# KAJIAN PENGOLAHAN AIR GAMBUT DENGAN EKSTRAKSI KACANG KEDELAI (*Glycine max L.*) DALAM LARUTAN NaCl SEBAGAI BIOKOAGULAN

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai**
**gelar Sarjana Sains (S.Si.) Program Studi Kimia**
**pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**
**Universitas Islam Indonesia**
**Yogyakarta**




Diajukan oleh:

**NANDA MAULIDYA**
**No. Mhs: 16612087**

**PROGRAM STUDI KIMIA**
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
**YOGYAKARTA**

**2021**

**KAJIAN PENGOLAHAN AIR GAMBUT DENGAN EKSTRAKSI KACANG KEDELAI (*Glycine max L.*) DALAM LARUTAN NaCl SEBAGAI BIOKOAGULAN**

**SKRIPSI**

Yang diajukan oleh:

**NANDA MAULIDYA**
**No. Mhs: 16612087**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 2 Februari 2021

| Dewan Penguji | Tanda tangan |
|---|---|
| 1. Rudy Syah Putra, Ph.D | ..... |
| 2. Drs. Allwar, M.Sc., Ph.D | ..... |
| 3. Febi Indah Fajarwati, M.Sc. | ..... |

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D
NIK. 006120101

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

| | |
|---|---|
| Nama | : Nanda Maulidya |
| NIM | : 16612087 |
| Program Studi | : Kimia |
| Fakultas | : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam |

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul **"KAJIAN PENGOLAHAN AIR GAMBUT DENGAN EKSTRAKSI KACANG KEDELAI (*Glycine max L.*) DALAM LARUTAN NaCl SEBAGAI BIOKOAGULAN"** bersifat asli dan tidak berisi material yang telah diterbitkan sebelumnya kecuali yang disebutkan di dalam skripsi ini. Apabila terdapat kontribusi dari penulis lain, maka penulis tersebut secara eksplisit telah disebutkan dalam skripsi ini.

Apabila kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan penuh tanggung jawab.

Yogyakarta, 27 Januari 2021




**Nanda Maulidya**
**NIM: 16612087**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

Mama, abah, dan Lia

Terimakasih atas semua dukungannya, *thanks for being my support system* dan tentunya sobat cuan-ku :v

Serta untuk orang-orang yang selalu nanya “kapan sidang, kapan wisuda, kuliahmu kapan kelar, *here for u guys* ehe.

Lop pis n gwl

Tanpa kalian aku hanya serpihan rengginang

**MOTTO HIDUP**

Work hard in silence, let your success be your noise

-Frank Ocean-

Yang namanya waktu itu kalau udah lewat ya lewat. Makanya gunain sebaik-baiknya yaaa!!

-Leonardo Edwin-

Kalau kamu ingin, kamu pasti bisa,
bcz want = can.

Don't panic, bcz everything happened for a reason..
-Nanda Maulidya-

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, kesehatan, dan kemudahan sehingga skripsi dengan judul "**Kajian Pengolahan Air Gambut dengan Ekstraksi Kacang Kedelai (Glycine Max L.) dalam Larutan Nacl ebagai Biokoagulan"** dapat terselenggara dengan baik.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Sejak penelitian ini dimulai hingga tahap penyelesaian penyusunan skripsi penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak mendapat bantuan, bimbingan, arahan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingi mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Rudy Syah Putra, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan bimbingan dan saran selama melaksanakan penelitian dan menyelesaikan penulisan skripsi.
2. Bapak Prof. Riyanto, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Dwiarso Rubiyanto, M.Si, selaku Ketua Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
4. Pihak Laboratrium yang membantu dalam menyediakan alat dan membantu menganalisis sampel.
5. Rekan seperjuangan yang selalu mendukung dan memberi semangat dalam menyelesaikan penulisan skripsi.
6. Orang tuaku serta teman-teman mental baja ku yang tidak pernah bosan mendengar keluh kesahku, dan selalu menemani di masa-masa akhir ini: Ka noni, Mba Sarfa, Elfara, Afrida, Shella, Widya, Emi.

Mengingat keterbatasan ilmu yang dimiliki, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karenanya, kritik dan saran selalu penulis harapkan demi menyempurnakan skripsi ini. Sempga dapat diterima dan bermanfaat

Yogyakarta, 27 Januari 2021

Nanda Maulidya

# KAJIAN PENGOLAHAN AIR GAMBUT DENGAN EKSTRAKSI KACANG KEDELAI (*Glycine max L.*) DALAM LARUTAN NaCl SEBAGAI BIOKOAGULAN

## INTISARI

Nanda Maulidya
16612087

Telah dilakukan penelitian tentang pengolahan air gambut menggunakan metode koagulasi-flokulasi dengan bantuan koagulan alami kacang kedelai (*Glycine max L.)* yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl dan akuades. Variasi dosis biokoagulan yang digunakan adalah 4, 6, 8, dan 10 mL/500 mL. Performa biokoagulan ditunjukkan dengan SVI (*sludge volume index*) dan *sludge mass*, sedangkan performa proses koagulasi-flokulasi ditunjukkan dengan nilai penurunan kekeruhan, TDS (*total dissolved solid*), konduktivitas listrik (EC), pH larutan dan intensitas cahaya (efek Tyndall). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kacang kedelai menggunakan NaCl dengan dosis koagulan 4 mL dan 6 mL memiliki performa lebih baik dibandingkan dengan ekstrak kacang kedelai menggunakan akuades, dengan nilai SVI pada kisaran 15,89 – 23,10 mL/g dan *sludge mass* pada kisaran 94,37 – 95,60%. Proses koagulasi-flokulasi menggunakan ekstrak kacang kedelai dengan NaCl pada dosis tersebut memberikan hasil penurunan kekeruhan, TDS, dan EC berturut-turut sebesar 98,52 – 99.40 %; 542 – 796 mg/L; dan 1,14 – 1,66 mS/cm, pH 7,4, dan kenaikan intensitas cahaya dari 440,67 Lux menjadi 626,00 Lux. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kacang kedelai yang diekstrak menggunakan NaCl dengan dosis biokoagulan 4 mL dan 6 mL dapat digunakan dalam mengolah air gambut menjadi air bersih sesuai standar Permenkes RI No.37 Tahun 2017 yaitu pH 6,5-8,5, kekeruhan 25 NTU dan TDS 1000 mg/L.

**Kata kunci:** Air gambut, Koagulasi-flokulasi, Kacang kedelai (*Glycine max L.*)

# STUDY OF PEAT WATER TREATMENT USING EXTRACTED SOYBEAN IN NaCl SOLUTION AS BIOCOAGULANT

## ABSTRACT

Nanda Maulidya
16612087

Extracted soybean (*Glycine max L.*) as biocoagulant in 1.0 M NaCl solution and distilled water on the peat water treatment using coagulation-flocculation method has been studied. In this study, the biocoagulant dosage was 4, 6, 8, and 10 mL/500 mL sample solution. The performance biocoagulant was evaluated in term of SVI (sludge volume index) and sludge mass (%), while for the coagulation-flocculation process was measured by the decreasing of turbidity, TDS (total dissolved solids), electrical conductivity (EC), pH solution and light intensity (Tyndall effect).

The results showed that the extracted soybean in NaCl solution with a coagulant dose of 4 mL and 6 mL have high performance than extracted soybean in distilled water. In this regard, the SVI in the range of 15.89 - 23.10 mL/g and the sludge mass in the range of 94, 37 - 95.60%. The coagulation-flocculation process using extracted soybean in NaCl solution of those doses decreased the turbidity, TDS, EC, and pH respectively as much as 98.52 - 99.40%, 542 - 796 mg/L, 1.14 - 1.66 mS/cm and pH 7.4., and increased light intensity from 440.67 to 626.00 Lux. These results indicated that the extracted soybeans in NaCl solution with biocoagulant doses of 4 mL and 6 mL coud be used in peat water treatment into clean water according to the clean water standard of Health Ministry of Republic of Indonesia No.37/2017 respectively for pH 6.5-8.5, turbidity 25 NTU, and TDS 1000 mg/L.

**Keywords:** Peat water, Coagulation-flocculation, Soybean (*Glycine max L.*)

## DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL……i**
**LEMBAR PENGESAHAN……ii**
**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN……iii**
**HALAMAN PERSEMBAHAN……iv**
**MOTTO HIDUP……v**
**KATA PENGANTAR……vi**
**INTISARI……viii**
**ABSTRACT…….. ix**
**DAFTAR ISI……x**
**DAFTAR GAMBAR ……xiii**
**DAFTAR TABEL……xiv**
**BAB I ..... 1**
**PENDAHULUAN ..... 1**
1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Rumusan Masalah ..... 3
1.3 Tujuan Penelitian ..... 3
1.4 Manfaat Penelitian ..... 4
**BAB II ..... 5**
**TINJAUAN PUSTAKA ..... 5**
2.1 Koagulasi-Flokulasi ..... 5
2.2 Koagulan Kimia pada Pengolahan Air Gambut ..... 5
2.3 Biokoagulan pada Pengolahan Air Gambut ..... 6
2.4 Sistem Metode Koagulasi Flokulasi (*Batch* dan *Semi-Continous system*) 7
2.5 Aplikasi Koagulan (Single or Double Coagulant) ..... 7
**BAB III ..... 9**
**DASAR TEORI ..... 9**
3.1 Koagulasi flokulasi ..... 9
3.2 Larutan pengesktrak NaCl ..... 9
3.3 Biokoagulan ..... 10
3.3.1 Kacang kedelai (*Glycine max L.)* ..... 12
3.4 Air gambut ..... 12
3.5 Asam humat ..... 13

3.6 Parameter kualitas air ..... 14
**BAB IV ..... 19**
**METODE PENELITIAN ..... 19**
4.1 Alat ..... 19
4.2 Bahan ..... 19
4.3 Cara Kerja ..... 19
4.2.1 Preparasi larutan asam humat ..... 19
4.2.2 Preparasi biokoagulan ..... 19
4.2.3 Karakterisasi kacang kedelai menggunakan FTIR ..... 20
4.2.4 Analisis proksimat ..... 21
4.2.5 Proses koagulasi flokulasi ..... 22
4.2 6 Analisis sampel ..... 23
**BAB V ..... 28**
**HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 28**
5.1 Preparasi biokoagulan ..... 28
5.1.1 Analisis protein kacang kedelai ..... 28
5.2 Analisis proksimat ..... 29
5.2.1 Kadar protein ..... 29
5.2.2 Kadar air ..... 29
5.2.3 Kadar abu ..... 30
5.3 Analisis Sampel ..... 30
5.3.1 Pengaruh terhadap pH ..... 30
5.3.2 Pengaruh terhadap turbiditas dan efek Tyndall ..... 31
5.3.3 Pengaruh dosis biokoagulan terhadap turbiditas dan TDS ..... 33
5.3.4 Pengaruh dosis biokoagulan terhadap TDS dan EC ..... 35
5.3.5 Pengaruh dosis biokoagulan terhadap *sludge volume index* (SVI) dan *sludge mass* ..... 36
5.3.6 Perbandingan efektivitas biokoagulan dengan PAC pada dosis optimum ..... 38
5.4 Kualitas Pengolahan Air Gambut yang dihasilkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 ..... 42

**BAB VI** ..... **43**
**PENUTUP** ..... **43**
6.1 Kesimpulan ..... 43
6.2 Saran ..... 44
**DAFTAR PUSTAKA** ..... **45**
**LAMPIRAN** ..... **52**

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur dan ikatan ion pada NaCl ..... 10
Gambar 2. Proses pengikatan partikel koloid oleh koagulan(Chua, 2019) ..... 10
Gambar 3. Struktur protein ..... 11
Gambar 4. Interaksi protein dengan larutan NaCl ..... 11
Gambar 5. Struktur hipotetik asam humat menurut Fuchs (Stevenson, 1994). ..... 14
Gambar 6. Skema alat spektroskopi FT-IR. ..... 18
Gambar 7. Biokoagulan Kacang kedelai ..... 20
Gambar 8. Ilustrasi interaksi protein, air, dan ion garam dalam proses pelarutan protein 20
Gambar 9. Ilustrasi ruang pengukuran efek Tyndall ..... 26
Gambar 10. Spektra FTIR serbuk kacang kedelai (*Glycine max L.)* ..... 28
Gambar 11. Pengaruh dosis biokaogulan yang diekstrak dengan 1,0 M NaCl (a) dan akuades (b) terhadap penurunan turbiditas dan intensitas cahaya. ..... 32
Gambar 12. Interaksi protein dengan garam (*salting-in* dan *salting-out*) ..... 33
Gambar 13. Pengaruh dosis biokoagulan yang diekstrak dengan 1,0 M NaCl (a) dan akuades (b) terhadap penurunan turbiditas dan TDS. ..... 34
Gambar 14. Pengaruh dosis biokoagulan yang diekstrak dengan 1,0 M NaCl (a) dan akuades (b) terhadap TDS dan EC. ..... 36
Gambar 15. Pengaruh dosis biokoagulan yang diekstrak dengan (a) 1,0 M NaCl, (b) akuades terhadap SVI dan *Sludge Mass.* ..... 38

# DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komponen yang meningkat dalam air gambut pasca kebakaran hutan ..... 13
Tabel 2. Klasifikasi padatan di perairan berdasarkan ukuran diameter ..... 16
Tabel 3. Serapan khas beberapa gugus fungsi pada FTIR ..... 17
Tabel 4. Analisis proksimat kacang kedelai..... 29
Tabel 5. Parameter fisik sampel pada konsentrasi 50 ppm ..... 39
Tabel 6. Nilai parameter fisik sampel pada konsentrasi 70 ppm ..... 40
Tabel 7. Nilai parameter fisik sampel pada konsentrasi 90 ppm ..... 41

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Lahan gambut merupakan suatu sumber daya alam yang memiliki peranan yang sangat penting baik secara regional maupun global. Lahan gambut dikenal sebagai penyimpan cadangan karbon organik terbesar yang ada di bumi maka dari itu penting untuk menjaga stabilitasnya (Page et al. 2002). Kestabilan lahan gambut sejak awal tahun 1980an sudah terancam, salah satunya diakibatkan oleh peristiwa kebakaran hutan gambut. Kebakaran hutan gambut tidak hanya membakar habis bagian permukaan tanah, melainkan sampai ke lapisan terdalam tanah (Siegert et al. 2004) dan membuat kandungan zat organik pada air gambut bertambah tinggi pasca terjadinya kebakaran hutan (Musadad, 1998), hal ini disebabkan oleh elusi bahan organik terlarut (DOC) ke lingkungan perairan saat hujan turun pasca kebakaran hutan (Usup et al. 2004), meningkatnya konsentrasi DOC ditandai dengan nilai pH air yang menurun (Yustiawati et al. 2016). Keasaman lahan gambut ini berpengaruh dengan perairan yang berada disekitarnya. Ketebalan gambut adalah salah satu faktor yang mengakibatkan keasaman dan warna kuning kecoklatan pada air meningkat akibat dari kandungan organik yang tinggi.

Komponen utama DOC ialah asam humat (70-90%) (Mills et al. 1996). Asam humat dengan konsentrasi tinggi (200 mg/L) pada air gambut di bagian barat Taiwan, diduga menjadi penyebab utama penyakit *Blackfoot* bagi masyarakat sekitar (Cheng et al. 1999). Asam humat juga menyebabkan disfungsi pada sel endotel manusia, karena meningkatkan produksi NO dan atau beberapa oksigen reaktif dalam vena umbilikalis manusia (HUVECs) melalui perubahan kadar protein eNOS/Hsp90 selama apoptosis (Cortes et al. 2010).

Pengolahan air gambut telah dilakukan dengan beberapa cara seperti adsorpsi pada penelitian Heriyanti dkk. (2018) yang menggunakan karbon aktif dari buah bintaro. Penggunaan membran filtrasi berbahan *polysulfon* pada penelitian Daud dkk. (2016) dalam mengolah air gambut dengan sistem aliran *cross-flow* untuk

menghilangkan zat warna dengan koagulan lempung cengar dan cara koagulasi dan flokulasi pada penelitian Rehansyah dkk. (2017). Koagulasi-flokulasi merupakan proses pengumpulan partikel-partikel pengotor yang tidak bisa mengendap secara gravitasi, dan akan mengendap dengan penambahan koagulan diikuti pengadukan cepat (koagulasi) kemudian pengadukan lambat (flokulasi), kemudian *sludge* yang dihasilkan dipisahkan dengan proses sedimentasi (Agustin dkk. 2015). Alum (tawas), sodium aluminat, ferri sulfat, dan polyalumunium chlorida (PAC) adalah contoh beberapa koagulan kimia yang sering digunakan (Hendrawati dkk. 2015), namun koagulan ini memiliki dampak negatif seperti senyawa alum yang dapat memicu penyakit Alzheimer (Campbell, 2002). Koagulan kimia memiliki sifat neurotoksisitas (Rehansyah dkk. 2017), sehingga diperlukan sebuah koagulan alternatif yang aman bagi kesehatan dan juga ekonomis, untuk proses koagulasi-flokulasi. Metode koagulasi flokulasi sebagai salah satu metode yang digunakan dalam mengolah air berwarna alami (Darmayanto, 2009), serta merupakan metode yang tidak membutuhkan waktu yang lama dan media proses yang tidak terlalu besar (Risdianto, 2007)

Biji kelor (*Moringa oleifera)* dikenal sebagai koagulan alami yang baik dan aman serta bernilai ekonomis karena kandungan proteinnya dapat berperan sebagai kation polielektrolit yang merupakan agen penting suatu koagulan (Nugroho dkk. 2014). Kadar protein yang tinggi biasanya terdapat pada tanaman suku polong-polongan (*Famili Fabaceae*) dan suku labu-labuan (*Famili Cucurbitaceae*) yang berpotensi dapat dijadikan sebagai biokoagulan (Ariati dan Ratnayani, 2017). Pada penelitian ini menggunakan ekstrak kacang kedelai (*Glycine max L.*) sebagai koagulan, walau belum ada literatur yang mengulas potensi kacang kedelai secara mendalam (Hussain and Haydar 2020), namun pada kacang kedelai terdapat agen koagulasi aktif yang banyak yaitu polisakarida atau protein (Yin, 2010) Kandungan protein yang dimiliki kacang kedelai cukup tinggi 33-43% (Grieshop et al. 2001; Karr-Lilienthal et al. 2004; Rani et al. 2008; Saha et al. 2008), selain protein kacang kedelai juga memiliki kandungan minyak (18-20%) dan karbohidrat (30-35%) (Liu, 2012).

Larutan asam humat digunakan sebagai model air gambut, dan yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini adalah mereduksi warna pada air gambut. Beberapa variabel yang digunakan adalah variasi konsentrasi larutan asam humat, dosis koagulan, dan larutan pengeksrak koagulan. Karakterisasi larutan asam humat dilakukan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai turbiditas, pH, EC, TDS dan intensitas cahaya untuk mendapatkan data awal. Data karakterisasi tersebut akan dijadikan sebagai acuan performa koagulan dalam mengolah air gambut. Perbandingan data hasil pengolahan menggunakan koagulan kimia yaitu PAC juga akan dilakukan dalam penelitian ini.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh ekstrak biokoagulan yang diekstak menggunakan 1,0 M NaCl dan Aquades terhadap performa pengolahan air gambut yang dihasilkan berdasarkan sludge volume index (SVI) dan *sludge mass,* yang akan dibandingkan dengan performa PAC?
2. Apakah metode koagulasi-flokulasi dengan biokoagulan ekstrak kacang kedelai (*Glycine max L.*) menggunakan 1,0 M NaCl dan akuades dalam pengolahan air gambut dapat berlangsung secara efektif dilihat dari nilai turbiditas, pH, EC dan TDS yang dibandingkan dengan efektivitas kinerja PAC ?
3. Apakah nilai intensitas cahaya (efek Tyndall) air gambut yang dihasilkan menggunakan metode koagulasi flokulasi telah memenuhi Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 32 Tahun 2017?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan Latar Belakang tersebut, maka tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh ekstrak biokoagulan yang diekstak menggunakan 1,0 M NaCl dan Aquades terhadap performa pengolahan air gambut yang dihasilkan berdasarkan sludge volume index (SVI) dan *sludge mass,* yang

akan dibandingkan dengan performa PAC.

2. Mengetahui metode koagulasi-flokulasi dengan biokoagulan ekstrak kacang kedelai (*Glycine max L.*) menggunakan 1,0 M NaCl dan akuades dalam pengolahan air gambut dapat berlangsung secara efektif dilihat dari nilai turbiditas, pH, EC dan TDS yang dibandingkan dengan efektivitas kinerja PAC.
3. Mengetahui nilai intensitas cahaya air gambut yang dihasilkan menggunakan metode koagulasi flokulasi terhadap Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 32 Tahun 2017.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini harapannya ada beberapa manfaat yang dapat diambil yaitu:

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan bagi masyarakat kawasan gambut khususnya, sebagai suatu inovasi dalam mengolah air di daerahnya. Harapannya masyarakat dapat secara mandiri menjaga dan mengolah sumber airnya, demi terwujudnya kesejahteraan masyarakat. Koagulan alami seperti kacang kedelai tidak hanya dapat meningkatkan kualitas air tetapi juga ramah lingkungan.

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Koagulasi-Flokulasi

Prihatinningtyas (2013) melaporkan bahwa koagulan dari tepung jagung dalam mengolah air bersih dengan metode koagulasi flokuasi terbukti dapat memberikan pengaruh penurunan kekeruhan yang cukup signifikan. Menurut Hendrawati dkk., (2015) metode koagulasi flokulasi dengan penggunaan koagulan kitosan sebanyak 20 ppm dapat mengurangi kekeruhan pada air danau sebesar 94,43%, mengurangi pH, dan jumlah bakteri $\pm$ 99.18%, serta menurunkan kadar logam mangan, magnesium, dan besi, terlebih lagi penggunaan koagulan kitosan tidak mempengaruhi temperatur air yang diolah. Metode koagulasi flokulasi juga dilakukan oleh Susanto (2008) dengan menggunakan poli aluminium klorida (PAC) sebagai koagulan dan poli akril amida sebagai flokulan yang dapat mengolah air bersih memenuhi standar peraturan pemerintah No. 416/MENKES/PER/IX/1990 dengan konsentrasi koagulan sebesar 230 ppm dan flokulan sebesar 0.3 ppm. Penggunaan gel lidah buaya (*aloe vera*) sebagai koagulan alami dengan metode koagulasi-flokulasi dalam menjernihkan air sumur di Desa Sausu Tambu Kecamatan Sausu yang dilakukan oleh Mujariah dkk., (2017) juga mengatakan bahwa gel lidah buaya dapat mengurangi nilai kekeruhan dari 18 NTU menjadi 5 NTU, nilai kesadahan dari 314,28 mg/L menjadi 114,77 mg/L dan warna dari 187 TCU menjadi 58,67 TCU.

## 2.2 Koagulan Kimia pada Pengolahan Air Gambut

Penelitian Sutapa, (2014) melakukan perbandingan efektivitas koagulan *Poly Alumunium Chloride* (PAC) dengan alumunium sulfat dalam mengurangi turbiditas dalam air gambut, nilai efisiensi koagulan tertinggi dalam menurunkan turbiditas air gambut terlihat pada koagulan aluminium sulfat dengan presentase 96,17%, sedangkan PAC senilai 95%. Menurut Suherman dan Sumawijaya (2013), pada penelitianya dalam menghilangkan warna dan kandungan zat organik pada air gambut (berwarna) menggunakan tawas sebagai koagulan berhasil mengurangi warna sebesar 99,20% (383,50 TCU - 3,01 TCU) dan zat organik

sebesar 98,15%  (385,87 mg/L KMnO4 - 7,19 mg/L KMnO4. Pengolahan air gambut menjadi air minum skala rumah tangga dilakukan oleh Rubinatta dkk. (2014) dengan penggunaan kapur tohor dan tawas sebagai koagulan pH naik menjadi netral (pH 6,8), parameter warna turun 97,12% (10 Pt-Co), parameter kekeruhan turun 76,21% (6,7 NTU), parameter TDS turun sebesar 96,34% (14,8 ppm), zat organik turun sebesar 85,39 % (12 ppm), parameter besi turun menjadi 62,09% (0,23 ppm). Sutapa (2006) melaporkan bahwa koagulan tersebut dapat menjadikan air gambut memenuhi standar air dikatakan sebagai air bersih yang aman bagi kesehatan.

Penjernihan air gambut menjadi air bersih oleh Nastiti dkk. (2015) menggunakan koagulan alumunium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) dan membrane ultrafiltrasi mampu menurunkan kekeruhan dari 32 NTU menjadi 5,11 NTU, nilai zat organik dari 42,34 mg/L KmnO4 menjadi 23,38 mg/L KmnO4 dan nilai warna dari 391 PtCo menjadi 128 PtCo.

## 2.3 Biokoagulan pada Pengolahan Air Gambut

Rehansyah dkk. (2017) dalam penelitiannya menggunakan koagulan alami campuran ekstrak (biji jagung, biji kelor dan biji semangka) dengan metode koagulasi dan flokulasi dapat menurunkan intensitas warna serta zat organik pada air gambut. Variasi koagulan alami terbaik serbuk biji kelor sebagai koagulan alami tunggal dalam menurunkan konsentrasi zat organik dari 428 mg/L menjadi 107,1 mg/l, dan penurunan warna dari 910 Pt-Co menjadi 76 Pt-Co pada air gambut dengan massa terbaik 0,5 gr. Penelitian Irianty (2010) menggunakan serbuk biji kelor sebagai biokoagulan berhasil menurunkan 45 Pt-Co warna pada air gambut menjadi 4 Pt-Co. Hal ini dikarenakan protein memiliki sifat polielektrolit saat terlarut dalam air serta dapat membentuk ikatan antar partikel air gambut sehingga menjadi ikatan-ikatan yang stabil yang selanjutnya akan mengendap (Ariati and Ratnayani 2017)

Penggunaan koagulan alami biji kelor juga digunakan dalam penelitian Hamzani dkk. (2012) pada air sumur gali di Pulo Gebang, Jakarta Timur yang memiliki ciri-ciri seperti air gambut yaitu warna coklat kemerahan air yang

disebabkan oleh penguraian asam humat, keberadaan partikel tersuspensi, dan ion metal (Fe dan Mn). Biji kelor berhasil mengurangi kekeruhan dan warna pada air dengan efisiensi penurunan kekeruhan sebesar 95,6% (2 NTU) dan warna sebesar 88,9% (10 TCU). Biji asam jawa juga berpotensi untuk digunakan dalam pengolahan air gambut Riyandini dkk. (2015) mengatakan bahwa biji asam jawa dapat menurunkan zat organik yang terkandung dalam air gambut sebesar 76% dan COD sebesar 90%.

### 2.4 Sistem Metode Koagulasi Flokulasi (*Batch* dan *Semi-Continous system*)

Pengolahan air gambut juga telah dilakukan oleh Hamzani dkk. (2018) dengan proses koagulasi flokulasi menggunakan sistem batch dan kontinyu di Desa Sawahan Barito Kuala. Dosis optimum koagulan yang digunakan pada pengolahan air gambut dengan sistem kontinyu adalah kapur 35 mg/L dan tawas 10 mg/L, dengan hasil pH 3,16 menjadi 7,59; warna 59 PtCo menjadi 27,7 PtCo; besi 3,35 mg/L menjadi 1,82 mg/L sedangkan pada pengolahan air gambut dengan sistem batch adalah kapur 50 mg/L dengan penurunan pH 2,71 menjadi 7,00 dan besi 5,4 mg/L menjadi 0,1 mg/L. Sistem *batch* dinilai sebagai sistem yang tepat untuk digunakan pada pengolahan air gambut.

### 2.5 Aplikasi Koagulan (Single or Double Coagulant)

Koagulan yang digunakan dalam pengolahan air gambut terbagi menjadi dua metode yaitu pengaplikasian koagulan tunggal atau dengan pencampuran dua jenis biokoagulan. Pada penelitian Rehansyah, HS, dan Elystia (2017) digunakan tiga jenis koagulan yaitu biji jagung, biji kelor dan biji semangka. Variasi untuk koagulan alami tunggal yang terbaik yaitu menggunakan serbuk biji kelor, yang mampu mengurangi konsentrasi zat organik dari 428 mg/L menjadi 107,1 mg/L dan penurunan warna dari 910 Pt-Co menjadi 76 Pt-Co dengan dosis koagulan optimum sebanyak 0,5 gr, sedangkan variasi koagulan alami campuran terbaik yaitu campuran antara serbuk biji kelor dan serbuk biji jagung yang dapat merubah konsentrasi zat organik yang awalnya 428 mg/L menjadi 201,1 mg/L dan penurunan warna dari 910 Pt-Co menjadi 188 Pt-Co dengan dosis optimum koagulan 2,0 gr. Dari hasil data yang telah disebutkan diatas dapat ditarik

kesimpulan bahwa yang memberikan hasil terbaik ialah dengan menggunakan metode pengaplikasian koagulan alami tunggal yaitu serbuk biji kelor.

# BAB III
# DASAR TEORI

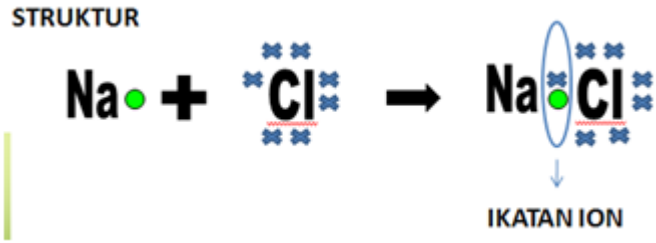
## 3.1 Koagulasi flokulasi

Koagulasi flokulasi merupakan suatu proses penstabilan partikel-partikel koloid yang terdapat pada air dengan bantuan koagulan, sehingga terbentuk flok-flok yang kemudian mengendap. Tujuan proses koagulasi flokulasi adalah memisahkan koloid yang terdapat pada air sehingga diperoleh air yang bersih (Langelier and Ludwig, 1949). Koagulasi adalah pembentukan atau penggabungan partikel-partikel kecil dengan adanya bantuan zat koagulan. Flokulasi adalah peristiwa penggabungan hasil koagulasi yang kemudian membentuk sebuah flok yang dapat mengendap (Putra dkk., 2009).

Destabilisasi partikel koloid pada saat proses koagulasi terjadi pada saat pengadukan cepat, dimana koagulan dan partikel koloid membentuk inti flok. Inti flok yang sudah terbentuk akan saling bersinggungan dan bergabung membentuk flok yang massa jenisnya melebihi masa jenis air sehinggga dapat dengan mudah mengendap (Rau, 1980). Penetralan muatan dengan koagulan hanya bisa berlangsung apabila muatan partikel mempunyai konsentrasi yang cukup untuk memicu terjadinya gaya tarik menarik antar partikel koloid. Keberhasilan proses koagulasi flokulasi bergantung pada konsentrasi serta jenis koagulan dan flokulan yang digunakan (Pusteklim, 2007).

## 3.2 Larutan pengesktrak NaCl

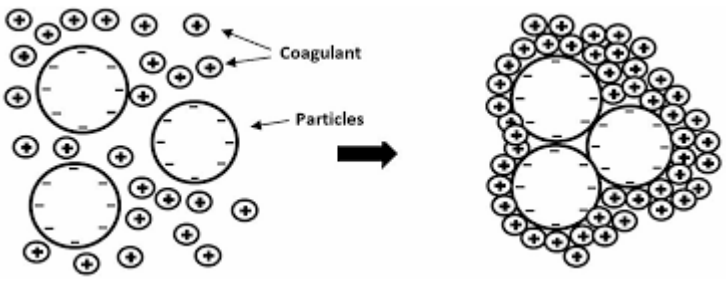
Natrium klorida atau yang juga dikenal dengan sebutan halit atau garam dapur adalah suatu senyawa kimia dengan rumus molekul NaCl dan larut dalam air. Natrium klorida berwujud kristal padat berwarana putih. Padatan NaCl merupakan senyawa ionik karena terdapat ikatan antara ion $Na^+$ dan ion $Cl^-$ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. (Hidayati dan Zainul, 2019). Penggunaan NaCl sebagai pengekstrak didasarkan pada ketersediaannya yang melimpah serta harganya yang relatif murah.




**Gambar 1.** Struktur dan ikatan ion pada NaCl

### 3.3 Biokoagulan

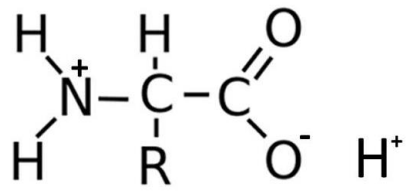
Koagulan adalah suatu bahan yang digunakan untuk menetralkan muatan koloid, dan menggabungkannya menjadi sebuah gumpalan (Hammer, 1986). Bahan ini banyak digunakan pada pengolahan air minum dan limbah. Koagulan terdapat dua macam yaitu koagulan kimia (alumunium sulfat, ferri klorida), polimer organik sintetis, dan koagulan alami (kitosan, ekstrak tanaman) (Ndabigengeser dan Narasiah, 1998). Pada umumnya fungsi koagulan adalah mengurangi turbiditas, warna, serta menurunkan atau menaikkan pH air akibat adanya partikel koloid (Rifa'i, 2007). Koagulan membantu mengikat partikel atau pengotor yang ada dalam air kemudian flokulan membentuk partikel tersebut menjadi gumpalan yang besar sehingga lebih mudah mengendap (Suharto, 2011), seperti yang ditunjukan pada Gambar 2.



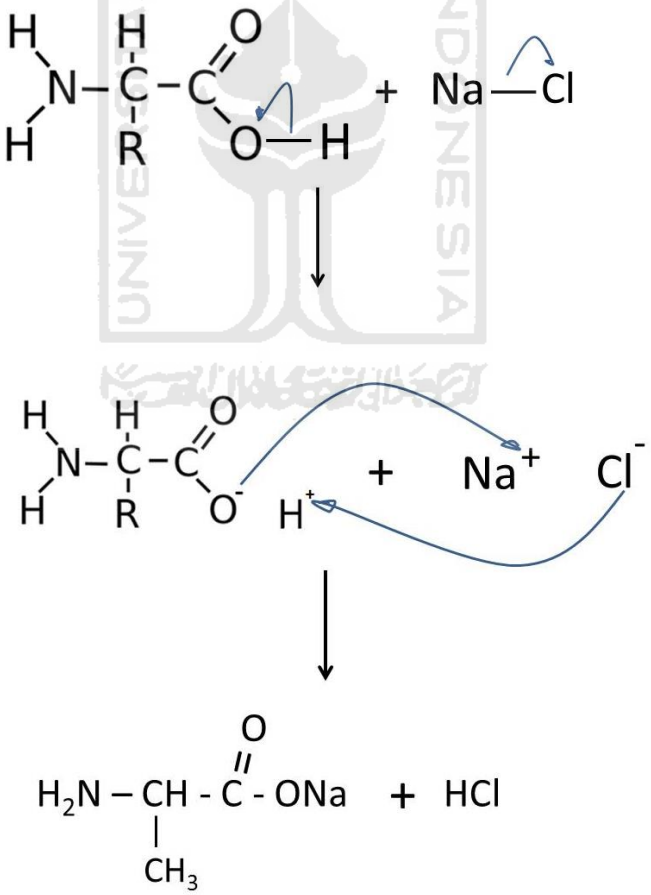

**Gambar 2**. Proses pengikatan partikel koloid oleh koagulan(Chua, 2019)

Prinsip kerja koagulan ialah untuk menetralisasi muatan partikel serta mengurangi ketebalan lapisan difusi partikel sehingga memudahkan dalam membentuk agregat yang dapat diendapkan (Stumm, 1996). Keuntungan utama menggunakan koagulan berbahan alami yaitu bernilai ekonomis daripada

koagulan kimia (Yin, 2010). Bahan alami yang dapat dimanfaatkan sebagai biokoagulan adalah kacang kedelai yang di ekstrak menggunakan 1,0 M NaCl, dimana interaksinya antara protein (Gambar 3) dengan larutan NaCl ditunjukkan pada gambar 4.



**Gambar 3**. Struktur protein



**Gambar 4**. Interaksi protein dengan larutan NaCl

### 3.3.1 Kacang kedelai (*Glycine max L.)*

Kacang kedelai merupakan bahan yang sering dijadikan bahan baku pada pengolahan tempe, tahu, kecap, dan susu kedelai. Hal ini menjadikan kacang kedelai sebagai komoditas pangan yang penting di Indonesia, setelah padi dan jagung (Krisnawati, 2017). Kacang kedelai dikatakan sebagai sumber pangan fungsional karena kandungan proteinnya 40%, minyak 20%, karbohidrat larut 35% (sukrosa, stachyose, rafinosa, dll.) serta karbohidrat tidak larut (serat makanan), dan abu 5% (Liu, 2004). Kandungan protein ditinjau dari basis bobot kering mengandung protein 35-40%, dan 90% nya merupakan protein tersimpan dimana penyusun utamanya ialah 11S glycinin dan 7S β- conglycinin (Liu, 1997).

## 3.4 Air gambut

Gambut merupakan salah satu jenis tanah yang terbentuk akibat adanya akumulasi dari sisa-sisa tumbuhan setengah membusuk, yang menyebabkan lahan gambut memiliki kandungan organik yang tinggi (Anwar, dkk., 1984). Fraksi organik gambut yang ada diindonesia lebih dari 95%, dan kurang dari 5% nya adalah fraksi anorganik. Fraksi organiknya diantaranya adalah senyawa humat, senyawa lignin, selulosa, hemiselulosa, lilin, tannin, resin, suberin dan sejumlah kecil protein (Stevenson,1994). Air gambut adalah salah satu air permukaan yang banyak ditemukan di Indonesia yaitu di pulau Sumatra dan Kalimantan, tepatnya di daerah berawa dan dataran rendah (Kusnaedi, 2006). Warna coklat hingga coklat kemerahan adalah warna yang dimiliki oleh air gambut (124 – 850 PtCo). Konsentrasi zat organik yang terkandung di dalam air gambut sangat tinggi sekitar 138 – 1560 mg/lt $KMnO_4$, tingginya kandungan zat organik yang berasal dari lahan gambut membuat air gambut memiliki pH yang rendah (3,7 – 5.3) (Wibowo dan Suyatno, 1998).

Karakteristik air gambut dinilai masih belum memenuhi standar Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 32 Tahun 2017 tentang persyaratan kualitas air bersih. Adapun karakteristik air gambut sebagai berikut (Sutapa, 2006):

1. mempunyai kadar pH yang rendah (3 – 4) sehingga bersifat sangat asam
2. memiliki kadar organik yang tinggi
3. memiliki kadar besi dan mangan yang tinggi
4. berwarna kuning atau coklat tua (pekat)

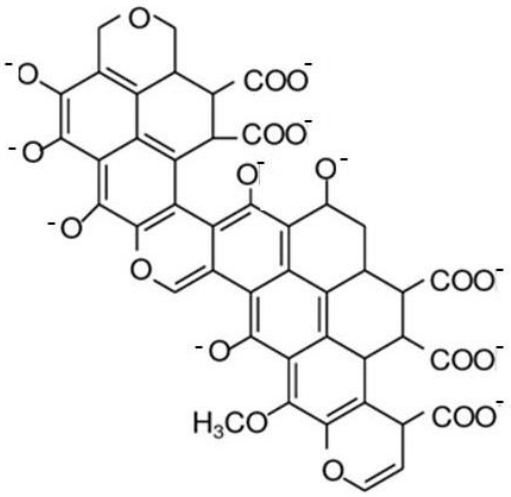
Dekomposisi daun, pohon, dan kayu merupakan asal muasal dari zat organik yang terkandung pada air gambut (Syarfi, 2007). Pasca kebakaran hutan kondisi air gambut menjadi lebih parah, dikarenakan peningkatan pada beberapa komponen seperti asam humat, *dissolved organic carbon* (DOC), dan kadar logam yang dimana hal ini berdampak pada meningkatnya keasaman pada air serta warna air menjadi semakin pekat (Yustiawati dkk., 2016), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1**. Komponen yang meningkat dalam air gambut pasca kebakaran hutan (Yustiawati dkk., 2016)

| Komponen | Keterangan |
|---|---|
| DOC (*Dissolved Organic Carbon*) | Meningkat |
| Asam Humat | Meningkat |
| pH | Semakin asam |
| Ion Logam (Fe) | Meningkat |
| Warna | Semakin pekat |

### 3.5 Asam humat

Asam humat merupakan senyawa kimia yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik seperti daun, pohon atau kayu (Syarfi, 2007). Asam humat merupakan komponen utama (70-90%) DOC (bahan organik terlarut) yang mengakibatkan timbulnya warna coklat di perairan gambut (Mills *et al*., 1996). Asam humat mengandung cincin aromatik, gugus karboksil dan hidroksil fenolik yang dapat membuat asam humat mudah berikatan dengan ion logam (Wandruszka, 2000) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, selain itu asam humat juga mudah membentuk ikatan kompleks dengan logam seperti: Fe, Zn, Mn dan atau Cd (Lu, 1990).




**Gambar 5.** Struktur hipotetik asam humat menurut Fuchs (Stevenson, 1994).

### 3.6 Parameter kualitas air

#### 3.6.1 Turbiditas (kekeruhan)

Partikel suspensi yang terdapat di dalam air seperti bahan organik, plankton dan organisme lain, merupakan penyebab umum terjadinya kekeruhan di perairan. Usaha untuk penjernihan air sulit dilakukan apabila tingkat kekeruhan air tinggi. Tingginya tingkat kekeruhan air sebanding dengan nilai TDS (*total dissolved solid)* air. Kekeruhan juga mengakibatkan prosea fotosintesis di perairan ikut terganggu dikarenakan terhalangnya sinar matahari yang masuk ke dalam air. Turbidimeter dengan satuan NTU (*nephlometere turbidity units*) merupakan alat yang digunakan dalam mengukur kekeruhan. Prinsip kerja alat ini ialah dimana sumber cahaya (800 nm – 1100 nm) diproyeksikan melewati sampel cairan yang berada diwadah transparan, kemudian intensitas cahaya yang ditransmisikan melewati sampel diukur (Mahida, 1986).

#### 3.6.2 pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman atau nilai pH adalah konsentrasi ion hidrogen ($H^+$) untuk menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan. Rentang nilai pH berawal dari 0 hingga 14. pH netral dimiliki oleh larutan yang mempunyai nilai pH = 7, sedangkan jika suatu larutan memiliki nilai pH > 7 maka larutan sebut bersifat

basa, dan bersifat asam jika memiliki nilai pH < 7. Perubahan pada nilai pH dapat menyebabkan berubahnya bau, rasa dan warna pada suatu larutan (Effendi, 2003).

### 3.6.3 EC (Konduktivitas Listrik)

Konduktifitas atau daya hantar listrik adalah sifat menghantarkan listrik dalam air. Konduktifitas merupakan gambaran numeric dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik, oleh karena itu semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi maka akan semakin tinggi nilai daya hantar listriknya. Keberadaan ion-ion bebas dari garam yang terionisasi dapat menghantarkan listrik dalam air. Asam, basa dan garam merupakan penghantar listrik (konduktor) yang baik, sedangkan bahan organik seperti sukrosa dan benzena tidak mengalami ionisasi di dalam air sehingga bukan merupakan penghantar listrik yang baik (Mackereth, 1989).

### 3.6.4 TDS ( Total Zat Padat Terlarut)

Kelarutan zat padat dalam air atau disebut sebagai TDS (*total dissolved solid*) yang merupakan terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa, koloid di dalam air. Sebagai contoh adalah air permukaan apabila diamati setelah turun hujan akan mengakibatkan air sungai maupun kolam kelihatan keruh yang disebabkan oleh larutnya partikel tersuspensi didalam air, sedangkan pada musim kemarau air kelihatan berwarna hijau karena adanya ganggang di dalam air. Konsentrasi kelarutan zat padat ini dalam keadaan normal sangat rendah, sehingga tidak kelihatan oleh mata telanjang (Situmorang, 2007).

Residu dianggap sebagai kandungan total bahan terlarut dan tersuspensi dalam air. Selama penentuan residu ini, sebagian besar bikarbonat yang merupakan ion utama di perairan telah mengalami transformasi menjadi karbondioksida, sehingga karbondioksida dan gas-gas lain yang menghilang pada saat pemanasan tidak tercakup dalam nilai padatan total (Boyd, 1982). Padatan yang terdapat di perairan diklasifikasikan berdasarkan ukuran diameter partikel, seperti yang ditunjukan pada Tabel 2.

**Tabel 2**. Klasifikasi padatan di perairan berdasarkan ukuran diameter

| Klasifikasi Padatan | Ukuran Diameter (µm) | Ukuran Diameter (mm) |
|---|---|---|
| Padatan terlarut | $< 10^{-3}$ | $< 10^{-6}$ |
| Koloid | $10^{-3}$ - 1 | $10^{-6}$ - $10^{-3}$ |
| Padatan tersuspensi | > 1 | $> 10^{-3}$ |

Sumber : Effendi, 2003

### 3.6.5 FTIR (*fourier transform infrared)*

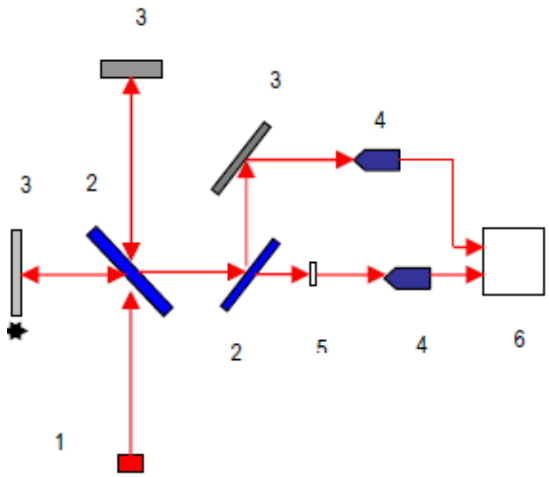
FTIR merupakan instrument yang digunakan untuk menganalisis senyawa secara kualitatif dan kuantitatif tanpa merusak sampel. Spektrum IR (*infrared*) berada pada bilangan gelombang 13,000 – 10 $cm^{-1}$ atau pada panjang gelombang 0,75 – 1,000 µm (Yudhapratama, 2010). Pada prinsipnya FTIR didasarkan atas vibrasi atom dalam molekul yang menyeram radiasi gelombang elektomagneti, sehingga terjadi eksitasi energy ke tingkat yang lebih tinggi. Tabel. 3 menunjukkan serapan khas daerah spektrum infra merah berdasarkan bilangan gelombang (Sastrohamidjojo, 2018). Frekuensi IR dinyatakan dalam satuan bilangan gelombang (*wavenumber*), yang diartikan sebagai banyaknya gelombang per sentimeter (Har, 2003).

**Tabel 3**. Serapan khas beberapa gugus fungsi pada FTIR

| Gugus | Jenis Senyawa | Daerah Serapan ($cm^{-1}$) |
|---|---|---|
| C-H | alkana | 2850-2960, 1350-1470 |
| C-H | alkena | 3020-3080, 675-870 |
| C-H | aromatik | 3000-3100, 675-870 |
| C-H | alkuna | 3300 |
| C=C | alkena | 1640-1680 |
| C=C | aromatik (cincin) | 1500-1600 |
| C-O | alkohol, eter, asam karboksilat, ester | 1080-1300 |
| C=O | aldehida, keton, asam karboksilat, ester | 1690-1760 |
| O-H | alkohol, fenol(monomer) | 3610-3640 |
| O-H | alkohol, fenol (ikatan H) | 2000-3600 (lebar) |
| O-H | asam karboksilat | 3000-3600 (lebar) |
| N-H | amina | 3310-3500 |
| C-N | amina | 1180-1360 |
| $-NO_2$ | nitro | 1515-1560, 1345-1385 |

Sumber: Silverstain, 1991

Prinsip analisis instrument ini adalah adanya interaksi energi dan materi. Sinar IR melawati celah yang berfungsi mengontrol jumlah energi yang di teruskan ke sampel. IR tersebut sebagian diserap oleh sampel dan sebagiannya lagi ditransmisikan melalui permukaan sampel dan ditangkap oleh detektor. Sinyal yang terukur direkam oleh komputer diinterprestasikan ke dalam bentuk puncak-puncak (Thermo, 2001). Instrumen ini menjalankan prosesnya menggunakan tiga teknik yaitu *absorpstion, emission* dan *fluorescene* dengan komponen medan listrik Pada prinsipnya FTIR sama dengan IR dispersi, hanya pengembangan pada sistem optiknya pada saat sebelum sinar IR melewati sampel yang membedakannya (Rohaeti, 2011).




**Gambar 6.** Skema alat spektroskopi FT-IR. (1) sumber inframerah. (2) pembagi berkas (beam spliter). (3) kaca pemantul. (4) sensor inframerah. (5) sampel. (6) display (Anam, dkk. 2007)

Spektrum data yang diperoleh berupa puncak-puncak dianalisis bagian gugus fungsinya dengan cara meakukan perbandingan pita absorbsi yang terbentuk pada spektrum infra merah dengan tabel korelasi dan menggunakan spektrum senyawa pembanding (yang sudah diketahui) (Anam, dkk., 2007). FTIR mempunyai *library* yang bervariasi untuk jenis senyawa organik maupun anorganik (Mulja, 1995).

# BAB IV
# METODE PENELITIAN

## 4.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Fourier Transform Infrared* (FTIR (PerkinElmer L1600301 Spectrum Two, Lliantrisant,UK), turbidimeter (*Waterproof Portable* TN 100, Eutech, Netherland), *multi checker* pH, EC, TDS, and *temperature meter* (Hanna HI 9813-5, Romania), lux Meter (*Lutron Electronic*, LX-103, Taiwan), *magnetic stirer* ( *Huang Faithful Instrument* SH-2B, China), neraca analitik (KERN EMB 200-03, Jerman), oven (Memmert UN55, Jerman), penyaring 200 mesh (*Product Test Sieve)*, corong *Inhoff* sedimentasi d: 120 mm h: 470 mm (DWK *Life Sciences* DURAN™ 2140154), dan senter LED.

## 4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang kedelai, HA 90%, natrium klorida p.a. (NaCl) (Emsure Merck, Denmark), *Poly Alumunium Chloride* (PAC) (Brataco, Indonesia), kertas saring Whatman 42 (CAT No. 1442-110, *GE Healthcare Life Sciences*), kertas saring, dan akuades.

## 4.3 Cara Kerja

### 4.2.1 Preparasi larutan asam humat

Larutan sintetik asam humat dibuat variasi 50, 70, dan 90 ppm. Disiapkan dengan melarutkan 0,05; 0,07 dan 0,09 gram serbuk asam humat ke dalam 1000 mL air (Junisu *et al*., 2017). Larutan asam humat digunakan sebagai model air gambut untuk mengetahui pengaruh koagulan terhadap efektivitasnya terhadap pengurangan asam humat/warna.

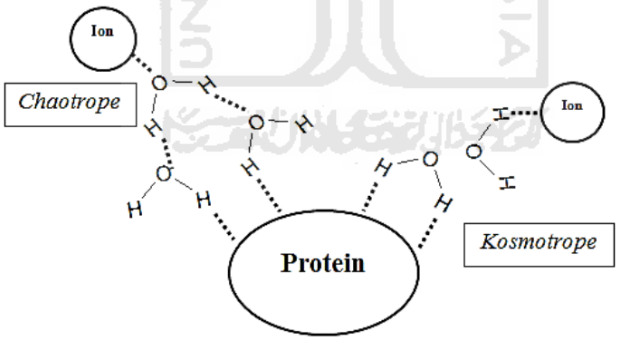
### 4.2.2 Preparasi biokoagulan

Kacang kedelai dikeringkan dibawah sinar matahari, lalu dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk dan disaring menggunakan penyaring 250 *mesh* seperti ditunjukkan pada Gambar 7.




**Gambar 7**. Biokoagulan Kacang kedelai sebelum dihaluskan (a) dan (b) kacang kedelai yang telah dihaluskan dan diayak

Selanjutnya 1 g serbuk kacang kedelai ditimbang dan dicampurkan dengan 100 mL larutan 1.0 M NaCl untuk membuat suspensi koagulan 1% (b/v). Larutan diaduk cepat dengan pengaduk magnet selama ± 5 menit (Kamel *et al*., 2018) lalu dibiarkan mengendap selama ± 10 menit, sebelum disaring (Birima *et al*., 2013). Metode yang sama digunakan untuk pembuatan ekstrak kacang kedelai menggunakan akuades sebagai pelarut. Interaksi protein dengan air dan ion garam ditunjukkan pada gambar 8.




**Gambar 8**. Ilustrasi interaksi protein, air, dan ion garam dalam proses pelarutan protein (diadaptasi dari Collins, 2004)

### 4.2.3 Karakterisasi kacang kedelai menggunakan FTIR (Fourier Transform Infrared)

Keberadaan protein yang terdapat pada kacang kedelai dianalisis menggunakan *Spektrum Fourier Transform Infrared* (FTIR). Sampel biokoagulan diletakkan di *sample holder* FTIR, kemudian pembacaan dilakukan pada kisaran panjang gelombang 400 - 4000 cm-1 (Putra *et al*., 2017).

### 4.2.4 Analisis proksimat

#### 4.2.4.1 Penentuan kadar protein

Serbuk kacang kedelai ditimbang sebanyak 0,5 g dan dimasukkan ke dalam labu *kjedahl* 100 mL. Reagen pendestruksi yaitu dua tablet katalis VCM (monomer vinil klorida), dua tablet antifoam VS, 20 mL asam sulfat pekat (96-98%) dan 5 mL hidrogen peroksida $H_2O_2$ (30-33%) ditambahkan ke dalam labu *kjeldahl*, kemudian didestruksi. Destruksi sampel dibagi dalam dua tahap, tahap pertama destruksi pada suhu 300 $^oC$ (30 menit) dan tahap kedua destruksi pada suhu 420 $^oC$ (60 menit). Destruksi dilakukan hingga didapat larutan jernih. Hasil destruksi didinginkan hingga suhu mencapai 50-60 $^oC$. Sampel didestilasi dengan menambahkan 50 mL aquades dan 70 mL NaOH. Destilat ditampung dalam erlenmeyer yang telah berisi 30 mL $H_3BO_3$, untuk kemudian dititrasi dengan HCl 0,1 N. % kadar protein dapat dihitung dengan Persamaan 1.

$$\% \text{ N} = \frac{14{,}008 \times (V_1 - V_2) \times N \times 5{,}75}{W} \times 100 \qquad (1)$$

Keterangan:

N = normalitas HCl (mgrek/mL)

$V_1$ = volume HCl untuk titrasi sampel (mL)

$V_2$ = volume HCl untuk titrasi blanko (mL)

5.75 = faktor konversi protein kacang kedelai

14,008 = berat atom nitrogen

W = berat sampel (g)

#### 4.2.4.2 Penentuan kadar air

Penentuan kadar air ditentukan dengan menggunakan metode gravimetri. Sampel biokoagulan ditimbang sebanyak 1-2 g kedalam sebuah botol yang telah diketahui bobotnya. Botol berisi sampel dikeringkan dengan dioven pada suhu

105 $^{o}$C selama 3 jam. Botol didinginkan didalam desikator dan ditimbang bobotnya. % kadar air dapat ditentukan dengan Persamaan 2.

$$\% \text{ kadar air} = \frac{W}{W_1} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

W = bobot sebelum dikeringkan (g)

$W_1$ = bobot setelah dikeringkan (g)

**4.2.4.3 Penentuan kadar abu**

Penentuan kadar abu ditentukan dengan menggunakan metode gravimetri. Sampel biokoagulan ditimbang sebanyak 2-3 g menggunakan cawan porselen yang telah diketahui bobotnya. Cawan berisi sampel diarangan diatas nyala pembakar lalu diabukan dalam tanur listrik dengan suhu maksimum 550 $^{o}$C, hingga dicapai pengabuan sempurna. Selanjutnya cawan didinginkan didalam desikator dan ditimbang hingga bobot tetap. % kadar abu dapat dihitung dengan Persamaan 3.

$$\% \text{ kadar abu} = \frac{W_1 - W_2}{W} \times 100 \quad (3)$$

Keterangan:

W = bobot sampel sebelum diabukan (g)

$W_1$ = bobot sampel + cawan yang sudah diabukan (g)

$W_2$ = bobot cawan kosong (g)

**4.2.5 Proses koagulasi flokulasi**

Proses koagulasi flokulasi dilakukan secara batch menggunakan dua jenis koagulan yaitu kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl dan kacang kedelai yang diesktrak dengan akuades. Larutan asam humat sebanyak 500 mL

dimasukkan kedalam gelas beker. Koagulan ditambahkan ke dalam beker dengan variasi dosis 4, 6, 8 dan 10 mL/500 mL. Pengadukan dilakukan pada setiap beker menggunakan pengaduk magnet dengan kecepatan 120 rpm selama 3 menit untuk pengadukan cepat, diikuti pengadukan lambat dengan kecepatan 50 rpm selama 20 menit, lalu dibiarkan mengendap selama ± 30 menit (Kamel *et al.* 2018). Hasil koagulasi flokulasi disaring menggunakan kertas saring whatman no. 42 (Joe et al. 2015), dan diuji performa filtrat yang dihasilkan (turbiditas, pH, TDS, konduktivitas listrik (EC), efek Tyndall, *sludge mass*, dan *sludge volume index* (SVI).

### 4.2 6 Analisis sampel

Analisis sampel dilakukan sebelum dan setelah larutan asam humat diolah. Keberhasilan proses koagulasi flokulasi diukur dengan beberapa parameter uji diantaranya ialah adalah turbiditas, pH, EC, TDS, dan efek Tyndall. *Sludge mass* dan SVI juga dihitung untuk memastikan *sludge* yang dihasilkan dari proses koagulasi flokulasi tidak menimbulkan masalah baru bagi lingkungan.

#### 4.2.6.1 Turbiditas

Kalibrasi turbidimeter dilakukan dengan menggunakan larutan standar kalibrasi 800, 100, 20, dan 0,02 NTU. Vial dibilas menggunakan sampel, lalu diisi vial dengan sampel ± 10 mL sampai tanda batas yang ditunjukkan pada vial. Vial yang telah berisi sampel diseka dengan kain lembut tidak berbulu untuk memastikan bagian luar botol kering, bersih, dan bebas noda. Selanjutnya, vial dimasukkan ke dalam wadah sampel dengan didorong sampai terpasang dengan benar dan ditutup bagian atas vial dengan tutup pelindung cahaya. Pembacaan ditunggu selama 10 detik, pembacaan terukur muncul dilayar dianggap sebagai nilai turbiditas sampel, pengukuran turbiditas dilakukan triplo (Manual, 2012). Metode ini juga bersesuaian dengan SNI 06-6989.25-2005. Kinerja biokoagulan dilihat dari penurunan turbiditas yang ditunjukkan dengan Persamaan 4 (Putra *et al*. 2020).

$$\text{Penurunan Turbiditas (\%)} = [(T - T')/\,T\,] \times 100 \qquad (4)$$

Keterangan:

T = Turbiditas awal (NTU)

T’ = Turbiditas akhir (NTU)

**4.2.6.2 pH**

Kalibrasi pH meter dilakukan pada pH 4, pH 7 dan pH 10 (Manual 2002). Sejumlah sampel diukur derajat keasamannya (pH) sebelum dan sesudah proses pengolahan dilakukan dengan menggunakan pH meter. Pengukuran pH dilakukan dengan cara dicelupkan elektroda ke dalam ± 30 mL sampel (elektroda terendam). Elektroda digoyangkan perlahan selama beberapa saat dengan gerakan memutar, hal ini dilakukan untuk memastikan tidak ada gelembung udara yang tertinggal didalam elektroda. Pembacaan ditunggu beberapa saat hingga sistem digital menyesuaikan dan menunjukkan angka stabil, yang dimana angka tersebut merupakan nilai pH sampel. metode ini juga bersesuaian dengan SNI 06-6989.11-2004.

**4.2.6.3 Konduktivitas listrik (EC)**

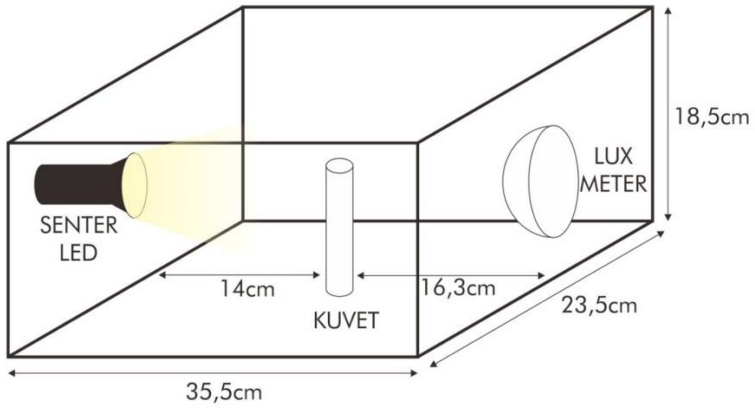
Kalibrasi EC meter dilakukan dengan mencelupkan elektroda ke dalam larutan kalibrasi EC HI 70031 (1413 µS/cm = 1.413 mS/cm). Kesetimbangan termal dicapai setelah menunggu beberapa menit. Elektroda digoyangkan perlahan dengan gerakan memutar untuk memastikan tidak ada gelembung udara yang tertinggal didalam elektroda. Tombol ‘mS/Cm’ ditekan lalu diputar kenop kalibrasi EC sampai layar menunjukkan angka yang stabil. Sampel sebanyak ± 30 mL dimasukkan kedalam wadah plastik (meminimalkan gangguan EMC). Elektroda dicelupkan kedalam larutan sampel dan digoyangkan perlahan elektroda dengan gerakan memutar untuk memastikan tidak ada gelembung udara yang tertinggal didalam elektroda. Pembacaan ditunggu beberapa menit dan layar akan menunjukkan hasil pengukuran berupa angka yang dimana merupakan nilai konduktivitas sampel tersebut (Manual, 2002).

#### 4.2.6.4 TDS (*total dissolved solids)*

Kalibrasi TDS dilakukan dengan mencelupkan elektroda ke dalam larutan kalibrasi TDS HI 70442 (1500 ppm). Kesetimbangan termal dicapai setelah menunggu beberapa menit. Elektroda digoyangkan perlahan dengan gerakan memutar untuk memastikan tidak ada gelembung udara yang tertinggal didalam elektroda. Tombol 'ppm' ditekan lalu diputar kenop kalibrasi TDS sampai layar menunjukkan angka yang stabil. Sampel sebanyak ± 30 mL dimasukkan kedalam wadah plastik (meminimalkan gangguan EMC), dicelupkan elektroda kedalam larutan sampel. Elektroda digoyangkan perlahan dengan gerakan memutar untuk memastikan tidak ada gelembung udara yang tertinggal didalam elektroda. Pembacaan ditunggu beberapa menit dan layar akan menunjukkan angka hasil pengukuran yang merupakan nilai TDS sampel tersebut (Manual, 2002).

#### 4.2.6.5 Efek tyndall

Kalibrasi efek tyndall dilakukan dengan menggunakan akuades sebagai sampel. Efek tyndall menggunakn lux meter sebagai alat untuk mencatat besarnya intensitas cahaya yang terukur. Kotak efek tyndall yang ditunjukkan pada Gambar 9, berbahan dasar kardus berlatar hitam dengan dimensi 35 cm (P) x 23,5 cm (L) x 18,5 cm (T). Jarak senter ke kuvet 14 cm dan jarak kuvet ke sensor 16,3 cm. Efek Tyndall diukur dengan menempatkan sejumlah sampel ke dalam kuvet. Selanjutnya cahaya ditembakkan dari senter LED, cahaya yang melewati kuvet akan ditangkap oleh sensor dan nilai stabil yang terukur akan muncul pada layar lux meter yang merupakan nilai efek tyndall sampel tersebut. Pengukuran efek Tyndall dilakukan triplo.




**Gambar 9.** Ilustrasi ruang pengukuran efek Tyndall

**4.2.6.6 SVI (*sludge volume index*)**

*Sludge volume index* dilakukan dengan memasukkan 500 mL sampel hasil proses koagulasi flokulasi ke dalam corong *Imhoff* dan dibiarkan mengendap secara gravitasi selama 1 jam 30 menit (Chethana et al. 2016). Nilai SVI dari sludge yang diperoleh ditunjukkan dengan Persamaan 5 (Aristiami and Widiasa 2015).

$$\text{SVI} = \frac{SV\left(\frac{mL}{L}\right) \times 1000\ (\frac{mg}{g})}{\frac{MLSS}{0{,}5}\ (\frac{mg}{L})} \qquad (5)$$

Keterangan:

SV = volume *sludge* didalam corong *imhoff* (mL/L)

MLSS = *Mixed Liquor Suspended Solid* (mg/L)

#### 4.2.6.7 *Sludge mass*

*Sludge mass* ditentukan dengan cara menyaring *sludge* hasil proses koagulasi flokulasi menggunakan kertas saring whatman no.42 yang sudah ditimbang sebelumnya. Selanjutnya kertas saring dikeringkan pada temperatur ruang ± 30 menit dan dilanjutkan pengeringan menggunakan oven 103-105 $^{o}$C, kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang (APHA, 2017). *Sludge mass* sampel dihitung menggunakan Persamaan 6.

.

$$\textit{Sludge Mass}\ (\%) = \frac{SM_o - SM_t}{SM_o} \times 100 \qquad (6)$$

Keterangan:

$SM_o$ = berat *sludge* basah (g)

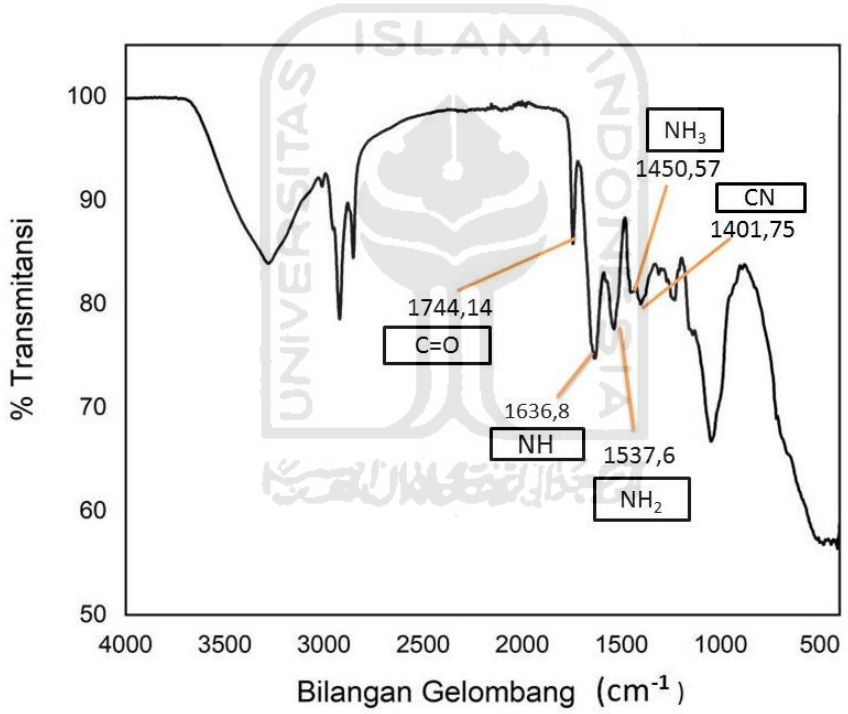
$SM_t$ = berat *sludge* kering (g)

# BAB V
# HASIL DAN PEMBAHASAN

## 5.1 Preparasi biokoagulan

### 5.1.1 Analisis protein kacang kedelai

Analisis protein serbuk kacang kedelai dilakukan untuk mengetahui keberadaan protein sebagai agen yang berperan aktif dalam koagulan. Analisis ini menggunakan metode FTIR (*Fourier Transform Infrared)*. FTIR merupakan sebuah instrumen yang berdasar pada penyerapan sinar inframerah. FTIR memberikan hasil yang spesifik dan khas, hal ini disebabkan setiap gugus fungsi menyerap sinar IR pada panjang gelombang tertentu (Anam dkk. 2007).




**Gambar 10.** Spektra FTIR serbuk kacang kedelai (*Glycine max L.)*

Gambar 10 menunjukkan hasil spectra FTIR biokoagulan kacang kedelai. Panjang gelombang 1636,8 $cm^{-1}$ menunjukkan keberadaan gugus NH (amida) dengan intensitas kuat yang *bending* C=O pada 1744,14 $cm^{-1}$ ( Mallamace, *et al.*, 2015). Pada puncak 1537,6 $cm^{-1}$ terdapat amida II ($NH_2$) yang merupakan kombinasi antara NH kuat bending dengan CN *stretching* pada 1401,75 $cm^{-1}$ dan terdapat amida III ($NH_3$) pada 1450,57 $cm^{-1}$ dari semua gugus yang telah

disebutkan diatas menandakan bahwa kacang kedelai yang digunakan sebagai koagulan memiliki gugus penyusun protein, yang dimana protein sendiri merupakan salah satu bahan yang berperan aktif sebagai zat aktif dalam proses koagulasi flokulasi (Barth,2007). Menurut Vidal *et al*. (2014) gugus-gugus tersebut berperan dalam menjadikan proses koagulasi-flokulasi berlangsung lebih efisien.

## 5.2 Analisis proksimat

### 5.2.1 Kadar protein

Protein merupakan polimer dari asam amino yang memiliki hubungan dengan ikatan peptida (Winarno, 2008). Molekul protein memilik unsur-unsur penting yaitu C, H, O, N dan S (Hein and Best, 1976). Analisis proksimat kacang kedelai ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Analisis proksimat kacang kedelai

| Sampel | Kadar Protein | Kadar Air | Kadar Abu |
|---|---|---|---|
| Kacang Kedelai | 18,75% | 8,06% | 8,55% |

Kadar protein serbuk kacang kedelai yang digunakan dalam penelitian ini adalah 18,75%. Kadar protein dalam penelitian ini terbilang rendah dibandingkan dengan kacang kedelai dengan nilai kadar protein sekitar 35,35-39,80% (Ciabotti *et al.*, 2016; Kristianto *et al.*, 2019).

### 5.2.2 Kadar air

Kadar air kacang kedelai ditentukan dengan menggunakan metode gravimetri. Kadar air kacang kedelai yang digunakan dalam penelitian ini adalah 8,06%. Hasil nilai kadar air ini menunjukkan bahwa kacang kedelai memiliki kadar air yang terbilang rendah. Kadar air yang rendah membuat kacang kedelai terhindar dari pertumbuhan jamur yang cepat dan dapat disimpan dalam jangka

waktu lama, hal ini disebabkan oleh kadar air yang kurang dari 10% (Winarno, 2002).

### 5.2.3 Kadar abu

Kadar abu suatu sampel memiliki kandungan dan komposisi yang berbeda, hal ini tergantung pada sampel dan cara pengabuan yang digunakan. Abu sendiri merupakan sisa zat organik hasil pembakaran suatu sampel organik (Ekafitri dan Isworo, 2014). Kadar abu kacang kedelai yang digunakan dalam penelitian ini adalah 8,55%. Menurut Ekafitri dan Isworo (2014) kadar abu tepung kedelai memiliki nilai terbesar dibandingkan tepung kacang-kacangan lainnya. Hal ini dikarenakan kacang kedelai merupakan sumber vitamin dan mineral yang tinggi.

## 5.3 Analisis Sampel

### 5.3.1 Pengaruh terhadap pH

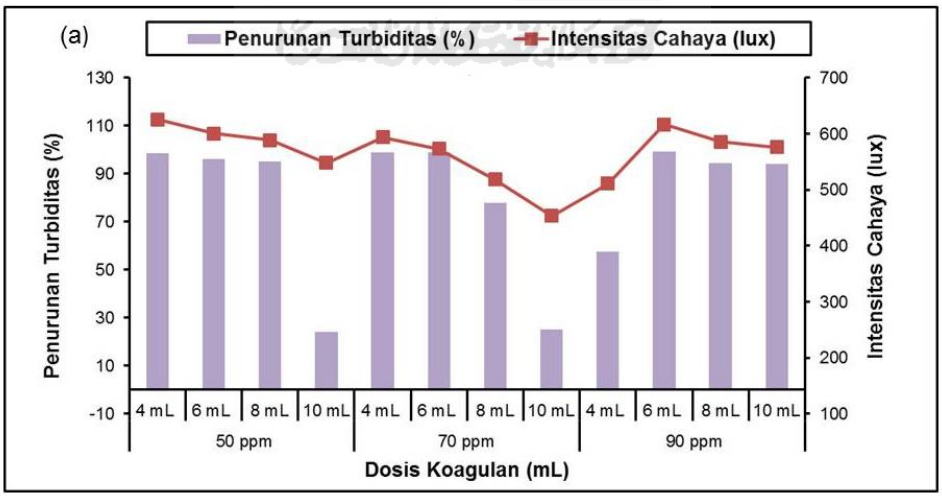
Perubahan pH pada penelitian ini tidak terlalu signifikan dari nilai pH awal sampel setelah diberikan penambahan biokoagulan rata-rata nilai pH berada pada kisaran (7,2 – 7,5) sedangkan pH awal sampel untuk konsentrasi larutan asam humat 50, 70, dan 90 ppm berada pada kisaran 7,4 – 7,5. Peristiwa yang sama terjadi pada penelitian Nugroho *et al.* (2014) yang mengatakan bahwa nilai pH awal dan akhir sampel tidak berbeda jauh dengan penggunaan biji kelor sebagai biokoagulan.

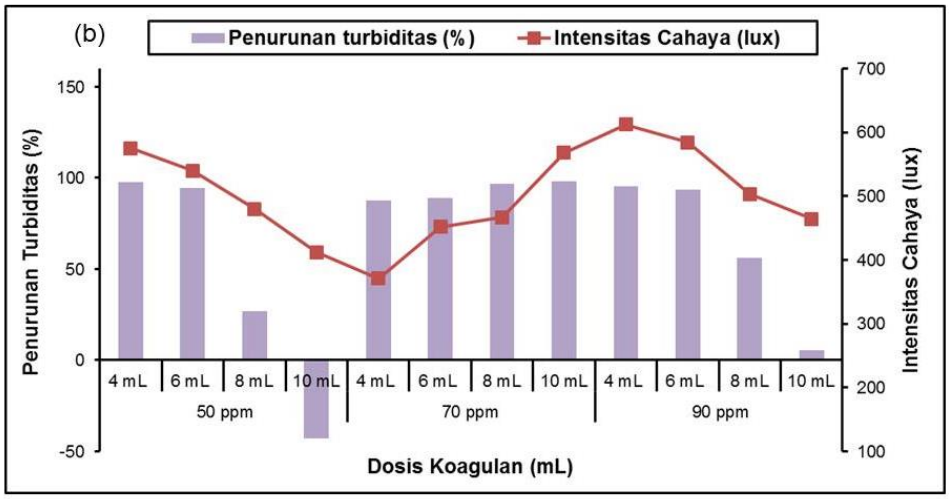
pH merupakan salah satu parameter yang memiliki pengaruh dalam proses koagulasi-flokulasi. pH larutan mempunyai peran yang penting, terlebih pada penelitian ini menggunakan protein sebagai zat utama yang berperan aktif sebagai koagulan. Hal ini disebabkan oleh protein yang mempunyai sifat sebagai suatu molekul amfoterik, hal tersebut bergantung pada pH larutan (Audain dkk., 2016). Menurut Mbogo (2008) pada penelitiannya untuk meningkatkan kualitas air yang berada di Pedesaan Tanzania, kacang kedelai memiliki kondisi operasi terbaik pada pH 7,6. Berdasarkan hal tersebut maka dari itu sampel dalam penelitian ini dikondisikan pada rentang pH netral, agar biokoagulan dapat bekerja dengan optimal terutama dilihat dari tingkat keefisienannya dalam mereduksi warna, yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

Berdasarkan sumber air gambut yang ada di Indonesia sendiri, terdapat permasalahan yang terbilang cukup bervariasi, ada air gambut yang kandungan organiknya tinggi tetapi kandungan logamnya rendah, ada air gambut yang berwarna pekat namun memiliki pH yang cenderung normal, dan ada juga air gambut yang memiliki pH yang amat rendah serta kandungan logamnya tinggi, tetapi airnya hampir tidak berwarna (A'idah, dkk., 2018). Senyawa yang dianggap sebagai penyebab hal ini terjadi adalah senyawa humus (Notodarmojo,1994).

### 5.3.2 Pengaruh terhadap turbiditas dan efek Tyndall

Efek Tyndall (intensitas cahaya) adalah suatu peristiwa yang terjadi akibat penghamburan cahaya oleh partikel koloid (Syukri, 1999). Nilai intensitas cahaya semakin besar seiring dengan meningkatnya penurunan turbiditas dengan kata lain, semakin jernih suatu sampel maka semakin tinggi intensitas cahaya yang terukur. Hal ini didasarkan pada prinsip hamburan cahaya, yaitu ketika seberkas cahaya mengenai medium partikel hamburan, terdapat cahaya yang ditransmisikan dan sebagian cahaya lainnya akan dihamburkan secara acak oleh partikel-partikel ini (Hill, 1960). Partikel-partikel itulah yang menjadi penyebab kekeruhan di dalam air (efek Tyndall) (Alaerts and Santika, 1984).



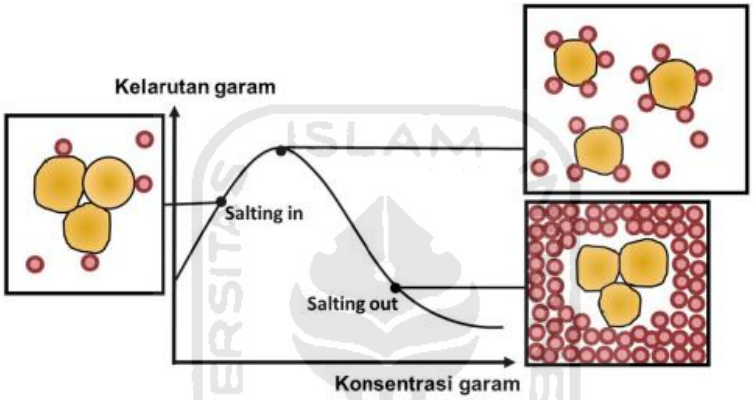



**Gambar 11**. Pengaruh dosis biokaogulan yang diekstrak dengan 1,0 M NaCl (a) dan akuades (b) terhadap penurunan turbiditas dan intensitas cahaya.

Peningkatan intensitas cahaya dapat diartikan sebagai keefektifan biokoagulan yang digunakan dalam mereduksi warna pada berbagai konsentrasi sampel. Pengggunaan konsentrasi sampel yang berbeda menghasilkan intensitas cahaya yang terbilang baik, menjadikan biokoagulan ekstrak kacang kedelai dapat digunakan sebagai *second treatment* (karena masih memerlukan kontrol pH) untuk mereduksi warna pada air gambut. Intensitas cahaya optimum terdapat pada sampel dengan konsentrasi 50 ppm dengan intensitas cahaya awal sampel 440,67 lux menjadi 626,00 lux, dengan dosis optimum koagulan 4 mL/500 mL.

Gambar 11 menunjukkan penurunan turbiditas berbanding lurus dengan intensitas cahaya pada biokoagulan yang diekstrak dengan 1,0 M NaCl maupun yang diekstrak dengan akuades.. Penurunan turbiditas terbesar terdapat pada penggunaan biokoagulan yang diekstrak dengan 1,0 M NaCl dengan konsentrasi sampel 90 ppm yaitu 99,40% (67,97 – 0,41 NTU) pada dosis optimum 6 mL/500 mL. Kemampuan koagulan dalam membentuk flok untuk mereduksi warna dan turbiditas air, sangat erat kaitannya dengan kandungan protein yang dihasilkan dalam proses ekstraksi koagulan. Peningkatan kelarutan protein, membuat aktivitas koagulasi-flokulasi meningkat sehingga penghilangan warna (efek Tyndall) dan kekeruhan semakin efektif (Madrona *et al.*, 2010). Penggunaan larutan garam dalam mengekstrak biokoagulan dikatakan memicu pemutusan

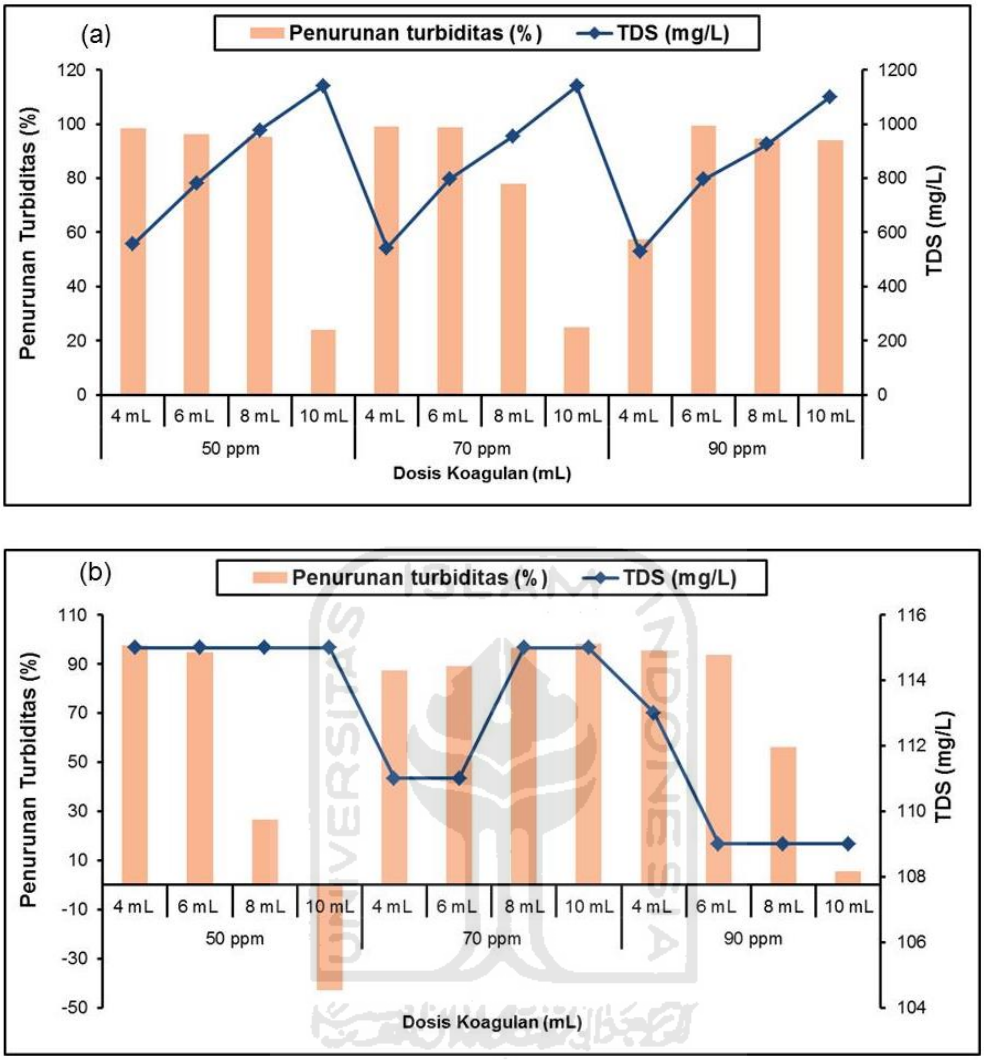
ikatan protein-protein sehingga kelarutan protein terhadap pelarut meningkat (*salting-in*) (White A. et al., 1968; Voet dan Voet, 1990). Peristiwa ini juga dijelaskan dalam teori Debye-Huckel bahwa pengunaan garam dengan konsentrasi rendah pada pembuatan ekstrak biokoagulan menyebabkan kelarutan protein dalam air meningkat (Zhou, 2005). Namun, jika kadar garam yang dimasukkan semakin besar maka kelarutan protein akan kembali menurun, kemudian terbentuk endapan, hal ini disebut dengan peristiwa salting-out (Malle, *et al.,* 2015). Peristiwa *salting-in* dan *salting-out* ditunjukkan pada gambar 12.




**Gambar 12**. Interaksi protein dengan garam (*salting-in* dan *salting-out*)

### 5.3.3 Pengaruh dosis biokoagulan terhadap turbiditas dan TDS

Gambar 13 menunjukkan bahwa biokoagulan yang diekstrak menggunakan 1,0 M NaCl memberikan peningkatan terhadap TDS pada setiap penambahan dosis. Nilai TDS pada penurunan turbiditas terbesar 99,40% (69,97 – 0,41 NTU) adalah 796 (mg/L) pada konsentrasi sampel 90 ppm, dengan dosis optimum biokoagulan 6 mL/500 mL. Nilai TDS pada penggunaan biokoagulan yang diekstrak menggunakan 1,0 M NaCl terbilang tinggi (Gambar 13a), hal ini dikarenakan pengaruh penggunaan larutan garam saat mengekstrak koagulan.



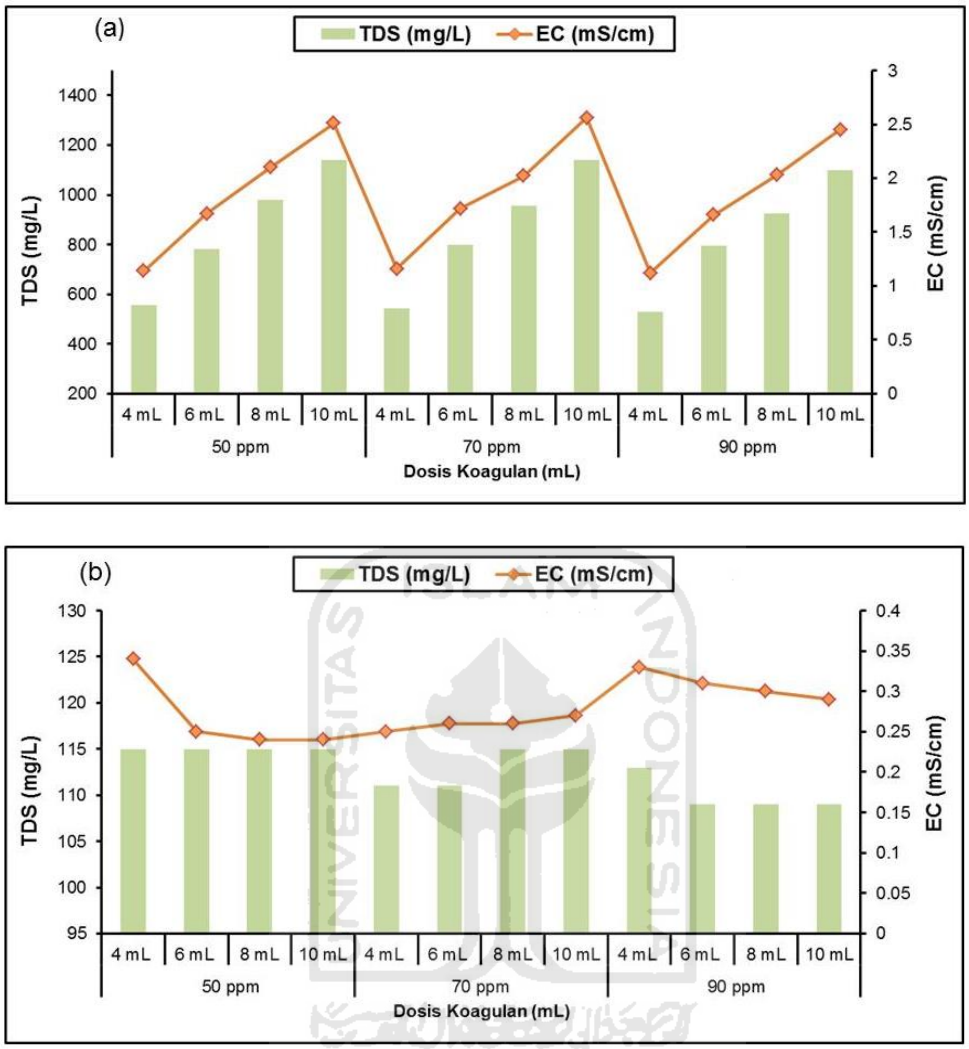

**Gambar 13**. Pengaruh dosis biokoagulan yang diekstrak dengan 1,0 M NaCl (a) dan akuades (b) terhadap penurunan turbiditas dan TDS.

Pada penggunaan biokoagulan yang diekstrak menggunakan akuades (Gambar 13b), tidak terlalu mempengaruhi terhadap nilai TDS, namun jika dilihat dari nilai TDS awal sampel, penggunaan biokoagulan yang diekstrak dengan akuades rata-rata dapat mengurangi nilai TDS. Nilai penurunan turbiditas terbesar yang dihasilkan dengan koagulan ini yaitu 98,21% (48,63 – 0,87 NTU) dengan nilai TDS 115 (mg/L) pada sampel dengan konsentrasi 70 ppm, dengan dosis optimum 10 mL/500 mL. Nilai tersebut masih terbilang baik, walau tidak sebaik pada penggunaan biokoagulan yang diekstrak menggunakan 1,0 M NaCl.

### 5.3.4 Pengaruh dosis biokoagulan terhadap TDS dan EC

Gambar 14a menunjukkan pengaruh penambahan biokoagulan yang diekstrak dengan 1,0 M NaCl terhadap TDS dan EC. Nilai EC semakin meningkat seiring bertambahnya nilai TDS. Nilai EC sebuah larutan erat kaitannya dengan jumlah ion yang terkandung didalam larutan tersebut (Nicola, 2015). Jumlah ion yang meningkat dikarenakan pengaruh dari penggunaan larutan garam (1,0 M NaCl) saat mengekstrak biokoagulan. Garam sendiri merupakan suatu elektrolit yang apabila larut akan terurai ke dalam bentuk ion-ion dan dapat menghantarkan arus listrik (Chang, 2004). Nilai TDS dan EC pada penambahan biokoagulan yang diekstrak dengan akuades seperti ditunjukkan pada Gambar 14b, dapat dilihat bahwa koagulan tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap nilai TDS dan EC, karena seperti yang sudah dijelaskan pada poin bahasan sebelumnya biokagulan yang diesktrak dengan akuades tidak terlalu mempengaruhi TDS begitupun juga dengan EC.

Nilai EC merupakan kemampuan suatu larutan dalam menghantarkan arus listrik. Kemampuan menghantarkan arus listrik didasarkan pada seberapa banyak garam terlarut yang terionisasi dalam suatu larutan. Banyaknya garam terlarut yang terionisasi membuat nilai EC semakin besar. Jumlah kandungan bahan anorganik di dalam perairan sendiri yang berada dalam bentuk ion-ion termasuk garam ditunjukkan dengan nilai TDS, maka dari itulah nilai EC memiliki hubungan erat dengan nilai TDS (Tebbutt, 1992). Nilai TDS dapat dijadikan sebagai nilai penentu kualitas air secara umum, karena memberikan informasi jumlah anion kation serta padatan lain yang terlarut dalam air (Fendra, 2015).




**Gambar 14.** Pengaruh dosis biokoagulan yang diekstrak dengan 1,0 M NaCl (a) dan akuades (b) terhadap TDS dan EC.

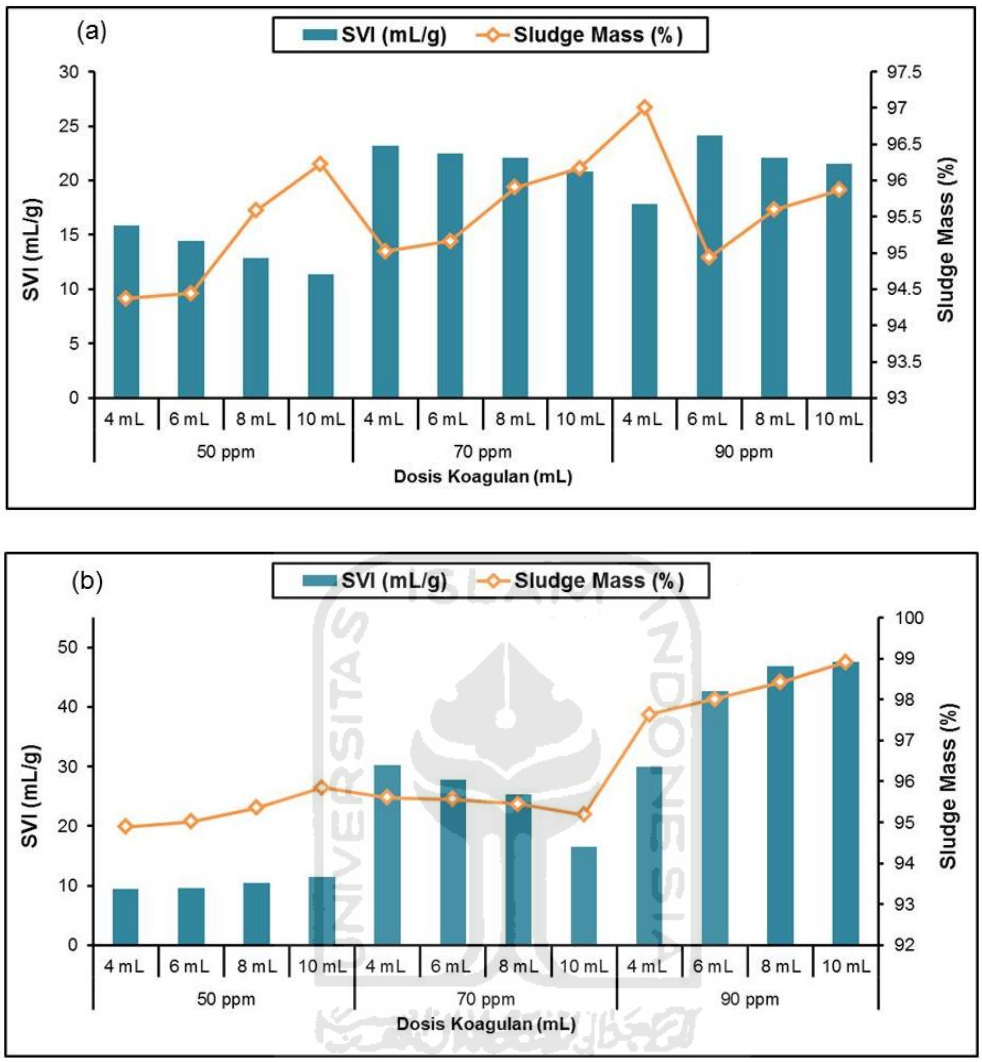
### 5.3.5 Pengaruh dosis biokoagulan terhadap *sludge volume index* (SVI) dan *sludge mass*

Kemampuan *sludge* untuk mengendap dinamakan *settleability*. *Settleability* merupakan salah satu parameter yang penting untuk diketahui dalam menguji performa suatu biokoagulan, agar tidak menimbulkan permasalahan yang baru dilingkungan. Salah satu parameter untuk mengevaluasi *settleability* adalah *Sludge Volume Index* (SVI) (Aristiami dan Widiasa, 2015). SVI menjelaskan karakteristik *sludge* yaitu kemampuan *sludge* untuk mengendap. Pengukuran SVI didasarkan pada volume *sludge* (mL) setelah diendapkan dalam corong *imhoff* berukuran 1000 mL selama 1 jam 30 menit. Keadaan morfologi dan kemampuan

pengendapan agregat (flok berukuran besar) ditunjukkan oleh nilai SVI (Chethana *et al.*, 2016). Nilai SVI yang baik untuk proses koagulasi-flokulasi berada pada rentang 50 – 80 mL/g (Janczukowicz *et al.*, 2001) ; (Chethana *et al.*, 2016).

Gambar 15a menunjukkan nilai SVI yang dihasilkan pada penggunaan biokoagulan yang diekstrak dengan 1,0 M NaCl (11,36 – 24,10 mL/g) dan (9,47 – 47,62 mL/g) untuk penggunaan biokoagulan yang diekstrak dengan akuades, keduanya terbilang memiliki nilai SVI yang rendah (<70 mL/g) (Gambar 15b). Nilai SVI yang rendah diartikan kondisi sampel yang didominasi oleh flok-flok kecil *pinflocs* (Bitton,1994). Partikel atau flok yang berukuran kecil yang tidak dapat bersatu membentuk agregat dan sulit untuk mengendap, merupakan penyebab peningkatan nilai kekeruhan (turbiditas) dalam air (Chethana *et al.*, 2016).

Proses filtrasi setelah penentuan nilai SVI diperlukan, hal ini agar diperoleh sampel yang lebih jernih. Residu yang sudah dikeringkan hasil dari proses filtrasi digunakan untuk penentuan nilai *sludge mass*. *Sludge mass* merupakan salah satu paremeter yang diperhitungkan dalam menguji performa biokagulan karena menunjukkan kemampuan pengendapan agregat. Nilai *sludge mass* diorientasikan terhadap banyaknya jumlah *sludge* yang terbentuk pada saat proses koagulasi flokulasi. Nilai SVI dan *sludge mass* baik pada penggunaan biokoagulan yang diekstrak dengan 1,0 M NaCl maupun pada penggunaan biokoagulan yang diekstrak dengan akuades, nilai SVI dan *sludge mass*-nya keduanya sama- sama memberikan nilai laju pengendapan (SVI) yang rendah (<70 mL/g), tetapi untuk *sludge* yang dihasilkan penggunaan biokoagulan yang diekstrak dengan 1,0 M NaCl menghasilkan lebih sedikit *sludge* (94,37 – 97,00 %) daripada biokoagulan yang diekstrak menggunakan akuades (94,90 – 98,91%).




**Gambar 15.** Pengaruh dosis biokoagulan yang diekstrak dengan (a) 1,0 M NaCl, (b) akuades terhadap SVI dan *Sludge Mass*.

### 5.3.6 Perbandingan efektivitas biokoagulan dengan PAC pada dosis optimum

Perbandingan efektifitas dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui koagulan mana yang lebih efektif dalam mengolah air gambut, terutama dalam hal mereduksi warna. Grafik perbandingan biokoagulan ekstrak kacang kadelai dengan PAC pada dosis optimum seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, 3 dan 4.

**Tabel 5.** Parameter fisik sampel pada konsentrasi 50 ppm

| Parameter | Jenis Koagulan | | |
|---|---|---|---|
| | **Kacang Kedelai (DW)** | **Kacang Kedelai (NaCl)** | **PAC** |
| pH | 7,3 | 7,4 | 7 |
| Penurunan Turbiditas (%) | 97,47 | 98,52 | 99,62 |
| Intensitas Cahaya (Lux) | 575,33 | 626,00 | 982,67 |
| TDS (mg/L) | 115 | 556 | 120 |
| EC (mS/cm) | 0,34 | 1,14 | 0,33 |
| SVI (mL/g) | 9,47 | 15,89 | 55,55 |
| *Sludge mass* (%) | 94,90 | 94,37 | 95,68 |

Tabel 5 menunjukkan hasil perbandingan penggunaan biokoagulan dan PAC pada dosis optimum 4 mL. Koagulan PAC memberikan nilai intensitas cahaya dan penurunan turbiditas yang paling baik, yang artinya sampel yang dihasilkan memiliki tingkat kejernihan yang optimal.

Koagulan PAC terbilang unggul namun memiliki beberapa kekurangan diantaranya nilai pH air yang cenderung menurun setelah pengolahan dan jumlah *sludge* yang meningkat, serta air yang diolah menggunakan koagulan PAC dari segi kesehatan berpotensi memicu penyakit Alzheimer dan demensia (Srinivasan dkk., 1999), maka dari itu penelitian ini memanfaatkan koagulan berbahan alami sebagai terobosan untuk menangani segala kekurangan diatas.

**Tabel 6.** Nilai parameter fisik sampel pada konsentrasi 70 ppm

| Parameter | Jenis Koagulan | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Kacang Kedelai (DW) | Kacang Kedelai (NaCl) | PAC | |
| | 10 mL | 4 mL | 10 mL | 4 mL |
| pH | 7,4 | 7,4 | 5,9 | 7,2 |
| Penurunan Turbiditas (%) | 98,21 | 98,97 | 72,47 | 99,34 |
| Intensitas Cahaya (Lux) | 568,00 | 593,67 | 475,33 | 928,67 |
| TDS (mg/L) | 115 | 542 | 146 | 120 |
| EC (mS/cm) | 0,27 | 1,16 | 0,34 | 0,31 |
| SVI (mL/g) | 16,48 | 23,20 | 1,3 | 48,08 |
| *Sludge mass* (%) | 95,16 | 95,02 | 95,18 | 94,9 |

Tabel 6 menunjukkan hasil terbaik masih dimiliki oleh PAC pada dosis optimum 4 mL, namun pada dosis optimum 10 mL nilai yang dihasilkan tidak lebih bagus dari performa penggunaan dosis biokoagulan ekstrak kacang kedelai menggunakan akuades (DW). Hal ini dimungkinkan karena efek dari pemberian dosis yang berlebih dan memicu kegagalan pembentukan flok. Kegagalan pembentukan flok terjadi disaat polimer dari koagulan alami menutupi semua permukaan partikel koloid, sehingga tidak ada ruang untuk rantai akhir menempel dan membuat proses flokulasi gagal terjadi. Kondisi seperti ini menyebabkan partikel koloid kembali stabil dan tidak dapat bersatu dengan partikel yang lain (Srawaili, 2008).

**Tabel 7.** Nilai parameter fisik sampel pada konsentrasi 90 ppm

| Parameter | Jenis Koagulan | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Kacang Kedelai (DW) | Kacang Kedelai (NaCl) | PAC | |
| | 4 mL | 6 mL | 4 mL | 6 mL |
| pH | 7,3 | 7,4 | 6,9 | 6,7 |
| Penurunan Turbiditas (%) | 95,50 | 99,40 | 99,34 | 95,15 |
| Intensitas Cahaya (Lux) | 612,67 | 617,00 | 582,00 | 585,67 |
| TDS (mg/L) | 113 | 796 | 127 | 131 |
| EC (mS/cm) | 0,33 | 1,66 | 0,32 | 0,32 |
| SVI (mL/g) | 30,00 | 24,10 | 42,13 | 47,17 |
| *Sludge mass* (%) | 97,64 | 94,94 | 95,65 | 95,15 |

Tabel 7 menunjukkan pada penggunaan PAC dengan dosis optimum 4 mL memberikan hasil yang baik dalam penurunan turbiditas, namun untuk nilai itensitas cahayanya, masih lebih besar nilainya pada penggunaan biokoagulan yang diekstrak menggunakan akuades (DW) yaitu 612,67 lx. Hal ini dimungkinkan karena nilai TDS yang meningkat pada pengunaan PAC. Pada penggunaan biokoagulan yang diekstrak menggunakan 1,0 M NaCl baik pada penurunan turbiditas maupun nilai intensitas cahaya hasilnya mengungguli nilai yang dihasilkan pada penggunaan PAC.

Berdasarkan data perbandingan pada sampel dengan konsentrasi 90 ppm, dapat disimpulkan bahwa biokoagulan kacang kedelai yang diesktrak 1,0 M NaCl memiliki performa yang lebih efektif daripada PAC. Data perbandingan efektivitas biokoagulan ekstrak kacang kedelai dengan PAC dibeberapa konsentrasi sampel, yaitu 50 dan 70 ppm, untuk PAC memang memiliki performa yang sangat efektif, namun untuk nilai *sludge mass* penggunaan koagulan PAC

terbilang tinggi, hal ini tidak baik untuk lingkungan karena menyumbang masalah baru yaitu berupa *sludge* sekunder dari hasil proses.

### 5.4 Kualitas Pengolahan Air Gambut yang dihasilkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017

Kualitas air gambut yang dihasilkan dalam penelitian ini baik dari segi nilai pH yang masih berada pada kisaran 7,2 – 7,5 serta nilai TDS yang semuanya rata-rata dibawah kadar maksimum 1000 mg/L yaitu pada kisaran 113 – 796 mg/L , serta nilai turbiditas pada kisaran 0,41- 3,06 NTU, yang semuanya masih memenuhi standar baku yang ditetapkan oleh pemerintah sebagai air yang dapat digunakan untuk *higiene* dan sanitasi.

Parameter lain seperti EC, SVI, *sludge mass,* dan intensitas cahaya (efek Tyndall) juga diukur untuk menguji performa koagulan yang digunakan. Nilai EC berada pada kisaran 0,24 – 2,56 mS/cm, SVI pada kisaran 9,47 – 47,62 mL/g, dan *sludge mass* di kisaran 94,37 – 97,00 %. Intensitas cahaya air pada penelitian ini berada pada kisaran 568,00 – 626,00 lux dengan intensitas cahaya tersebut, larutan terlihat tidak berwarna (bening). Intensitas cahaya merupakan parameter yang menjadi fokus utama karena berkaitan dengan keberhasilan koagulan dalam melakukan penyisihan asam humat/mereduksi warna, yang merupakan fokus utama dalam penelitian ini.

# BAB VI

# PENUTUP

## 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan ialah:

1. Air yang dihasilkan menggunakan ekstrak biokoagulan menggunakan 1,0 M NaCl memberikan nilai *sludge mass* dan SVI berturut- turut pada kisaran 94,37 – 95,60 %; 15,89 – 23,10 mL/g, sedangkan untuk koagulan yang menggunakan aquades memberikan nilai *sludge mass* dan SVI berturut- turut pada kisaran 94,90 – 97,64 %, 9,47 – 30,00 mL/g. Berdasarkan nilai SVI yang dihasilkan biokoagulan alami yang digunakan baik yang diekstrak menggunakan 1,0 M NaCl maupun akuades nilainya jauh lebih baik, daripada koagualan PAC yang memiliki nilai SVI 42,13 – 55,55 mL/g.
2. Proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan biokoagulan ekstrak kacang kedelai (*Glycine max L.*) dalam 1,0 M NaCl memberikan penurunan kekeruhan, TDS, dan EC berturut-turut sebesar 98,52 – 99.40 %; 542 – 796 ppm; dan 1,14 – 1,66 mS/cm, dengan nilai pH 7,4. Sedangkan biokoagulan yang diekstrak menggunakan akuades memberikan penurunan turbiditas, pH, TDS, dan EC berturut-turut sebesar 95,50 – 98,21% ; 7,3 – 7,4, 113 – 115 ppm dan 0,27 – 0,34 mS/cm. Pada penggunaan koagulan PAC memberikan pengurangan turbiditas , pH, TDS dan EC berturut-turut sebesar 99,34 – 99,62 %; 6,7 – 7,2; 120 – 131 ppm; dan 0,31 – 0,32 mS/cm. Penurunan turbiditas dengan PAC lebih baik dibandingkan dengan biokoagulan, namun *sludge* yang dihasilkan lebih besar.
3. Koagulan terbaik terdapat pada penggunaan biokoagulan yang diesktrak menggunakan pelarut 1,0 M NaCl dengan nilai intensitas cahaya optimal yaitu 626,00 lx, sedangkan untuk biokoagulan yang diekstrak dengan akuades memiliki nilai intensitas cahaya 617,00 lx. Koagulan PAC memberikan nilai intensitas cahaya 982,67 lx, namun koagulan ini tidak

bagus bagi lingkungan. Air gambut (larutan asam humat) yang dihasilkan dalam penelitian ini secara keseluruhan telah memenuhi Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil pengamatan selama melakukan penelitian terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan yaitu :

1. Diharapkan menggunakan penggunaan konsentrasi larutan garam yang tepat agar, peningkatan nilai TDS dapat teratasi.
2. Diharapkan melakukan pemurnian hasil ekstrak lebih lanjut, guna menghilangkan kandungan seperti lemak dan didapatkan hasil yang optimal.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang dampak penggunaan koagulan alami bagi lingkungan.

# DAFTAR PUSTAKA


A'idah, E., Destiarti, L., dan Idiawati, N., 2018, Penentuan karakteristik air gambut di kota pontianak dan kabupaten kuburaya, *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7 (3), 91-96.

Alaerts, G., and Santika S.S., 1984, *Metode penelitian air*, Usaha Nasional, Surabaya, hal.130

American Public Health Association (APHA), 2017, *Standard methods for the examination of water and wastewater 23rd edition*, American Public Health Association, Washington DC, hal. 73.

Anam, C., Sirojudin, and Firdausi, K.S., 2007, Analisis gugus fungsi pada sampel uji, bensin dan spiritus menggunakan metode spektroskopi FTIR, *Berkala Fisika*, 10(2), 79–85.

Anwar, J., Damanik, S.J., Hisyam, N., Whitten, A.J., 1984, Ekologi ekosistem Sumatra. Gadjah Mada Univ. Press. Jogyakarta. Hal 245-25.

Ariati, N.K., and Ratnayani K., 2017, Skrining potensi jenis biji polong-polongan (famili fabaceae) dan biji labu-labuan (famili *cucurbitaceae*) sebagai koagulan alami, *Jurnal Kimia,* 11(1), 15–22.

Aristiami, D.F., and Widiasa, I.N., 2015, Pengaruh co-precipitation besi klorida terhadap kinerja lumpur aktif pada proses pengolahan air limbah domestik sintetik, *Reaktor*, 15(3), 182–89.

Barth, A, 2007, Infrared spectroscopy of proteins, Biochimica et Biophysica Acta 1767, 1073–1101

Birima, A. H., Hammad, H.A., Desa, M.N.M., and Muda,Z.C., 2013, Extraction of natural coagulant from peanut seeds for treatment of turbid water, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 16 (012065), 1-2.

Boyd, C.E., 1982, *Water quality in warm water fish pond*, Auburn University Agricultural Experimentation, Alabama, USA, hal. 482

Britton, G., 1994, *Wastewater microbiology*. A John Wiley & Sons, Inc. Publication, New Jersey, hal. 478

Campbell, A., 2002, The potential role of aluminium in alzheimer‘s disease, *Neprhol Dial transplant*., 17(2) 17-20.

Chang, R., 2004, *Kimia Dasar*, Erlangga, Jakarta, hal. 245

Cheng, M.L., Ho H.Y., Chiu D.T.Y., and Lu F.J., 1999, Humic acid-mediated oxidative damages to human erythrocytes: a possible mechanism leading to anemia in blackfoot disease, *Free Radical Biology and Medicine*, 27, 470–477.

Chethana, M., Sorokhaibam L.G., Bhandari, V.M., Raja, S., Ranade, V.V., 2016, Green approach to dye wastewater treatment using biocoagulants, *ACS Sustainable Chemistry and Engineering.*, 4(5), 2495–2507.

Chua, S.C., Ho, Y.C., Chong, F.K., 2019, Coagulation flocculation in water and wastewater treatment, IGI Global, USA.

Ciabotti, S., Silva, A. C. B. B., Juhasz, A. C. P., Mendonça, C. D., Tavano, O. L., Mandarino, J. M. G. and Gonçalves, C. A. A., 2016, Chemical composition, protein profile, and isoflavones content in soybean genotypes with different

seed coat colors, *International Food Research Journal*, 23(2), 621-629

Collins, K. D., 2004, Ions from the hofmeister series and osmolytes: Effects on proteins in solution and in the crystallization process, *Methods*, 34, 300–311

Cortes G.C., Barrera C.J., Ibarra S. M., Gilbert M, Gamba G, Zentella A, Flores M.E., Bobadilla N.A., 2010, Opposite effect of Hsp90' and Hsp90 on eNOS ability to produce nitric oxide or superoxide anion in human embryonic kidney cells, *Cellular Physiology and Biochemistry*, 26, 657–668

Darmayanto, 2009, Penggunaan serbuk tulang ayam sebagai penurunan intensitas warna air gambut, *Tesis*, Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.

Daud, S., Asmura, J., and Lasmita, R., 2016, OP-019 Pengolahan air gambut dengan membran ultrafiltrasi sistem aliran cross-flow untuk menyisihkan zat warna dengan pengolahan lempung cengar, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II*, e-ISSN 2541-3880, 105–109.

Day, U., 1989, *Analisis kimia kuantitatif edisi kelima*, Erlangga, Jakarta, hal. 382

Effendi, H., 2003, *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*, Kanisus, Yogyakarta, hal. 132

Ekafitri, R., and Isworo, R.., 2014, Pemanfaatan kacang-kacangan sebagai bahan baku sumber protein untuk pangan darurat, *Pangan*, 23(2), 134–145.

Grieshop, C.M., Kadzere, C. T., Clapper, G.M., Flickinger, E. A., Bauer, L. L., Frazier, R. L., and Fahey Jr., G. C., 2001, Chemical and nutritional characteristics of united states soybeans and soybean meals, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7684–7691.

Hammer, M.J., 1986, *Water and wastewater technology*, Prentice-Hall Int. Inc., New Jersey, hal. 22

Hamzani, Sulaiman, S.S., and Pramudyo, I., 2012, Upaya penurunan kekeruhan dan warna air sumur gali menggunakan koagulan biji kelor dan filtrasi karbon aktif, *Jurnal Purifikasi*, 13(1), 50–57.

Hamzani, S., Raharja, M. and Ali, Z.A., 2018, Pengolahan air gambut menggunakan sistem kontinyu dan batch studi di desa sawahan barito kuala, *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 3(1), 242–48.

Hart, H., Leslie E., Craine, D.J., 2003, *Kimia organik*, Erlangga, Jakarta, hal.

Hein and Best, 1976, *College chemistry*, Brooks/Cole Publishing Company, Monterey, California, hal. 609-626.

Hendrawati, Sumarni, S., dan Nurhasni, 2015, Penggunaan kitosan sebagai koagulan alami dalam perbaikan kualitas air danau, *Jurnal Kimia VALENSI.*, 1(1), 1–11.

Heriyanti, Rahmawati, Wilaksono, A., Amri, N., Davidson, K.N., Rimawan, B., 2018, Adsorpsi air gambut menggunakan karbon aktif dari buah bintaro, *Chemistry publish Journal.*, 2(2), 11–20.

Hidayati, R., dan Zainul, R., 2019, Studi termodinamika transpor ionik natrium klorida dalam air dan campuran tertentu, INA-Rxiv, 29 Jan. 2019. Web.

Hill, Mc-Graw, 1960, *Encyclopedia of Science and Technology*, The McGraw.Hill Companies, Inc., United States of America, hal. 374-375

Hussain, G., and Haydar, S., 2020, Comparative evaluation of glycine max l. and alum for turbid water treatment, *Water, Air, and Soil Pollution.*, 231(2), 57.

Irianty S. R., 2010, Pengaruh massa biji kelor (*moringa oleifera lamk*) dan waktu

pengendapan pada air gambut, *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol. 9, hal. 82-86. Jurusan Teknik Kimia, Universitas Riau.

Joe, B.M., et al, 2015, Optimization of the operating conditions of turbidity removal from synthesized dairy wastewater using pumpkin seed as a coagulant, *International Journal of Scientific & Engineering Research* 6(2), 1270

Junisu, B.A., et al, 2017, Pengaruh penambahan kitosan terhadap efektivitas proses koagulasi menggunakan besi (III) klorida heksahidrat, *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, 1(2), 63–69.

Kamel, S., Zaki, Z.Z.M., and Kassim, J., 2018, The effectiveness of psophocarpus tetragonolobus's seed as turbidity removal, *International Journal of Engineering and Technology*, 7(3), 144–46.

Karr L.L. K., Grieshop, C. M., Merchen, N. R., Mahan, D. C., and Fahey Jr., G. C., 2004, Chemical composition and protein quality comparisons of soybeans and soybean meals from five leading soybean-producing countries, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 6193–6199.

Krisnawati, A., 2017, Kedelai sebagai sumber pangan fungsional, *Iptek Tanaman Pangan*, 12(1), 57–65.

Kristianto, H., Prasetyo, S. and Sugih, A. K., 2019, Pemanfaatan ekstrak protein dari kacang-kacangan sebagai koagulan alami: Review, *Jurnal Rekayasa Proses*, 13(2), 65.

Kusnaedi, 2006, *Mengolah air gambut dan kotor untuk air minum*, Penebar Swadaya, Jakarta, hal. 23

Langelier W. F., Ludwig H. P., 1949, *Mechanism of flocculation in the clarification of turbid waters*, J.A.W.W.A. 41, 163-181.

Liu, K.S., 1997, *Chemistry and nurtitional value of soybean components, in soybean, chemistry, technology, and utilization*, Chapman & Hall, New York, hal. 25-113.

Liu, K., 2004, *Soybeans as functional foods and ingredients*, AOCS Publishing, USA, hal. 135.

Liu, K., 2012, *Soybeans: chemistry, technology, and utilization*, Boston, MA: Springer, Hal. 25-113 https://doi.org/10.1007/978-1-4615- 1763-4

Lu F.J., 1990, Fluorescent humic substances and blackfoot disease in taiwan, *Applied Organomeallic Chemistry*, 4, 191–193.

Mahida, U. N., 1986, *Pencemaran dan pemanfaatan limbah industri*, Rajawali Press, Jakarta, hal. 231

Mackereth, F. J., Heron, T., and Tallinn, J. F., 1989, *Water analysis freshwater biological association.*, Cumbria, UK, hal. 456.

Madrona, G.S., *et al.*, 2010, Study of the Effect of Saline Solution on the Extraction of the *Moringa oleifera* Seed's Active Component for Water treatment, *Water, Air, and Soil Pollution.*, 211(1–4) hal. 409–415.

Mallamace, F., Corsaro, C., Mallamace, D., Vasi, S., Vasi, C., Dugo, G., 2015, The role of water in protein's behavior: The two dynamical crossovers studied by NMR and FTIR techniques, *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 13, 33-37.

Manual, Instruction, 2002, *HI 9811-5 Portable PH / EC / TDS / ° C Meters*, hal.

8-9.

Manual, Instruction, 2012, Instruction manual TN-100 / T-100 Portable Turbidimeter, hal. 6.

Mujariah, Abram, P.H., and Jura, M.R., 2017, Penggunaan gel lidah buaya (aloe vera) sebagai koagulan alami dalam penjernihan air sumur di desa sausu tambu kecamatan sausu, *Jurnal Akademika Kimia.*, 5(1), 16.

Mulja, M., Suharman, 1995, A*nalisis instrumen, cetakan 1*, Airlangga University Press, Surabaya, hal. 26-32.

Musadad, D.A., 1998, Pengaruh air gambut terhadap kesehatan dan upaya pemecahannya, *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan* 8(01) hal. 8-10.

Mills M.S., Thurman E.M,, Ertel J., Thorn K.A., 1996, *Organic geochemistry and sources of natural aquatic foams, In: Gaffney JS, Marley NA, Clark SB* (eds),Humic and fulvic acids-isolation, structure, and environmental role. ACS, Washington, DC, hal. 151–192.

Nastiti, Y., Daud, S., and Herman, S., 2015, Penyisihan warna, zat organik dan kekeruhan pada air gambut dengan kombinasi proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan alumunium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) dan membran ultrafiltrasi, *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 2, 5–6.

Ndabigengesere, A., Narasiah, K.S., 1998, Quality of water treated by coagulation using *moringa oleifera*, *Water Research*, 32 (3), 781-791.

Nicola F., 2015, Hubungan antara konduktivitas tds dan tss dengan kadar $fe^{2+}$ dan fe total pada air sumur gali, *Skripsi*, Jurusan Kimia Universitas Jember.

Notodarmojo, S., 1994, Pengolahan air berwarna: kajian terhadap studi laboratorium, Makalah Lokakarya Pengolahan Air Berwarna, Palangkaraya.

Nugroho, B.A., Miswadi, S.S., and Santosa, N.B., 2014, Penggunaan serbuk biji kelor untukmenurunkan kadar pb, kekeruhan dan intensitas warna, *Indonesia Journal of Chemical Science*, 3(3), 174–78.

Page, S.E., Siegert, F.,. Rieley, J.O., Boehm, H.V., Jaya, A., and Limin, S., 2002, The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997, *Nature*, 420, 61-65.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum. 20 Juni 2017. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 864. Jakarta.

Prihatinningtyas, 2013, Natural coagulant application from corn flour in clean water treatment, *Jurnal Teknosains*, 2(2), 1–26.

Pusteklim, 2007, Pelatihan *teknologi tepat guna pengolahan air limbah*, Yogyakarta, hal. 1.

Putra, S., Rantjono, S., dan Arifiansyah, T., 2009, Optimasi tawas dan kapur untuk koagulasi air keruh dengan penanda I-131, *Seminar Nasional V Sdm Teknologi Nuklir Yogyakarta*, ISSN 1978-0176, hal. 699.

Putra, R.S., Liyanita, A., Arifah, N., Puspitasari, E., Sawaludin, Hizam, M.N., 2017, Enhanced electro-catalytic process on the synthesis of fame using cao from eggshell, *Energy Procedia*,105, 289–296.

Putra, R.S., Ayu, M., and Amri, R.Y., 2020, Performance Comparison between Biocoagulant Based on Protein and Tannin Compared with Chemical Coagulant, *Key Engineering Materials*, 840, 29–34.

Putri, D.A.C., Joko, T., and Yunita, N.A., 2015, Kemampuan koagulan kitosan dengan variasi dosis dalam menurunkan kandungan cod dan kekeruhan pada limbah cair laundry (studi pada rahma laundry , kecamatan tembalang , kota semarang), *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3 ISSN: 2356-3346.

Rani, V., Grewal, R.B., & Khetarpaul, N., 2008, Physical characteristics, proximate and mineral composition of some new varieties of soybean (Glycine max L.), *Legume Research*, 31(1), 31–35.

Rau J.G,Wooten DC, 1980, *Environmental impact analysis handbook*. Graw Hill Book Company, New York, hal. 324-326.

Rehansyah, M.A, Edward H.S., and Elystia, S., 2017, Penyisihan zat organik dan warna pada air gambut dengan koagulan alami campuran (biji jagung, biji kelor dan biji semangka), *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 4(2), 1–9.

Rifa'i, J., 2007, Pemeriksaan kualitas air bersih dengan koagulan alum dan pac di ipa jurug pdam kota surakarta, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta, Solo.

Risdianto, D., 2007, Optimisasi proses koagulasi flokulasi untuk pengolahan air limbah industri jamu (studi kasus pt. sido muncul), *Thesis*, Magister Teknik Kimia, Universitas Diponegoro.

Riyandini, Lestari, V., Elystia, S., and Edward. 2015, Pengolahan air gambut dengan biji asam jawa (tamarindus indica l) sebagai biokoagulan, *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 2(2), 1–6.

Rohaeti, E., Heryant, R., Rafi, M., Wahyuningrum, A., and Darusman L.K., 2011, Prediksi kadar flavonoid total tempuyung (*sonchus arvensis l.*) menggunakan kombinasi spektroskopi ir dengan regresi kuadrat terkecil parsial, *Jurnal Kimia*, 5(2) hal. 101-106.

Rubinatta, A., Purnaini, R., and Utomo, K.P., 2014, Perancangan alat pengolahan air gambut sederhana menjadi air minum skala rumah tangga, *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Untan*, 2(1), 1–10.

Saha, S., Gupta, A., Mahajan, V., Kundu, S., & Gupta, H., 2008, Physicochemical and nutritional attributes in 20 black soybean lines (*Glycine max L.*) of himalayan region, India, *Journal of Food Quality*, 31(1), 79–95.

Sastrohamidjojo, H., 2018, Dasar-dasar spektroskopi, UGM Press, Yogyakarta, hal.47.

Siegert, F., Zhukov, B., Oertel D., Limin, S., Page S.E., Rieley, J.O., 2004, Peat fires detected by the BIRD satellite, *International Journal of Remote Sens*ing, 25(16), 3221–3230.

Stevenson, F.J., 1994, *Humus chemistry: genesis, composition reaction, 2nd ed*, John Wiley and Sons, Inc., Canada, hal. 321.

Silverstein, R.M., Bassler G.C., and Morrill T.C., 1991, *Spectrometric identification of organic compound*. John wiley & Sons, Inc, New York.

Situmorang, M., 2007, *Kimia lingkungan*, Fakulatas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Medan, Medan, Hal. 37

Srawaili, N., 2008, Efektivitas biji kelor (*moringa oleifera*) dalam menurunkan kekeruhan, kadar ion besi, dan mangan dalam air, *Master Thesis Program.*, Studi Kimia Institut Teknologi Bandung.

Srinivasan, P.T., *et al*, 1999, *Aluminium in drinking water: An overview*, Water SA, 25(1), 47-56.

Stumm, W., dan Morgan J.J., 1996, *Aquatic Chemistry Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters, Third Edition*. John Wiley & Sons, Inc, New York, hal. 520

Suharto, 2011, *Limbah Kimia dalam Pencemaran Air dan Udara*, CV. Andi Offset, Yogyakarta, hal.167.

Suherman, D., and Sumawijaya, N., 2013, Menghilangkan warna dan zat organik air gambut dengan metode koagulasi-flokulasi suasana basa, *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, 23(2), 125.

Susanto, R., 2008, Optimasi koagulasi-flokulasi dan analisis kualitas air pada industri semen, *Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 4–54.

Sutapa I.D.A., 2006, Kajian jar test koagulasi-flokulasi sebagai dasar perancangan instalasi pengolahan air gambut (ipag) menjadi air bersih, *Research Centre for Limnology*, hal. 1-11.

Sutapa, I.D.A., 2014, Perbandingan efisiensi koagulan poli aluminium khlorida dan aluminium sulfat dalam menurunkan turbiditas air gambut dari kabupaten katingan provinsi kalimantan tengah, *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan.*, 24(1), 13–21.

Syarfi, H.S., 2007, Rejeksi zat organik air gambut dengan membran ultrafiltrasi, *Jurnal Sains dan Teknologi*, 6(1), Program Studi Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru, hal. 1-4.

Syukri, 1999, *Kimia Dasar Jilid 2*, UI Press, Bandung, hal. 253-259.

Tebbutt, T.H.Y., 1992, *Organic Geochemistry of Natural Waters*, Mrtinus Nijhoff/Dr.W.Junk. Publ, Dordrecht, The Netherlands, hal. 144.

Thermo Nicolet, 2001, *Introduction to fourier transform infrared spectrometry*, Thermo Nicolet Corporation, Madison, USA, hal. 2

Usup, A., Hashimoto, Y., Takahashi, H., and Hayasaka, H., 2004, Combustion and thermal characteristics of peat fire in tropical peatland in central kalimantan, indonesia, *Tropics.*, 14(1), 1–19.

Wandruszka V.R., 2000, Humic acids: their detergent qualities and potential uses in pollution remediation. *Geochemical Transpor*, 1, 10–15.

White, A., Handler, P., and Smith E.L., 1968, Principles of biochemistry, 4th ed. McGraw-Hill, New York, hal. 12-96.

Wibowo, P. and Suyatno, N., 1998, A*n Overview of Indonesia Wetland Sites-II* (an Update Information): Included in the Indonesia Wetland Database Wetlands International-Indonesia Programmed an Dirjen PHPA, Bogor, hal, 125 – 140

Winarno, F.G., 2002, *Kimia pangan dan gizi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, hal. 104-107.

Winarno, F. G., 2008, *Kimia pangan dan gizi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, hal. 72-74.

Vidal *et al.*, 2014, Evaluation of taro starches (*colocasia esculenta*) as flocculant aids in turbidity removal for water treatment process, *Mexican Journal of Chemical Engineering*, 13(3) hal. 855-863.

Voet D., and Voet J.G., 1990, *Biochemistry*, John Wiley& Sons, New York, hal.

Yin, C.Y., 2010, Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment, *Process Biochemistry*, 45(9), 1437–1444.

Yudhapratama, Ersan dkk., 2010, *Penentuan Keberadaan Zat Aditif pada Plastik Kemasan Melalui Perlakuan Pemanasan pada Spektrometer IR*, UPI, Bandung, hal. 4-5.

Yustiawati, et al, 2016, Peat Fire Impact on Water Quality and Organic Matter in Peat Soil, *Tropical Peatland Ecosystems*, 281–96.

Zhou, H.X., 2005, Interactions of macromolecules with salt ions: an electrostatic theory for the hofmeister effect, *Protein Structure Function Genetics*, 61(1), 69–78.

**LAMPIRAN**

Lampiran 1. Pengaruh dosis biokoagulan terhadap turbiditas.

- **HA 50 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| Turbiditas awal (NTU) | Dosis koagulan | Turbiditas akhir (NTU) | | | Rata-rata | % penurunan turbiditas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | | |
| 39,07 | 4 mL | 0,7 | 0,57 | 0,47 | 0,58±0,12 | 98,52±0,3 |
| | 6 mL | 1,36 | 1,37 | 1,76 | 1,50±0,23 | 96,17±0,58 |
| | 8 mL | 1,83 | 1,97 | 1,76 | 1,85±0,11 | 95,26±0,27 |
| | 10 mL | 29,7 | 29,6 | 29,8 | 29,70±0,10 | 23,98±0,26 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengn akuades

| Turbiditas awal (NTU) | Dosis koagulan | Turbiditas akhir (NTU) | | | Rata-rata | % penurunan turbiditas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | | |
| 39,07 | 4 mL | 1.09 | 0.94 | 0.95 | 0,99±0,08 | 97,46±0,21 |
| | 6 mL | 2,03 | 2,12 | 2,17 | 2,11±0,07 | 94,61±0,18 |
| | 8 mL | 28,9 | 28,0 | 29,0 | 28,63±0,55 | 26,71±1,41 |
| | 10 mL | 56,1 | 55,7 | 55,8 | 55,87±0,21 | -42,99±0,53 |

- **HA 70 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| Turbiditas awal (NTU) | Dosis koagulan | Turbiditas akhir (NTU) | | | Rata-rata | % penurunan turbiditas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | | |
| 48,63 | 4 mL | 0,45 | 0,52 | 0,54 | 0,50±0,05 | 98,97±0,10 |
| | 6 mL | 0,68 | 0,56 | 0,54 | 0,59±0,08 | 98,78±0,16 |
| | 8 mL | 11,25 | 10,69 | 10,35 | 10,76±0,45 | 77,87±0,93 |
| | 10 mL | 34,30 | 33,70 | 34,20 | 34,07±0,32 | 29,95±0,66 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| Turbiditas awal (NTU) | Dosis koagulan | Turbiditas akhir (NTU) | | | Rata-rata | % penurunan turbiditas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | | |
| 48,63 | 4 mL | 6,00 | 6,14 | 6,18 | 6,11±0,09 | 87,44±0,19 |
| | 6 mL | 5,25 | 5,25 | 5,29 | 5,26±0,02 | 89,18±0,05 |
| | 8 mL | 1,82 | 1,69 | 1,45 | 1,65±0,19 | 96,60±0,39 |
| | 10 mL | 0,87 | 0,80 | 0,90 | 0,87±0,06 | 98,20±0,11 |

- **HA 90 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| Turbiditas awal (NTU) | Dosis koagulan | Turbiditas akhir (NTU) | | | Rata-rata | % penurunan turbiditas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | | |
| 67,97 | 4 mL | 28,80 | 29,00 | 28,90 | 28,90±0,10 | 57,48±0,15 |
| | 6 mL | 0,40 | 0,39 | 0,45 | 0,41±0,03 | 99,39±0,05 |
| | 8 mL | 3,63 | 3,67 | 3,79 | 3,70±0,08 | 94,56±0,12 |
| | 10 mL | 4,15 | 4,16 | 4,04 | 4,12±0,07 | 93,94±0,10 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| Turbiditas awal (NTU) | Dosis koagulan | Turbiditas akhir (NTU) | | | Rata-rata | % penurunan turbiditas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | | |
| 67,97 | 4 mL | 3,05 | 3,07 | 3,07 | 3,06±0,10 | 95,49±0,15 |
| | 6 mL | 4,39 | 4,40 | 4,38 | 4,39±0,01 | 93,54±0,05 |
| | 8 mL | 29,80 | 30,00 | 30,00 | 29,93±0,12 | 55,96±0,12 |
| | 10 mL | 64,80 | 63,90 | 64,10 | 64,27±0,47 | 5,45±0,10 |

- **Penurunan Turbiditas**

  Penurunan Turbiditas (%) = $[(T - T')/\,T\,] \times 100$

**Lampiran 2.** Pengaruh dosis biokoagulan terhadap TDS

- **HA 50 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| TDS awal (mg/L) | Dosis koagulan | TDS akhir (mg/L) | | | Rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 117 | 4 mL | 556 | 555 | 556 | 556±0,58 |
| | 6 mL | 781 | 779 | 782 | 781±1,53 |
| | 8 mL | 978 | 978 | 978 | 978±0 |
| | 10 mL | 1140 | 1140 | 1140 | 1140±0 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| TDS awal (mg/L) | Dosis koagulan | TDS akhir (mg/L) | | | Rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 117 | 4 mL | 115 | 115 | 115 | 115±0 |
| | 6 mL | 115 | 114 | 115 | 115±0,58 |
| | 8 mL | 115 | 115 | 115 | 115±0 |
| | 10 mL | 115 | 113 | 116 | 115±1,53 |

- **HA 70 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| TDS awal (mg/L) | Dosis koagulan | TDS akhir (mg/L) | | | Rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 120 | 4 mL | 542 | 542 | 542 | 542±0 |
| | 6 mL | 798 | 798 | 798 | 798±0 |
| | 8 mL | 955 | 955 | 955 | 955±0 |
| | 10 mL | 1140 | 1140 | 1140 | 1140±0 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| TDS awal (mg/L) | Dosis koagulan | TDS akhir (mg/L) | | | Rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 117 | 4 mL | 111 | 110 | 111 | 111±0,58 |
| | 6 mL | 109 | 112 | 111 | 111±1,53 |
| | 8 mL | 115 | 115 | 115 | 115±0 |
| | 10 mL | 115 | 115 | 115 | 115±0 |

- **HA 90 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| TDS awal (mg/L) | Dosis koagulan | TDS akhir (mg/L) | | | Rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 115 | 4 mL | 529 | 529 | 529 | 529±0 |
| | 6 mL | 796 | 796 | 796 | 796±0 |
| | 8 mL | 926 | 926 | 926 | 926±0 |
| | 10 mL | 1100 | 1100 | 1100 | 1100±0 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| TDS awal (mg/L) | Dosis koagulan | TDS akhir (mg/L) | | | Rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 115 | 4 mL | 113 | 113 | 113 | 113±0 |
| | 6 mL | 109 | 109 | 109 | 109±0 |
| | 8 mL | 109 | 108 | 109 | 109±0,58 |
| | 10 mL | 109 | 109 | 109 | 109±0 |

**Lampiran 3.** Pengaruh dosis biokoagulan terhadap EC

- **HA 50 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| EC awal (mS/cm) | EC (mS/cm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 0.25 | 1.14 | 1.65 | 2.10 | 2.50 |
| | 1.13 | 1.67 | 2 | 2.51 |
| | 1.14 | 1.68 | 2.2 | 2.51 |
| Rata-rata | 1.14±0,01 | 1.67±0,02 | 2.10±0,10 | 2.51±0,01 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| EC awal (mS/cm) | EC (mS/cm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 0.25 | 0.34 | 0.25 | 0.24 | 0.24 |
| | 0.33 | 0.25 | 0.24 | 0.24 |
| | 0.34 | 0.25 | 0.23 | 0.24 |
| Rata-rata | 0.34±0.01 | 0.25±0 | 0.24±0,01 | 0.24±0 |

- **HA 70 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| EC awal (mS/cm) | EC (mS/cm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 0.25 | 1.15 | 1.74 | 2.03 | 2.56 |
| | 1.15 | 1.70 | 2.00 | 2.56 |
| | 1.17 | 1.71 | 2.02 | 2.55 |
| Rata-rata | 1.16±0,01 | 1.72±0,02 | 2.02±0,02 | 2.56±0,01 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| EC awal (mS/cm) | EC (mS/cm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 0.25 | 0.25 | 0.26 | 0.26 | 0.27 |
| | 0.25 | 0.26 | 0.26 | 0.27 |
| | 0.25 | 0.25 | 0.26 | 0.26 |
| Rata-rata | 0.25±0 | 0.26±0,01 | 0.26±0 | 0.27±0,01 |

- **HA 90 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| EC awal (mS/cm) | EC (mS/cm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 0.25 | 1.12 | 1.66 | 2.03 | 2.46 |
| | 1.12 | 1.65 | 2.03 | 2.45 |
| | 1.11 | 1.66 | 2.03 | 2.44 |
| Rata-rata | 1.12±0,01 | 1.66±0,01 | 2.03±0 | 2.45±0,01 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| EC awal (mS/cm) | EC (mS/cm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 0.25 | 0.35 | 0.31 | 0.30 | 0.27 |
| | 0.33 | 0.31 | 0.29 | 0.30 |
| | 0.3 | 0.31 | 0.30 | 0.28 |
| Rata-rata | 0.33±0,03 | 0.31±0 | 0.30±0,01 | 0.28±0,02 |

**Lampiran 4.** Pengaruh dosis biokoagulan terhadap pH

- **HA 50 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| pH awal | pH akhir | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 7.4 | 7.3 | 7.3 | 7.6 | 7.5 |
| | 7.4 | 7.6 | 7.5 | 7.5 |
| | 7.5 | 7.3 | 7.4 | 7.5 |
| Rata-rata | 7.40±0,10 | 7.40±0,17 | 7.50±0,10 | 7.50±0 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| pH awal | pH akhir | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.4 | 7.4 |
| | 7.3 | 7 | 7.5 | 7.2 |
| | 7.3 | 7.3 | 7.2 | 7.2 |
| Rata-rata | 7.3±0 | 7.2±0,15 | 7.4±0,15 | 7.3±0,12 |

- **HA 70 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| pH awal | pH akhir | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 7.4 | 7.3 | 7.4 | 7.5 | 7.5 |
| | 7.3 | 7.6 | 7.3 | 7.6 |
| | 7.5 | 7.2 | 7.6 | 7.3 |
| Rata-rata | 7.4±0,12 | 7.4±0,20 | 7.5±0,15 | 7.5±0,15 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| pH awal | pH akhir | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 7.4 | 7.2 | 7.3 | 7.5 | 7.4 |
| | 7.3 | 7.4 | 7.3 | 7.6 |
| | 7.1 | 7.2 | 7.6 | 7.3 |
| Rata-rata | 7.2±0,10 | 7.3±0,10 | 7.5±0,15 | 7.4±0,15 |

- **HA 90 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| pH awal | pH akhir | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 7.4 | 7.3 | 7.4 | 7.4 | 7.5 |
| | 7.3 | 7.6 | 7.5 | 7.4 |
| | 7.5 | 7.2 | 7.2 | 7.3 |
| Rata-rata | 7.4±0,12 | 7.4±0,20 | 7.4±0,15 | 7.4±0,10 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| pH awal | pH akhir | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 7.4 | 7.3 | 7.4 | 7.3 | 7.4 |
| | 7.3 | 7.4 | 7.3 | 7.2 |
| | 7.2 | 7.2 | 7.1 | 7.1 |
| Rata-rata | 7.3±0,06 | 7.3±0,12 | 7.2±0,12 | 7.2±0,15 |

**Lampiran 5**. Pengaruh dosis biokoagulan terhadap efek Tyndall

- **HA 50 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| Intensitas cahaya awal (lux) | Intensitas cahaya akhir (lux) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 440.67 | 612 | 621 | 572 | 565 |
| | 640 | 603 | 605 | 553 |
| | 626 | 577 | 588 | 525 |
| Rata-rata | 626.00±14.00 | 600.33±22,12 | 588.33±16,50 | 547.67±20,53 |
| Turbiditas (NTU) | 0.58 | 1.50 | 1.85 | 29.70 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| Intensitas cahaya awal (lux) | Intensitas cahaya akhir (lux) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 440.67 | 602 | 544 | 492 | 427 |
| | 568 | 537 | 472 | 403 |
| | 556 | 538 | 475 | 407 |
| Rata-rata | 575.33±23,86 | 539.67±3.79 | 479.67±10,79 | 412.33±12,86 |
| Turbiditas (NTU) | 0.99 | 2.11 | 28.63 | 55.87 |

- **HA 70 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| Intensitas cahaya awal (lux) | Intensitas cahaya akhir (lux) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 330.33 | 522 | 606 | 517 | 463 |
| | 614 | 550 | 516 | 448 |
| | 645 | 560 | 522 | 448 |
| Rata-rata | 593.67±63,97 | 572.00±29,87 | 518.33±3.21 | 453.00±8,66 |
| Turbiditas (NTU) | 0.50 | 0.59 | 10.76 | 34.07 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| Intensitas cahaya awal (lux) | Intensitas cahaya akhir (lux) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 330.33 | 368 | 462 | 471 | 598 |
| | 371 | 460 | 462 | 578 |
| | 373 | 433 | 468 | 528 |
| Rata-rata | 370.67±2.52 | 451.67±16.20 | 467.00±4.58 | 568.00±36,06 |
| Turbiditas (NTU) | 6.11 | 5.26 | 1.65 | 0.87 |

- **HA 90 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| Intensitas cahaya awal (lux) | Intensitas cahaya akhir (lux) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 384.00 | 514 | 611 | 582 | 584 |
| | 518 | 617 | 602 | 581 |
| | 501 | 623 | 573 | 564 |
| Rata-rata | 511.00±8.89 | 617.00±6.00 | 585.67±14.84 | 576.33±10,79 |
| Turbiditas (NTU) | 28.90 | 0.41 | 3.70 | 4.12 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| Intensitas cahaya awal (lux) | Intensitas cahaya akhir (lux) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dosis Koagulan | | | |
| | 4 mL | 6 mL | 8 mL | 10 mL |
| 384.00 | 612 | 580 | 516 | 465 |
| | 617 | 587 | 492 | 467 |
| | 609 | 585 | 503 | 461 |
| Rata-rata | 612.67±4.04 | 584.00±3.61 | 503.67±12.01 | 464.33±3.06 |
| Turbiditas (NTU) | 3.06 | 4.39 | 29.93 | 64.27 |

**Lampiran 6.** Pengaruh dosis koagulan terhadap SVI dan *Sludge mass*

- **HA 50 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| Dosis Koagulan | Berat kertas saring | $SM_0$ | SMt | Sludge Mass (%) | *SVI (Sludge Volume Index)* (mL/g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 mL | 0.952 | 1.901 | 0.107 | 94.37 | 15.89 |
| 6 mL | 0.959 | 1.620 | 0.090 | 94.44 | 14.44 |
| 8 mL | 0.959 | 1.495 | 0.066 | 95.59 | 12.88 |
| 10 mL | 0.961 | 1.166 | 0.044 | 96.23 | 11.36 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| Dosis koagulan | Berat kertas saring | $SM_0$ | SMt | Sludge Mass (%) | *SVI (Sludge Volume Index)* (mL/g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 mL | 0.972 | 1.861 | 0.095 | 94.90 | 9.47 |
| 6 mL | 0.954 | 1.666 | 0.083 | 95.02 | 9.64 |
| 8 mL | 0.980 | 1.659 | 0.077 | 95.36 | 10.39 |
| 10 mL | 0.966 | 1.567 | 0.065 | 95.85 | 11.54 |

- **HA 70 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| Dosis koagulan | Berat kertas saring | $SM_0$ | SMt | Sludge Mass (%) | *SVI (Sludge Volume Index)* (mL/g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 mL | 1 | 1.948 | 0.097 | 95.02 | 23.20 |
| 6 mL | 0.991 | 1.841 | 0.089 | 95.17 | 22.47 |
| 8 mL | 0.992 | 1.660 | 0.068 | 95.90 | 22.06 |
| 10 mL | 0.998 | 1.566 | 0.060 | 96.17 | 20.83 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| Dosis koagulan | Berat kertas saring | $SM_0$ | SMt | Sludge Mass (%) | *SVI (Sludge Volume Index)* (ml/g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 mL | 1.001 | 1.502 | 0.066 | 95.61 | 30.30 |
| 6 mL | 0.990 | 1.624 | 0.072 | 95.57 | 27.78 |
| 8 mL | 0.987 | 1.649 | 0.075 | 95.45 | 25.33 |
| 10 mL | 0.992 | 1.892 | 0.091 | 95.19 | 16.48 |

- **HA 90 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl

| Dosis koagulan | Berat kertas saring | $SM_0$ | SMt | Sludge Mass (%) | *SVI (Sludge Volume Index)* (mL/g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 mL | 1.025 | 1.400 | 0.042 | 97.00 | 17.86 |
| 6 mL | 1.012 | 1.640 | 0.083 | 94.94 | 24.10 |
| 8 mL | 1.002 | 1.544 | 0.068 | 95.60 | 22.06 |
| 10 mL | 1.000 | 1.573 | 0.065 | 95.87 | 21.54 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

| Dosis koagulan | Berat kertas saring | $SM_0$ | SMt | Sludge Mass (%) | *SVI (Sludge Volume Index)* (mL/g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 mL | 0.998 | 2.115 | 0.050 | 97.64 | 30.00 |
| 6 mL | 1.011 | 2.062 | 0.041 | 98.01 | 42.68 |
| 8 mL | 1.010 | 2.032 | 0.032 | 98.43 | 46.88 |
| 10 mL | 1.004 | 1.929 | 0.021 | 98.91 | 47.62 |

Perhitungan SVI:

$$\text{SVI} = \frac{volume\ lumpur\left(\frac{mL}{L}\right) \times 1000\ \left(\frac{mg}{g}\right)}{MLSS/0{,}5\ \left(\frac{mg}{L}\right)}$$

Perhitungan *sludge mass:*

$$\textit{Sludge Mass}\ (\%) = \frac{SM_o - SM_t}{SM_o} \times 100$$

$SM_o$ = berat *sludge* basah (g)

$SM_t$ = berat *sludge* kering (g)

**Lampiran 7.** Pengaruh penggunaan koagulan PAC pada dosis optimum

- **50 ppm**

| Turbiditas awal (NTU) | dosis koagulan | turbiditas akhir (NTU) | | | rata-rata | % penurunan turbiditas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | | |
| 39.07 | 4 mL | 0.13 | 0.15 | 0.18 | 0,15 ±0.025 | 99.61 ± 0.064 |

| TDS awal (mg/L) | dosis koagulan | TDS akhir (NTU) | | | rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 39.07 | 4 mL | 120 | 120 | 120 | 120±0 |

| EC awal (mS/cm) | dosis koagulan | EC akhir (mS/cm) | | | rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 0.25 | 4 mL | 0.34 | 0.32 | 0.34 | 0.33±0.01 |

| pH | dosis koagulan | pH | | | rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 7.4 | 4 mL | 6.9 | 7 | 7 | 7±0.06 |

| intensitas cahaya awal (lux) | dosis koagulan | Intensitas cahaya akhir (lux) | | | rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 440.67 | 4 mL | 973 | 985 | 990 | 982.67±8.74 |

| Dosis koagulan | Berat kertas saring | $SM_0$ | SMt | Sludge Mass (%) | *SVI (Sludge Volume Index)* (ml/g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 mL | 0.930 | 2.083 | 0.090 | 95.68 | 55.55 |

- **70 ppm**

| Turbiditas awal (NTU) | dosis koagulan | turbiditas akhir (NTU) | | | rata-rata | % penurunan turbiditas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | | |
| 48.63 | 4 mL | 0.34 | 0.3 | 0.33 | 0.32 ± 0.02 | 99.34±0.043 |
| | 10 mL | 12.94 | 13.22 | 14.00 | 13.29 ± 0.56 | 72.47±1.13 |

| TDS awal (mg/L) | dosis koagulan | TDS akhir (NTU) | | | rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 120 | 4 mL | 120 | 120 | 120 | 120±0 |
| | 10 mL | 146 | 146 | 146 | 146±0 |

| EC awal (mS/cm) | dosis koagulan | EC akhir (mS/cm) | | | rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 0.25 | 4 mL | 0.31 | 0.31 | 0.3 | 0.31±0.01 |
| | 10 mL | 0.33 | 0.34 | 0.36 | 0.34±0.015 |

| pH | dosis koagulan | pH | | | rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 7.4 | 4 mL | 7 | 7.3 | 7.2 | 7.2 ±0.15 |
| | 10 mL | 5.7 | 5.9 | 6 | 5.9±0.15 |

| intensitas cahaya awal (lux) | dosis koagulan | Intensitas cahaya akhir (lux) | | | rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 330.33 | 4 mL | 939 | 921 | 926 | 928.67±9.29 |
| | 10 mL | 474 | 467 | 485 | 475.33±9.07 |

| Dosis | Berat Kertas Saring | $SM_0$ | SMt | Sludge Mass (%) | *SVI (Sludge Volume Index)* (ml/g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 mL | 0.951 | 2.039 | 0.104 | 94.90 | 48.08 |
| 10 mL | 0.965 | 1.596 | 0.077 | 95.18 | 1.30 |

- **90 ppm**

| Turbiditas awal (NTU) | dosis koagulan | turbiditas akhir (NTU) | | | rata-rata | % penurunan turbiditas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | | |
| 67.97 | 4 mL | 0.45 | 0.42 | 0.47 | 0.45±0.03 | 99.34±0.04 |
| | 6 mL | 0.27 | 0.24 | 0.29 | 0.27±0.025 | 99.61±0.04 |

| TDS awal (mg/L) | dosis koagulan | TDS akhir (NTU) | | | rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 115 | 4 mL | 127 | 124 | 129 | 127±2.52 |
| | 6 mL | 131 | 129 | 133 | 131±2 |

| EC awal (mS/cm) | dosis koagulan | EC akhir (mS/cm) | | | rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 0.25 | 4 mL | 0.29 | 0.32 | 0.35 | 0.32±0.03 |
| | 6 mL | 0.32 | 0.31 | 0.32 | 0.32±0.01 |

| pH | dosis koagulan | pH | | | rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 7.4 | 4 mL | 6.9 | 7 | 6.8 | 6.9±0.10 |
| | 6 mL | 6.8 | 6.6 | 6.6 | 6.7±0.12 |

| intensitas cahaya awal (lux) | dosis koagulan | Intensitas cahaya akhir (lux) | | | rata-rata |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| 384 | 4 mL | 600 | 571 | 575 | 582.00±15.72 |
| | 6 mL | 592 | 575 | 590 | 585.67±9.29 |

| Dosis koagulan | Berat kertas saring | $SM_0$ | SMt | Sludge Mass (%) | *SVI (Sludge Volume Index)* (ml/g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 mL | 0.964 | 2.047 | 0.089 | 95.65 | 42.13 |
| 10 mL | 0.967 | 2.187 | 0.106 | 95.15 | 47.17 |

**Lampiran 8.** Gambar air gambut sesudah pengolahan

- **HA 50 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl



(a) (b) (c) (d)

| | dosis koagulan | | | |
|---|---|---|---|---|
| Intensitas cahaya (Lux) | 4 mL (a) | 6 mL (b) | 8 mL (c) | 10 mL (d) |
| | 626.00 | 600.33 | 588.33 | 547.67 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades

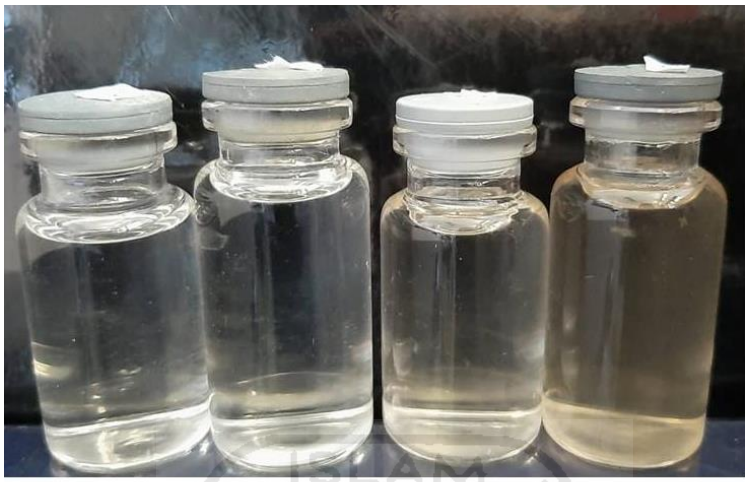


(a) (b) (c) (d)

| | dosis koagulan | | | |
|---|---|---|---|---|
| Intensitas cahaya (Lux) | 4 mL (a) | 6 mL (b) | 8 mL (c) | 10 mL (d) |
| | 575.33 | 539.67 | 479.67 | 412.33 |

- **HA 70 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl



(a) (b) (c) (d)

| | dosis koagulan | | | |
|---|---|---|---|---|
| Intensitas cahaya (Lux) | 4 mL (a) | 6 mL (b) | 8 mL (c) | 10 mL (d) |
| | 593.67 | 572.00 | 518.33 | 453.00 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades



(a) (b) (c) (d)

| | dosis koagulan | | | |
|---|---|---|---|---|
| Intensitas cahaya (Lux) | 4 mL (a) | 6 mL (b) | 8 mL (c) | 10 mL (d) |
| | 370.67 | 451.67 | 467.00 | 568.00 |

- **HA 90 ppm**

a. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan 1.0 M NaCl



(*) (a) (b) (c) (d)

| | dosis koagulan | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intensitas cahaya (Lux) | Initial(*) | 4 mL (a) | 6 mL (b) | 8 mL (c) | 10 mL (d) |
| | 384.00 | 511.00 | 617.00 | 585.67 | 576.33 |

b. Biokoagulan kacang kedelai yang diekstrak dengan akuades



(*) (a) (b) (c) (d)

| | dosis koagulan | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intensitas cahaya (Lux) | Initial(*) | 4 mL (a) | 6 mL (b) | 8 mL (c) | 10 mL (d) |
| | 384.00 | 612.67 | 584.00 | 503.67 | 464.33 |

➢ **PAC**

a. 50 ppm



(*) (a)

| | dosis koagulan | |
|---|---|---|
| Intensitas cahaya (Lux) | Initial(*) | 4 mL (a) |
| | 440.67 | 982,67 |

b. 70 ppm



(*) (a) (b)

| | dosis koagulan | | |
|---|---|---|---|
| Intensitas cahaya (Lux) | Initial(*) | 4 mL (a) | 10 mL (b) |
| | 330.33 | 928,67 | 475,33 |

c. 90 ppm



(*) (a) (b)

| | dosis koagulan | | |
|---|---|---|---|
| Intensitas cahaya (Lux) | Initial(*) | 4 mL (a) | 6 mL (b) |
| | 384.00 | 582,00 | 585,67 |