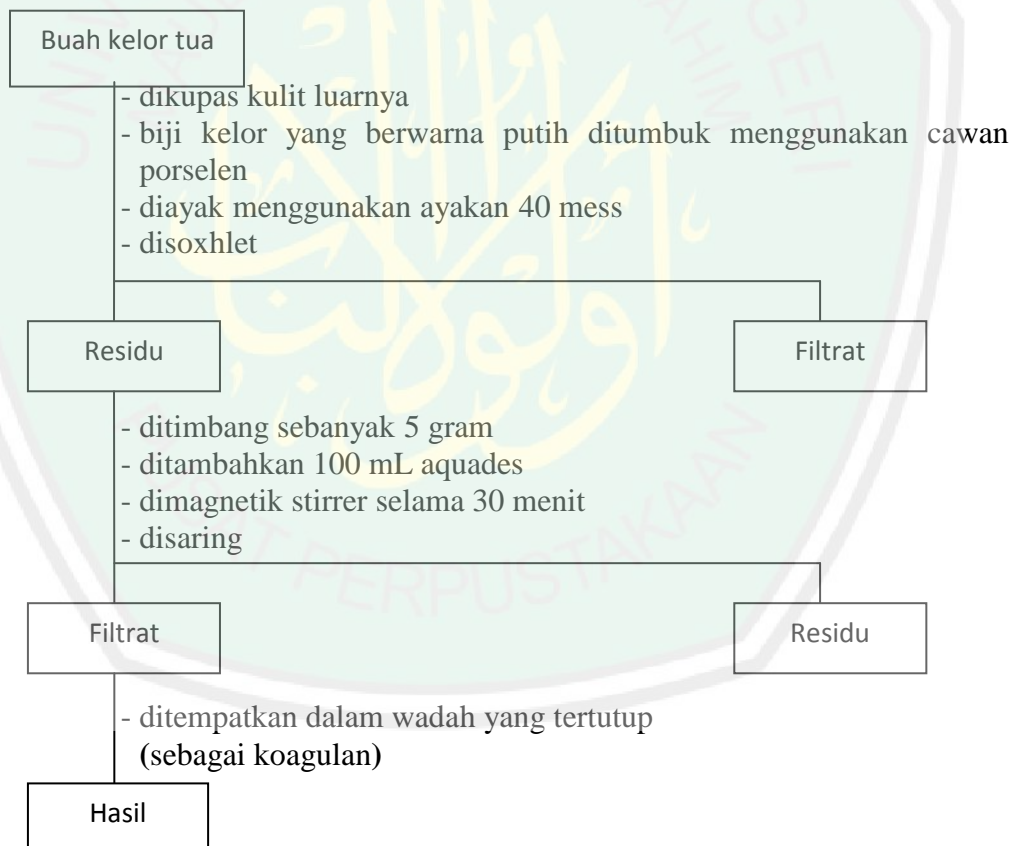


Lampiran 2 Cara Kerja

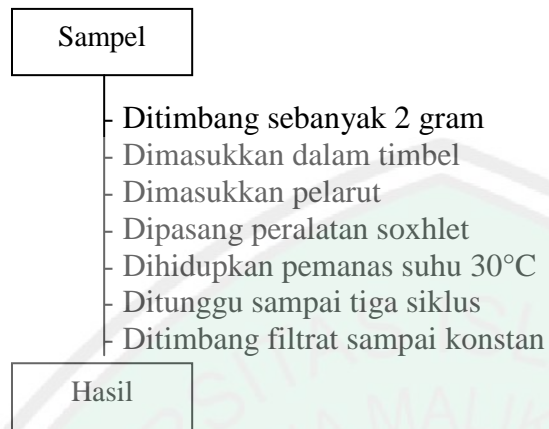
L.2.1 Preparasi Sampel (Clesceri, dkk., 1998)



L.2.2 Preparasi Koagulan Kelor (Ndabingesere, 1995)

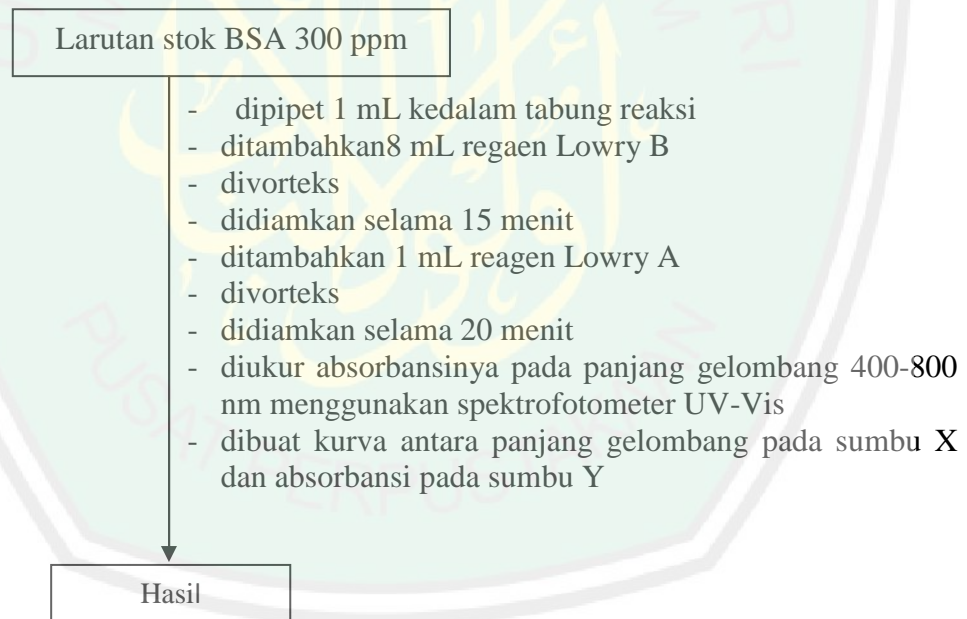


L.2.3 Analisis Kadar Lemak dengan Metode Soxhlet

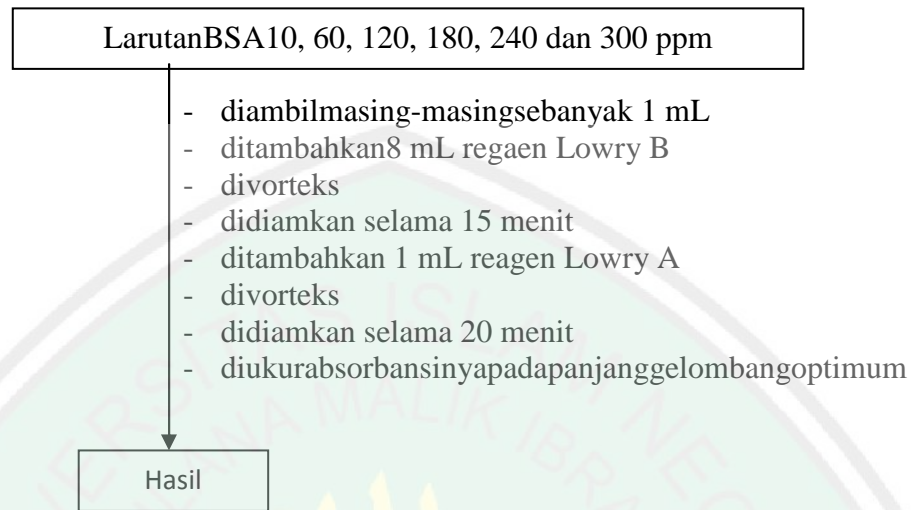


L.2.4 Analisis Protein dengan Metode Lowry

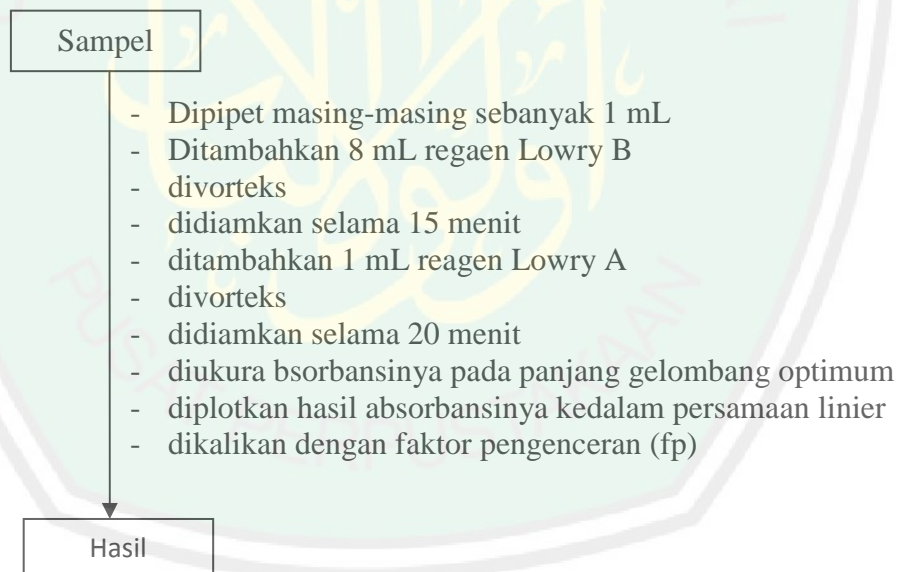
➤ Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan BSA



➤ **Pembuatan Kurva Baku Larutan BSA**

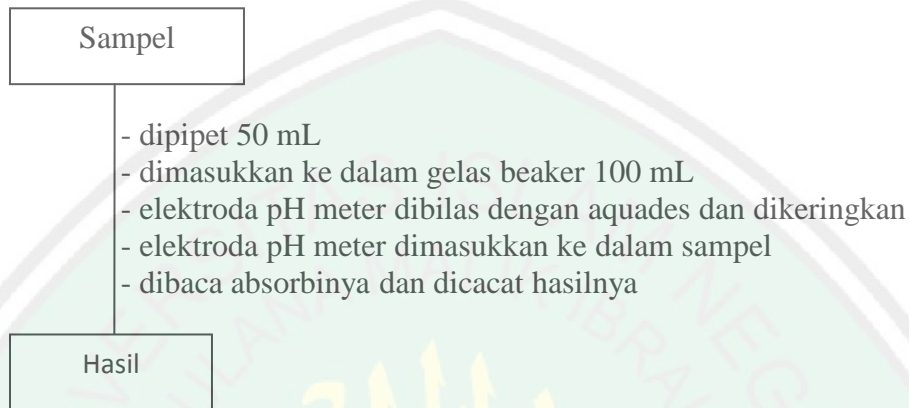


➤ **Analisis Kadar Protein dengan Metode Lowry**

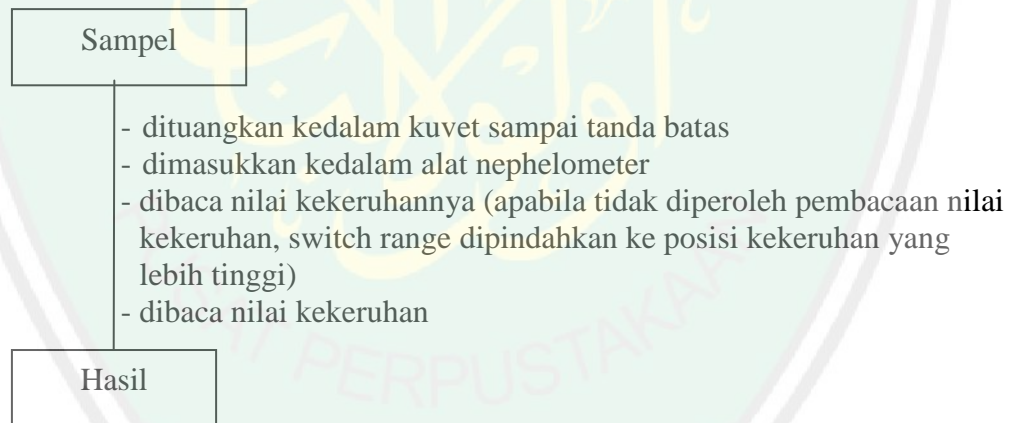


L.2.6 Analisa Parameter Kualitas Limbah

L.2.6.1 Analisis pH



L.2.6.1 Analisis Kekeruhan



L.2.7 Proses Koagulasi (*Jar Test*) (Ndabingesere, 1995)

Sampel

- Dimasukkan ke dalam gelas beaker, masing-masing sebanyak 1000 mL
- diletakkan pada *slot jar tester*
- diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama 2 menit sambil ditambahkan koagulan
- diaduk dengan kecepatan 30 rpm selama 30 menit
- didiamkan selama 30 menit
- dilakukan analisa parameter kualitas air

Hasil

Lampiran 3. Pembuatan Reagen

L.3.1 Pembuatan larutan H₂SO₄ (1:2)

Sebanyak 666 mL aquades dimasukkan ke dalam labu takar 1000 mL. Labu takar direndam dengan air dingin, kemudian ditambahkan H₂SO₄ p.a. sedikit demi sedikit sambil dikocok-kocok sampai tanda batas kemudian dihomogenkan.

L.3.2 Pembuatan larutan NaOH 0.1 N

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Jadi, untuk membuat larutan NaOH 1 N, diambil sebanyak 0,4 g kristal NaOH, dilarutkan dengan aquades kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, diatanda bataskan dan dihomogenkan. Larutan disimpan dalam botol penampung dan disimpan pada suhu kamar.

L.3.3 Pembuatan Larutan Standar BSA

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

a. Konsentrasi 300 ppm $V_1 \times 300 \text{ ppm} = 10 \times 60 \text{ ppm}$
 $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$ $V_1 = 2 \text{ mL}$

$V_1 \times 300 \text{ ppm} = 10 \times 300 \text{ ppm}$ f. Konsentrasi 10 ppm
 $V_1 = 10 \text{ mL}$ $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

b. Konsentrasi 240 ppm $V_1 \times 300 \text{ ppm} = 10 \times 10 \text{ ppm}$
 $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$ $V_1 = 0,33 \text{ mL}$

$V_1 \times 300 \text{ ppm} = 10 \times 240 \text{ ppm}$
 $V_1 = 8 \text{ mL}$

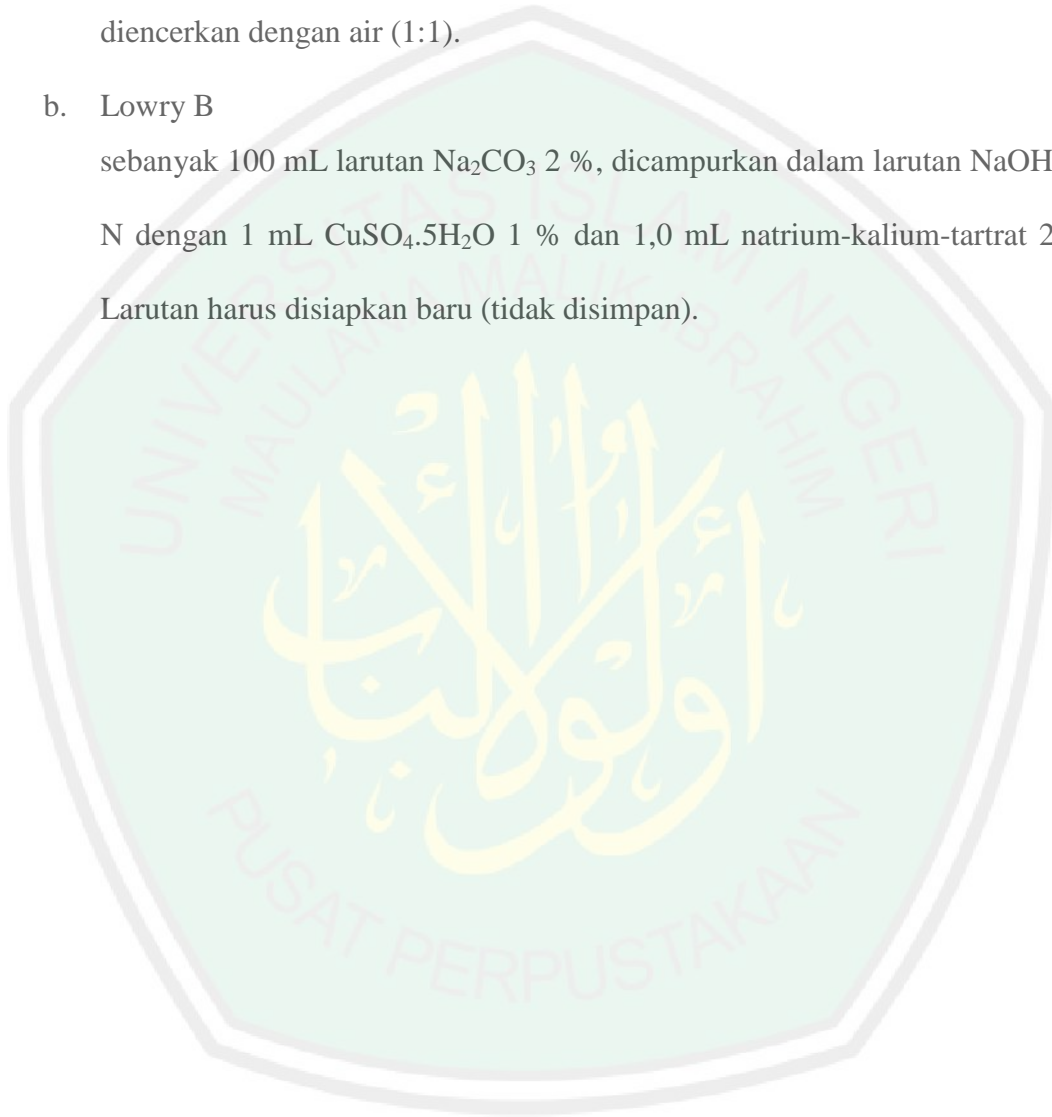
c. Konsentrasi 180 ppm $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$
 $V_1 \times 300 \text{ ppm} = 10 \times 180 \text{ ppm}$
 $V_1 = 6 \text{ mL}$

d. Konsentrasi 120 ppm $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$
 $V_1 \times 300 \text{ ppm} = 10 \times 120 \text{ ppm}$
 $V_1 = 4 \text{ mL}$

e. Konsentrasi 60 ppm $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

L.3.10 Pembuatan Reagen Lowry(Sudarmadji, dkk., 1997)

- a. Lowry A
larutan stok asam phospo-tungstic-phospo-molybdic yang ada di pasaran, diencerkan dengan air (1:1).
- b. Lowry B
sebanyak 100 mL larutan Na_2CO_3 2 %, dicampurkan dalam larutan NaOH 0,1 N dengan 1 mL $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1 % dan 1,0 mL natrium-kalium-tartrat 2 %. Larutan harus disiapkan baru (tidak disimpan).



Lampiran 4 Perhitungan dan Analisa Data

L.4.1 Penentuan Serbuk Biji Kelor yang Terekstrak dalam Akuades

Data analisis berat residu serbuk biji kelor

Ulangan	Serbuk biji kelor (gr)	Kertas saring (gr)	Kertas saring + serbuk setelah dioven (gr)	Berat residu serbuk biji kelor (gr)	Volume filtrat (mL)
1	5,0801	1,2483	4,4674	3,2191	82
2	5,0863	1,2522	4,5795	3,3273	80
3	5,0778	1,2534	4,4781	3,2247	81
4	5,0271	1,2513	4,5892	3,2268	80
5	5,0363	1,1576	4,5931	3,3355	79
6	5,0142	1,2497	4,4179	3,1682	82
7	5,0613	1,2512	4,5218	3,2706	80
				rata-rata	80,57

Misal: Perhitungan persentase serbuk biji kelor yang terekstrak pada ulangan I

Berat serbuk biji kelor awal = 5,0801 gr

Berat residu serbuk biji kelor = 3,2191 gr

$$\text{Persentase residu serbuk biji kelor} = \frac{\text{berat residu serbuk biji kelor}}{\text{berat serbuk biji kelor awal}}$$

$$\text{Persentase residu serbuk biji kelor} = \frac{3,2191 \text{ gr}}{5,0801 \text{ gr}} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase residu serbuk biji kelor} = 63,37 \%$$

Berat biji kelor yang terekstrak = berat biji kelor awal – berat residu biji kelor

$$= 5,0801 \text{ gr} - 3,2191 \text{ gr}$$

$$= 1,8610 \text{ gr}$$

$$\text{Persentase serbuk biji kelor yang terekstrak} = \frac{\text{berat biji kelor yang terekstrak}}{\text{berat serbuk biji kelor awal}}$$

$$\text{Persentase serbuk biji kelor yang terekstrak} = \frac{1,8610 \text{ gr}}{5,0801 \text{ gr}} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase serbuk biji kelor yang terekstrak} = 36,63 \%$$

Data analisis serbuk biji kelor yang terekstrak

Ulangan	Berat residu serbuk biji kelor (gr)	% residu	Berat serbuk biji kelor yang terekstrak	% serbuk yang terekstrak
1	3,2191	63,37	1,8610	36,63
2	3,3273	65,42	1,7590	34,58
3	3,2247	63,51	1,8531	36,49
4	3,2268	64,19	1,8003	35,81
5	3,3355	66,23	1,7008	33,77
6	3,1682	63,19	1,8460	36,81
7	3,2706	64,62	1,7907	35,38
	rata-rata	64,36		35,64

L.4.2 Analisis Kadar Lemak Menggunakan Soxhlet

➤ Analisis Kadar Lemak Sebelum Soxhlet

No.	Berat Awal Serbuk Kelor (gr)	Berat Setelah Soxhlet (gr)	Berat Lemak (gr)	Kadar Lemak (%)
1	10,0341	6,3842	3,6411	36,29
2	20,0056	12,8142	7,1733	35,86
3	30,0502	19,2162	10,8232	36,02
4	30,1383	19,2143	10,9153	36,22
5	30,0951	19,2452	10,8405	36,02
6	30,5342	19,5181	11,0072	36,05
7	30,0417	19,0797	10,9523	36,46
8	23,9052	15,3092	8,5872	35,92
			Rata-rata	36,10

Misal: Perhitungan persentase kadar lemak biji kelor pada ulangan I

Berat awal serbuk kelor : 10,0340 gram

Berat lemak : 3,6411 gram

$$\text{Kadar Lemak} = \frac{\text{berat lemak}}{\text{berat serbuk biji kelor awal}} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar Lemak} = \frac{3,6411 \text{ gram}}{10,0340 \text{ gram}} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar Lemak} = 36,29 \%$$

➤ Analisis Kadar Lemak Sesudah Soxhlet

No.	Berat Awal Serbuk Kelor (gr)	Berat Setelah Soxhlet (gr)	Berat Lemak (gr)	Kadar Lemak (%)
1	2,0103	2,0081	0,0012	0,06
2	2,0086	2,0065	0,0016	0,08
3	2,0391	2,0368	0,0014	0,07
4	2,0182	2,0156	0,0013	0,06
5	2,0067	2,0042	0,0014	0,07
6	2,0163	2,0136	0,0012	0,06
7	2,0432	2,0405	0,0015	0,07
8	2,0098	2,0072	0,0014	0,07
			Rata-rata	0,067

Misal: Perhitungan persentase kadar lemak biji kelor pada ulangan I

Berat awal serbuk kelor : 2,0103 gram

Berat lemak : 0,0012 gram

$$\text{Kadar Lemak} = \frac{\text{berat lemak}}{\text{berat serbuk biji kelor awal}} \times 100 \%$$

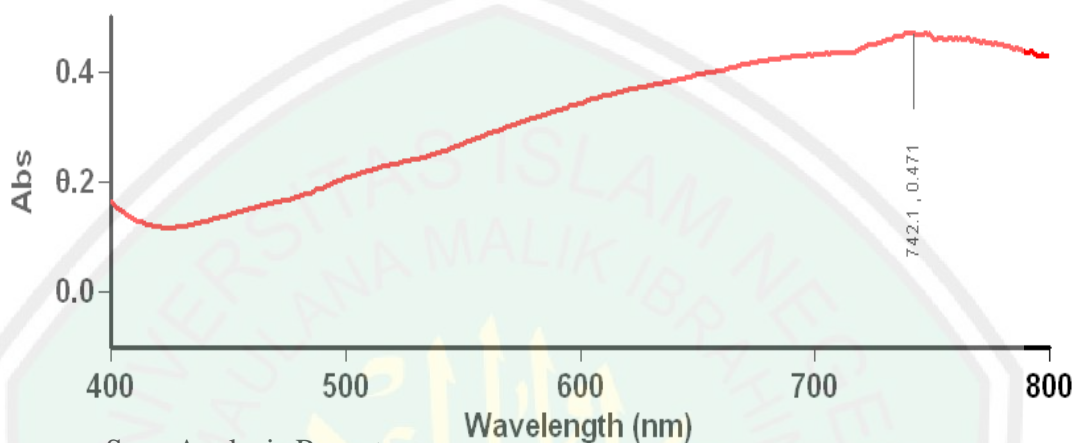
$$\text{Kadar Lemak} = \frac{0,0012 \text{ gram}}{2,0103 \text{ gram}} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar Lemak} = 0,06 \%$$

L.4.3 Penentuan Protein Menggunakan Metode Lowry

➤ Penentuan Panjang Gelombang Optimum

Tanggal Analisa : 13 November 2013



Scan Analysis Report

Sample Name: BSA 300 ppm

Collection Time 11/13/2013 11:45:08 PM

Peak Table

Peak Style Peaks

Peak Threshold 0.0100

Range 799.9nm to 400.1nm

Wavelength (nm) Abs

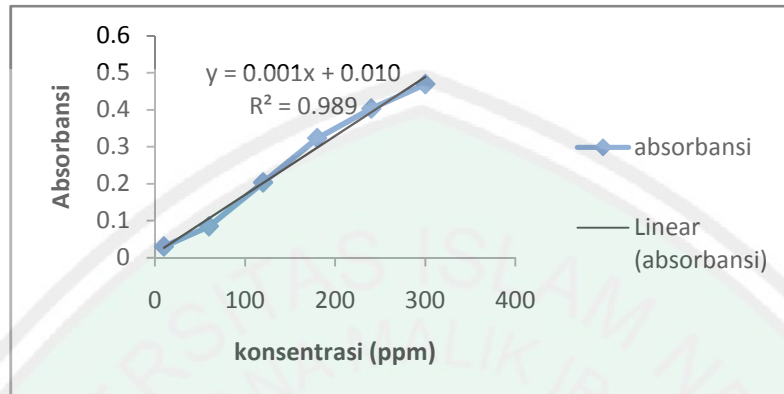
742.1 0.471

➤ Penentuan Kurva Standar Larutan BSA (*Bovine Serume Albumin*)

Tabel Data Absorbansi Larutan BSA λ 742,1

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
10	0,0306
60	0,0855
120	0,2037
180	0,3233
240	0,4032
300	0,4693

Gambar kurva standar larutan BSA



➤ Perhitungan Konsentrasi Protein

Analisis kadar protein larutan ekstrak akuades biji kelor menggunakan metode Lowry. Perolehan absorbansi yang diperoleh selanjutnya diplotkan kedalam persamaan linier kurva standar protein yaitu $y = 0,001x + 0,010$ dengan y adalah absorbansi dan x merupakan variabel yang dicari yakni kadar protein:

$$\begin{aligned} y &= ax + b \\ 0,0605 &= 0,001x + 0,010 \\ x &= (0,0605 - 0,010) : 0,001 \\ x &= 0,0505 : 0,001 \\ x &= 50,5 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi protein dalam sampel} &= \text{kadar protein} \times \text{faktor pengencer} \\ &= 50,5 \times (10/1) \\ &= 505 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Tabel Data Absorbansi dan Konsentrasi Protein masing-masing Sampel

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi Protein (ppm)
Sebelum Soxhlet	0,0605	505
Sesudah Soxhlet	0,0871	771
Ekstrak Air (Koagulan)	0,2223	2123

L.4.4 Analisa Kadar N Total Metode Kjehdal Modifikasi

Sampel	Berat awal sampel	absorbansi	Kadar Protein (%)	Rata-rata
Serbuk biji kelor sebelum soxhlet	1,0041	0,112	1,19	1,176
	1,0065	0,109	1,16	
	1,0054	0,111	1,18	
Serbuk biji kelor sesudah soxhlet	1,0082	0,265	2,80	8,4
	1,0064	0,267	2,82	
	1,0073	0,264	2,78	
Ekstrak air biji kelor (koagulan)	5,0087	0,299	7,47	7,453
	5,0087	0,303	7,49	
	5,0087	0,279	7,40	

Keterangan: Faktor Koreksi (Fk) = 6,25
Slope = 0,058

Misal: Perhitungan persentase kadar protein biji kelor sebelum soxhlet pada ulangan I

$$\begin{aligned} \text{Kadar Protein} &= \frac{\frac{\text{absorbansi}}{\text{slope}} \times F_p \times F_k}{\text{berat sampel} \times 10^6} \times 100 \% \\ &= \frac{\frac{0,112}{0,058} \times 1000 \times 6,25}{1,0041 \times 10^6} \times 100 \% \\ &= 1,19 \% \end{aligned}$$

L.4.5 Analisa Data Pengaruh Variasi dosis terhadap Aktivitas Koagulasi

L.4.5.1 Analisis kekeruhan Air Sungai

Tabel L.4.5.1.1 kekeruhan air sungai setelah koagulasi

Dosis (mL/L)	Kekeruhan Air Sungai sebelum koagulasi (NTU)	Kekeruhan air sungai setelah koagulasi (NTU)			Rata-rata
		I	II	III	
0	128	116	117	116	116
1		18,8	18,6	18,8	18,8
2		14	14,2	14,2	14,2
3		7,6	7,8	7,8	7,8
4		5,8	6	5,9	5,9
5		4,5	4,3	4,3	4,3
10		1	1	0,9	1
15		1,6	1,6	1,6	1,6
20		1,9	2	2	2
25		3,1	3,2	3,1	3,1
30		5,4	5,2	5,2	5,2

➤ Uji Statistik Pada Pengaruh Perlakuan (Variasi Dosis) Terhadap Kekeruhan

L.4.5.1.2 Data Penurunan Kekeruhan

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-rata
0	12	11	12	35	11,66
1	109,2	109,4	109,2	327,8	109,26
2	114	113,8	113,8	341,6	113,86
3	120,4	120,2	120,2	360,8	120,26
4	122,2	122	122,1	366,3	122,1
5	123,5	123,7	123,7	370,9	123,63
10	127	127	127,1	381,1	127,03
15	126,4	126,4	126,4	379,2	126,4
20	126,1	126	126	378,1	126,03
25	124,9	124,8	124,9	374,6	124,86
30	122,6	122,8	122,8	368,2	122,73
Total	1228,3	1227,1	1228,2	3683,6	

• Perhitungan Untuk Mencari Nilai Fhitung

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh tiap-tiap perlakuan, maka dilakukan uji F dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{Y^2}{r.p} = \frac{(3683,6)^2}{3 \times 11} = 411.179,06$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK) Masing-masing Sumber Keragaman

$$a. JK_{total} = [\sum_i \sum_j (Y_{ij})^2] - FK$$

$$= [(12)^2 + (11)^2 + \dots + (122,8)^2] - 411.179,06$$

$$= 33.879,58$$

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

$$= \frac{[(35)^2 + (327,8)^2 + \dots + (368,2)^2]}{3} - 411.179,06$$

$$= 33.878,74$$

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

$$= \frac{[(1228,3)^2 + (1227,1)^2 + (1228,2)^2]}{11} - 411.179,06$$

$$= 0,08$$

$$d. JK_{galatpercobaan} = JK_{total} - JK_{perlakuan} - JK_{ulangan}$$

$$= 33.879,58 - 33.878,74 - 0,08$$

$$= 0,76$$

3. Menghitung Kuadrat Tengah (KT) Setiap Sumber Keragaman

$$a. KT_{ulangan} = \frac{JK_{ulangan}}{db_{ulangan}}$$

$$= \frac{0,08}{2} = 0,04$$

$$b. KT_{perlakuan} = \frac{JK_{perlakuan}}{db_{perlakuan}}$$

$$= \frac{33.878,74}{10} = 3.387,874$$

$$\begin{aligned} \text{c. KT galat percobaan} &= \frac{\text{JK galat percobaan}}{\text{db galat percobaan}} \\ &= \frac{0,76}{20} = 0,038 \end{aligned}$$

4. Menghitung Nilai F

$$\begin{aligned} F_{\text{hitung perlakuan}} &= \frac{\text{KTperlakuan}}{\text{KTgalat percobaan}} \\ &= \frac{3.387,874}{0,038} \\ &= 89.154,579 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{hitung ulangan}} &= \frac{\text{KT ulangan}}{\text{KTgalat percobaan}} \\ &= \frac{0,04}{0,038} \\ &= 1,333 \end{aligned}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Penurunan Kekeruhan

P = Perlakuan

r = Ulangan

Tabel L.4.5.1.3 Analisis Varian Pengaruh dosis

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Perlakuan	10	33.878,74	3.387,874	89.154,579	3,37
Ulangan	2	0,08	0,04	1,333	
G. Percobaan	20	0,76	0,038		

Berdasarkan hasil analisis dapat dinyatakan bahwa perlakuan variasi dosis berpengaruh terhadap penurunan kekeruhan air sampel karena nilai $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ yakni $89.154,579 > 3,37$ dengan tingkat kepercayaan 0,01. Selanjutnya data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan $\alpha = 0,01$ untuk mengetahui perbedaan penambahan koagulan (dosis koagulan) terhadap penurunan kekeruhan air sampel, menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 1\% &= t^{(0,01/2)}(\text{db G. perc}) \times \sqrt{\frac{2KT_{GP}}{n}} \\
 &= 2,845 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,038}{3}} \\
 &= 2,845 \times 0,158 \\
 &= 0,449
 \end{aligned}$$

Table.L.4.5.1.4 Hasil Uji BNT

Perlakuan nilainya	Perlakuan dengan nilainya										
	11,66	109,26	113,86	120,26	122,1	122,73	123,63	124,86	126,03	126,4	127,03
11,66	-	97,6*	102,2*	108,6*	110,44*	111,07*	111,97*	113,2*	114,37*	114,74*	115,37*
109,26	-	-	4,6*	11*	12,84*	13,47*	14,37*	15,6*	16,77*	17,14*	17,77*
113,86	-	-	-	6,4*	8,24*	8,51*	9,77*	11*	12,17*	12,54*	13,17*
120,26	-	-	-	-	1,84*	2,11*	3,37*	4,6*	5,77*	6,14*	6,77*
122,1	-	-	-	-	-	0,63*	1,53*	2,76*	3,93*	4,3*	4,93*
122,73	-	-	-	-	-	-	0,9*	2,13*	3,03*	3,67*	4,3*
123,63	-	-	-	-	-	-	-	1,23*	2,4*	2,77*	3,4*
124,86	-	-	-	-	-	-	-	-	1,17*	1,54*	2,17*
126,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,37	1*
126,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63*
127,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: * = beda nyata pada taraf 0,01

Pembacaan hasil dengan notasi huruf:

Varietas	0	1	2	3	4	30	5	25	20	15	10	
Nilaitengah	11,66	109,26	113,86	120,26	122,1	122,73	123,63	124,86	126,03	126,4	127,03	
Notasi	a	b			bc		b		c		d	e

Notasi huruf diatas dapat diartikan bahwa perlakuan dengan notasi a tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang mempunyai notasi yang sama yaitu perlakuan 0. Perlakuan dengan notasi b yaitu perlakuan 1, 2, 3, 4. Perlakuan dengan notasi bc yaitu perlakuan 3, 4. Perlakuan dengan notasi c yaitu perlakuan 30, 5. Perlakuan 30, 5 tidak berbeda nyata dengan perlakuan 3, 4 akan tetapi berbeda nyata dengan perlakuan bernotasi b yang lainnya sehingga diberi notasi bc. Begitu dengan penjelasan notasi cd, notasi d dan notasi e.

Tabel L.4.5.1.4 Pembacaan dengan Hasil Notasi Huruf

Perlakuan	Notasi
0	a
1	b
2	b
3	bc
4	bc
5	c
10	e
15	d
20	d
25	cd
30	c

L.4.5.2 Analisis pH Air Sungai

Tabel L.4.5.2.1 pH Air Sungai Setelah Koagulasi

Dosis (mL/L)	PH Air Sungai sebelum Koagulasi	pH Air Sungai Sesudah Koagulasi			Rata-rata
		I	II	III	
0	7,33	7,4	7,38	7,39	7,39
1		7,4	7,41	7,42	7,41
2		7,4	7,4	7,41	7,41
3		7,42	7,41	7,43	7,42
4		7,42	7,41	7,41	7,41
5		7,44	7,41	7,43	7,42
10		7,22	7,24	7,24	7,23
15		7,18	7,17	7,16	7,17
20		7	7,05	7,07	7,04
25		7,03	7,02	7,03	7,02
30		6,98	6,97	6,99	6,98

➤ Uji Statistik Pada Pengaruh Perlakuan (Variasi Dosis) Terhadap pH

L.4.5.2.2 Data pH setelah koagulasi

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-rata
0	7,4	7,38	7,39	22,17	7,39
1	7,4	7,41	7,42	22,21	7,41
2	7,4	7,4	7,41	22,26	7,403
3	7,42	7,41	7,43	22,24	7,42
4	7,42	7,41	7,41	22,24	7,413
5	7,44	7,41	7,43	22,28	7,426
10	7,22	7,24	7,24	21,7	7,233
15	7,18	7,17	7,16	21,51	7,17
20	7	7,05	7,07	21,12	7,04
25	7,03	7,02	7,03	21,08	7,026
30	6,98	6,97	6,99	20,94	6,98
Total	79,89	79,87	79,98	239,74	

• Perhitungan Untuk Mencari Nilai Fhitung

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh tiap-tiap perlakuan, maka dilakukan uji F dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{Y^2}{r.p} = \frac{(239,74)^2}{3 \times 11} = 1.741,6747$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK) Masing-masing Sumber Keragaman

a. $JK_{total} = [\sum_i \sum_j (Y_{ij})^2] - FK$

$$= [(7,4)^2 + (7,38)^2 + \dots + (6,99)^2] - 1.741,6747$$

$$= 50,4054$$

b. $JK_{perlakuan} = \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{n} - FK$

$$= \frac{[(22,17)^2 + (22,23)^2 + \dots + (20,94)^2]}{3} - 1.741,6747$$

$$= 0,9799$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. JK}_{\text{ulangan}} &= \frac{\sum_j (\sum_i Y_{ij})^2}{p} - FK \\
 &= \frac{[(79,89)^2 + (79,87)^2 + (79,98)^2]}{11} - 1.741,6747 \\
 &= 0,0007
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. JK galat percobaan} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} - \text{JK ulangan} \\
 &= 50,4054 - 0,9799 - 0,0007 \\
 &= 49,4248
 \end{aligned}$$

3. Menghitung Kuadrat Tengah (KT) Setiap Sumber Keragaman

$$\begin{aligned}
 \text{a. KT}_{\text{ulangan}} &= \frac{\text{JK}_{\text{ulangan}}}{\text{db}_{\text{ulangan}}} \\
 &= \frac{0,0007}{2} = 0,00035
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. KT}_{\text{perlakuan}} &= \frac{\text{JK}_{\text{perlakuan}}}{\text{db}_{\text{perlakuan}}} \\
 &= \frac{0,9799}{10} = 0,09799
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. KT}_{\text{galat percobaan}} &= \frac{\text{JK}_{\text{galat percobaan}}}{\text{db}_{\text{galat percobaan}}} \\
 &= \frac{49,4248}{20} = 2,47124
 \end{aligned}$$

4. Menghitung Nilai F

$$\begin{aligned}
 F_{\text{hitung perlakuan}} &= \frac{\text{KT}_{\text{perlakuan}}}{\text{KT}_{\text{galat percobaan}}} \\
 &= \frac{0,09799}{2,47124} \\
 &= 0,0396
 \end{aligned}$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT \text{ ulangan}}{KT_{\text{galat percobaan}}}$$

$$= \frac{0,00035}{2,47124}$$

$$= 0,00014$$

Keterangan:

Y_{ij} = pH setelah koagulasi

p = Perlakuan

r = Ulangan

Tabel L.4.5.2.3 Analisis Varian Pengaruh dosis

SK	db	JK	KT	F_{hitung}	F_{tabel}
Perlakuan	10	0,9799	0,09799	0,0396	3,37
Ulangan	2	0,0007	0,00035	0,00014	
G. Percobaan	20	49,4248	2,47124		

Berdasarkan hasil analisis dapat dinyatakan bahwa perlakuan variasi dosis tidak berpengaruh terhadap pH air sampel karena nilai $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$ yakni $0,0396 < 3,37$ dengan tingkat kepercayaan 0,01 sehingga tidak dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) .

L.4.6 Analisis Data Pengaruh Variasi pH Terhadap Aktivitas Koagulasi

L.4.6.1 Analisis Kekeruhan Air Sungai

Tabel L.4.6.1.1 Kekeruhan Air Sampel Setelah Koagulasi

pH Air Sungai	Kekeruhan sebelum koagulasi (NTU)	Kekeruhan Air Sungai Sesudah Koagulasi (NTU)			Rata-rata
		I	II	III	
4	128	8,9	9,1	9,1	9,1
5		7,1	7,2	7,1	7,1
6		6,8	6,8	6,7	6,8
7		1,8	1,9	1,7	1,8
8		2,9	3	3,1	3
9		3,5	3,4	3,3	3,4
10		5	5,1	4,9	5

➤ Uji Statistik Pada Pengaruh Perlakuan (Variasi pH Koagulasi) Terhadap Kekeruhan

TabelL.4.6.1.2 Data Penurunan Kekeruhan

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-rata
4	119,1	118,9	118,9	356,9	118,96
5	120,9	120,8	120,9	362,6	120,86
6	121,2	121,2	121,3	363,7	121,23
7	126,2	126,1	126,3	378,6	126,2
8	125,1	125	124,9	375	125
9	124,5	124,6	124,7	373,8	124,6
10	123	122,9	123,1	369	123
Total	860	859,5	860,1	2.579,6	

• Perhitungan Untuk Mencari Nilai Fhitung

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh tiap-tiap perlakuan, maka dilakukan uji F dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{Y^2}{r.p} = \frac{(2.579,6)^2}{3 \times 7} = 316.873,1505$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK) Masing-masing Sumber Keragaman

a. $JK_{total} = [\sum_i \sum_j (Y_{ij})^2] - FK$

$$= [(119,1)^2 + (118,9)^2 + \dots + (123,1)^2] - 316.873,1505$$

$$= 121,7895$$

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

$$= \frac{[(356,9)^2 + (362,6)^2 + \dots + (369)^2]}{3} - 316.873,1505$$

$$= 121,6695$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. JKulangan} &= \frac{\sum_j (\sum_i Y_{ij})^2}{p} - FK \\
 &= \frac{[(860)^2 + (859,5)^2 + (860,1)^2]}{7} - 316.873,1505 \\
 &= 0,0295
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. JK galat percobaan} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} - \text{JK ulangan} \\
 &= 121,7895 - 121,6695 - 0,0295 \\
 &= 0,0905
 \end{aligned}$$

3. Menghitung Kuadrat Tengah (KT) Setiap Sumber Keragaman

$$\begin{aligned}
 \text{a. KT ulangan} &= \frac{\text{JK ulangan}}{\text{db ulangan}} \\
 &= \frac{0,0295}{2} = 0,0147
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. KT perlakuan} &= \frac{\text{JK perlakuan}}{\text{db perlakuan}} \\
 &= \frac{121,6695}{6} = 20,2782
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. KT galat percobaan} &= \frac{\text{JK galat percobaan}}{\text{db galat percobaan}} \\
 &= \frac{0,0905}{12} = 0,0075
 \end{aligned}$$

4. Menghitung Nilai F

$$\begin{aligned}
 F_{\text{hitung perlakuan}} &= \frac{\text{KTperlakuan}}{\text{KTgalat percobaan}} \\
 &= \frac{20,2782}{0,0075} \\
 &= 2.703,76
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{\text{hitung ulangan}} &= \frac{KT \text{ ulangan}}{KT_{\text{galat percobaan}}} \\
 &= \frac{0,0147}{0,0075} \\
 &= 1,96
 \end{aligned}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Penurunan Kekeruhan
 p = Perlakuan
 r = Ulangan

Tabel L.4.6.1.3 Analisis Varian Pengaruh dosis

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Perlakuan	6	121,6695	20,2782	2.703,76	7,72
Ulangan	2	0,0295	0,0147	1,96	
G. Percobaan	12	0,0905	0,0075		

Berdasarkan hasil analisis dapat dinyatakan bahwa perlakuan variasi pH koagulasi berpengaruh terhadap penurunan kekeruhan air sampel karena nilai $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ yakni $2.703,76 > 7,72$ dengan tingkat kepercayaan 0,01. Selanjutnya data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan $\alpha = 0,01$ untuk mengetahui perbedaan pengaruh pH koagulasi terhadap penurunan kekeruhan air sampel, menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 1\% &= t^{(0,01/2)}(\text{db G. perc}) \times \sqrt{\frac{2KT_{GP}}{n}} \\
 &= 3,055 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,0075}{3}} \\
 &= 3,055 \times 0,07 \\
 &= 0,2138
 \end{aligned}$$

Table. L.4.6.1.4 Hasil Uji BNT

Perlakuan dan nilai tengahnya	Perlakuan dengan nilai tengahnya						
	118,96	120,86	121,23	123	124,6	125	126,2
118,96	-	1,9*	2,27*	4,04*	5,64*	6,04*	7,24*
120,86	-	-	0,37*	2,14*	3,74*	4,14*	5,34*
121,23	-	-	-	1,77*	3,37*	3,77*	4,97*
123	-	-	-	-	1,6*	2*	3,2*
124,6	-	-	-	-	-	0,4*	1,6*
125	-	-	-	-	-	-	1,2*
126,2	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: * = beda nyata pada taraf 0,01

Pembacaan hasil dengan notasi huruf:

Varietas	4	5	6	10	9	8	7
Nilai tengah	118,96	120,86	121,23	123	124,6	125	126,2
Notasi	a	b			c		d

Notasi huruf di atas dapat diartikan bahwa perlakuan dengan notasi a tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang mempunyai notasi yang sama yaitu perlakuan 4. Perlakuan dengan notasi b yaitu perlakuan 5, 6, 10. Perlakuan 5, 6, 10 berbeda nyata dengan perlakuan bernotasi a. Begitu dengan penjelasan notasi c dan notasi d.

Tabel L.4.6.1.4 Pembacaan dengan Hasil Notasi Huruf

Perlakuan	Notasi
4	a
5	b
6	b
7	d
8	c
9	c
10	b

L.4.6.2 Analisis pH Air Sungai

Tabel L.4.6.2.1 pH air sungai setelah koagulasi

No.	pH Sebelum Koagulasi	pH Sesudah Koagulasi			Rata-rata
		I	II	III	
1	4	4,69	4,68	4,70	4,69
2	5	5,46	5,46	5,44	5,46
3	6	6,30	6,30	6,33	6,30
4	7	7,00	7,07	7,06	7,06
5	8	7,72	7,75	7,79	7,75
6	9	8,89	8,87	8,86	8,87
7	10	9,98	9,98	9,95	9,98

➤ Uji Statistik Pada Pengaruh Perlakuan (Variasi pH Koagulasi) Terhadap Kekeruhan

Tabel L.4.6.2.2 Data pH Air Sungai Setelah Koagulasi

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-rata
4	4,69	4,68	4,70	14,07	4,69
5	5,46	5,46	5,44	16,36	5,46
6	6,30	6,30	6,33	18,93	6,30
7	7,00	7,07	7,06	21,13	7,06
8	7,72	7,75	7,79	23,26	7,75
9	8,89	8,87	8,86	26,62	8,87
10	9,98	9,98	9,95	29,91	9,98
Total	50,04	50,11	50,13	150,28	

• Perhitungan Untuk Mencari Nilai Fhitung

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh tiap-tiap perlakuan, maka dilakukan uji F dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{Y^2}{r.p} = \frac{(150,28)^2}{3 \times 7} = 1.075,4323$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK) Masing-masing Sumber Keragaman

$$\begin{aligned} \text{a. } JK_{\text{total}} &= [\sum_i \sum_j (Y_{ij})^2] - FK \\ &= [(4,69)^2 + (4,68)^2 + \dots + (9,95)^2] - 1.075,4323 \\ &= 62,8073 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. JKperlakuan} &= \frac{\sum_i (\sum_j Y_{ij})^2}{r} - FK \\
 &= \frac{[(14,07)^2 + (16,36)^2 + \dots + (29,91)^2]}{3} - 1.075,4323 \\
 &= 62,7998
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. JKulangan} &= \frac{\sum_j (\sum_i Y_{ij})^2}{p} - FK \\
 &= \frac{[(50,04)^2 + (50,11)^2 + (50,13)^2]}{7} - 1.075,4323 \\
 &= 0,0006
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. JK galat percobaan} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} - \text{JK ulangan} \\
 &= 62,8073 - 62,7998 - 0,0006 \\
 &= 0,0069
 \end{aligned}$$

3. Menghitung Kuadrat Tengah (KT) Setiap Sumber Keragaman

$$\begin{aligned}
 \text{a. KT ulangan} &= \frac{\text{JK ulangan}}{\text{db ulangan}} \\
 &= \frac{0,0006}{2} = 0,0003
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. KT perlakuan} &= \frac{\text{JK perlakuan}}{\text{db perlakuan}} \\
 &= \frac{62,7998}{6} = 10,4666
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. KT galat percobaan} &= \frac{\text{JK galat percobaan}}{\text{db galat percobaan}} \\
 &= \frac{0,0069}{12} = 0,00575
 \end{aligned}$$

4. Menghitung Nilai F

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat percobaan}}}$$

$$= \frac{10,4666}{0,000575}$$

$$= 1.820,2826$$

$$F_{\text{hitung ulangan}} = \frac{KT_{\text{ulangan}}}{KT_{\text{galat percobaan}}}$$

$$= \frac{0,0003}{0,0000575}$$

$$= 0,05217$$

Keterangan:

Y_{ij} = Penurunan Kekeruhan

p = Perlakuan

r = Ulangan

Tabel L.4.6.1.3 Analisis Varian Pengaruh dosis

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Perlakuan	6	62,7998	10,4666	1.820,2826	7,72
Ulangan	2	0,0006	0,0003	0,05217	
G. Percobaan	12	0,0069	0,000575		

Berdasarkan hasil analisis dapat dinyatakan bahwa perlakuan variasi pH koagulasi berpengaruh terhadap pH air sampel karena nilai $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ yakni $1.820,2826 > 7,72$ dengan tingkat kepercayaan 0,01. Selanjutnya data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan $\alpha = 0,01$ untuk mengetahui perbedaan pengaruh pH koagulasi terhadap penurunan kekeruhan air sampel, menggunakan rumus:

$$\text{BNT } 1\% = t^{(0,01/2)}(\text{db G. perc}) \times \sqrt{\frac{2KT_{GP}}{n}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 3,055 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,000575}{3}} \\
 &= 3,055 \times 0,0195 \\
 &= 0,05957
 \end{aligned}$$

Table L.4.6.2.4 Hasil Uji BNT

Perlakuan dan nilai tengahnya	Perlakuan dengan nilai tengahnya						
	4,69	5,453	6,31	7,043	7,753	8,873	9,97
4,69	-	0,763*	1,62*	2,353*	3,063*	4,413*	5,28*
5,453	-	-	0,857*	1,53*	2,3*	3,42*	4,517*
6,31	-	-	-	0,733*	1,443*	2,5631*	3,66*
7,043	-	-	-	-	0,71*	1,83*	2,927*
7,753	-	-	-	-	-	1,2*	2,217*
8,873	-	-	-	-	-	-	1,097*
9,97	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: * = beda nyata pada taraf 0,01

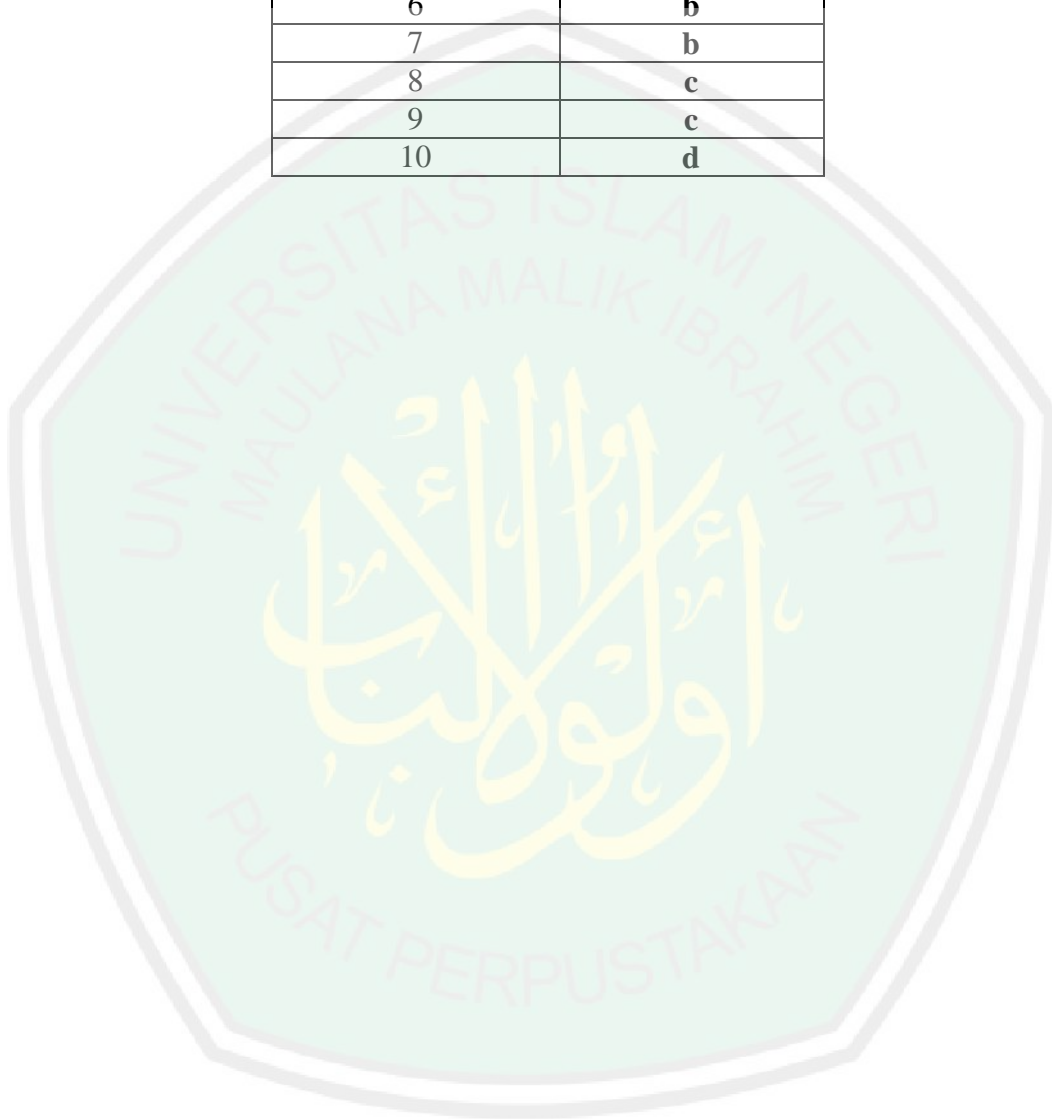
Pembacaan hasil dengan notasi huruf:

Varietas	4	5	6	7	8	9	10
Nilai tengah	4,69	5,453	6,31	7,043	7,753	8,873	9,97
Notasi	a	b			c		d

Notasi huruf diatas dapat diartikan bahwa perlakuan dengan notasi a tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang mempunyai notasi yang sama yaitu perlakuan 4. Perlakuan dengan notasi b yaitu perlakuan 5, 6, 7. Perlakuan 5, 6, 7 berbeda nyata dengan perlakuan bernotasi a. Begitu dengan penjelasan notasi c dan notasi d.

Tabel L.4.6.1.4 Pembacaan dengan Hasil Notasi Huruf

Perlakuan	Notasi
4	a
5	b
6	b
7	b
8	c
9	c
10	d



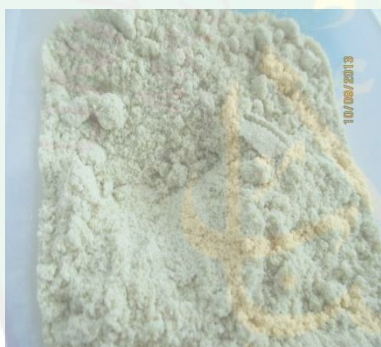
Lampiran 5 Dokumentasi Penelitian



Biji kelor setelah dikupas



serbuk biji kelor yang diayak



Serbuk biji kelor setelah diayak



Proses soxhletasi serbuk biji kelor



Filtrat proses soxhletasi



Filtrat pada sampel setelah soxhlet



Serbuk biji kelor setelah soxhlet



Serbuk biji kelor+air di magnetik stirrer



Filtrat sebagai kogulan



Residu penyaringan larutan aquades biji kelor



Proses Koagulasi dan flokulasi



Proses Sedimentasi



Alat pH Meter