

**PEMANFAATAN BIJI KELOR (*Moringa oleifera*) SEBAGAI KOAGULAN  
PADA PENGOLAHAN AIR SUNGAI CISADANE DALAM  
MENURUNKAN KEKERUHAN, DAYA HANTAR LISTRIK, TDS, DAN  
ZAT ORGANIK**

**SKRIPSI**

**Taufik Putra Hendarsah**

**062120711**



**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PAKUAN  
BOGOR  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Koagulan pada Pengolahan Air Sungai Cisadane dalam Menurunkan Kekeruhan, Daya Hantar Listrik, TDS, dan Zat Organik

Nama : Taufik Putra Hendarsah

NPM : 062120711

Program Studi : KIMIA

Fakultas : MIPA

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui,

Bogor, Oktober 2024

Pembimbing II

Pembimbing I

Yulian Syahputri, M.Si

Dr. Ani Iryani, M.Si

Mengetahui,

Ketua Progam Studi Kimia

Dekan Fakultas MIPA

Dr. Ade Heri Mulyati, M.Si

Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

## RIWAYAT HIDUP



Taufik Putra Hendarsah, dilahirkan di Bogor pada tanggal 6 Mei 1998 anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Yud Hendiarko dan Ibu Linda Latisah. Mulai memasuki jenjang Pendidikan formal pada tahun 2004 di SDN Panaragan 1 Bogor dan lulus pada tahun 2010, melanjutkan Pendidikan di SMPN 7 Bogor, lulus pada tahun 2013, melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 9 Bogor, kemudian pada tahun 2016 melanjutkan Pendidikan Tingkat diploma tiga (D3) di Politeknik AKA Bogor lulus pada tahun 2019, pada tahun 2020 melanjutkan Pendidikan ekstensi strata satu (S1) di Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan Bogor, dan lulus pada tahun 2024.

## LEMBAR PERNYATAAN KEASILAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Taufik Putra Hendarsah  
NPM : 062120711  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Koagulan pada Pengolahan Air Sungai Cisadane dalam Menurunkan Kekeruhan, Daya Hantar Listrik, TDS, dan Zat Organik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Pakuan atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan tidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Pakuan

Demikian pernyataan ini saya buat.

Bogor, Oktober 2024

Taufik Putra Hendarsah

**PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER  
INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA DAN PATEN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Taufik Putra Hendarsah  
NPM : 062120711  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Koagulan pada Pengolahan Air Sungai Cisadane dalam Menurunkan Kekeruhan, Daya Hantar Listrik, TDS, dan Zat Organik

Dengan ini Saya Menyatakan bahwa tugas akhir diatas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir ini. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta karya tulis saya kepada Universitas Pakuan.

Bogor, Oktober 2024

Taufik Putra Hendarsah

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas karunia-Nya penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Koagulan pada Pengolahan Air Sungai Cisadane dalam Menurunkan Kekeruhan, Daya Hantar Listrik, TDS, dan Zat Organik”**. Makalah ini disusun sebagai salah satu syarat menjadi sarjana kimia, Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan di Bogor.

Penyusunan skripsi ini juga terwujud berkat adanya bimbingan, dorongan, serta bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan.
2. Ibu Dr. Ade Heri Mulyati, M.Si selaku ketua Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan.
3. Ibu Dr. Ani Iryani, M.Si selaku pembimbing satu, dan Ibu Yulian Syahputri, M.Si selaku pembimbing dua yang telah memberikan ide, arahan, dukungan dan bimbingan selama penelitian.
4. Seluruh dosen di program studi kimia yang telah banyak memberikan pengetahuan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
5. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa selalu mendoakan dan mendukung penulis.
6. Seluruh Kepala Unit dan rekan-rekan karyawan Lab Perumda Tirta Pakuan Bogor yang telah memberikan izin pelaksanaan penelitian.
7. Seluruh rekan-rekan karyawan Pengolahan 1 regu 2 Perumda Tirta Pakuan Bogor yang telah memberikan arahan dan semangat selama penelitian.
8. Kepada seluruh pihak yang membantu penyusunan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, diperlukan kritik dan saran yang membangun supaya tercapainya kesempurnaan pada skripsi ini, sehingga dapat bermanfaat untuk semua pihak yang membacanya.

Bogor, Oktober 2024

Penulis

**Taufik Putra Hendarsah. 062120711. 2024. “Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Koagulan pada Pengolahan Air Sungai Cisadane dalam Menurunkan Kekeruhan, Daya Hantar Listrik, TDS, dan Zat Organik”.**  
Dibawah bimbingan **Dr. Ani Iryani, M.Si dan Yulian Syahputri, M.Si**

---

## RINGKASAN

Sungai adalah salah satu sumber air baku untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Sungai Cisadane berpotensi untuk diolah menjadi air bersih mengingat ketersediaannya yang masih melimpah. Pemanfaatan biji kelor (*Moringa oleifera*) dapat digunakan sebagai koagulan alami untuk penjernihan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas dosis, kecepatan pengadukan, dan waktu pengendapan koagulan biji kelor dalam menurunkan kekeruhan, daya hantar listrik, *total dissolve solid*, dan kadar zat organik.

Penelitian ini diawali dengan tahapan persiapan sampel biji kelor, dan pengambilan air baku. Biji kelor digerus, disaring dengan saringan ukuran 70 mesh, dan dikeringkan dengan sinar matahari. Air sungai Cisadane diambil menggunakan wadah dengan teknik sampling sesuai SNI 6989.57:2008. Koagulan biji kelor diuji dengan metode jar test (SNI 19.6449.2000). Koagulan biji kelor dioptimasi dengan variasi dosis (20, 40, 60, 80, 100 dan 120 mg/L), variasi kecepatan pengadukan (120 dan 150 rpm) dan variasi lama waktu pengendapan (10, 20, dan 30 menit).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koagulan biji kelor dapat menurunkan nilai kekeruhan 90,10% (44,5 NTU menjadi 4,40 NTU); daya hantar listrik 4,03% (167,4  $\mu\text{s/cm}$  menjadi 160,0  $\mu\text{s/cm}$ ); TDS 4,76% (84 mg/L menjadi 80 mg/L); dan kadar zat organik 31,16% (14,31 mg/L menjadi 9,85 mg/L). Hasil paling optimal berada pada kombinasi perlakuan dosis 60 mg/L, kecepatan pengadukan 150 rpm, dan lama waktu pengendapan 30 menit. Dari hasil penelitian didapat nilai kekeruhan 4,40 NTU dan nilai ini tidak memenuhi standar Permenkes no. 2 tahun 2023 karena melebihi dari 3 NTU. Hal ini disebabkan karena masih ada zat pengotor yang tidak terserap dengan sempurna oleh koagulan biji kelor sehingga tidak dapat terendapkan dengan sempurna.

**Kata kunci:** air bersih, biji kelor, biokoagulan, jar test, Sungai Cisadane



**Taufik Putra Hendarsah. 062120711. 2024. "Utilization of Moringa oleifera Seeds as A Coagulant in Cisadane River Water Treatment to Reduce Turbidity, Electrical Conductivity, TDS, and Organik Substance". Under guidance of Dr. Ani Iryani, M.Si dan Yulian Syahputri, M.Si**

---

### **SUMMARY**

*Rivers are one source of raw water to meet clean water needs. The Cisadane River has the potential to be processed into clean water due its still abundant availability. The seed of Moringa (Moringa oleifera) can be used as biocoagulant for water purification. This study aims to determine the effectiveness of dosage, stirring speed, and settling time of Moringa seed as coagulant in reducing turbidity, electrical conductivity, total dissolve solid, and organic substance.*

*This research begins with the stages of preparing samples of Moringa seeds and sampling raw water. Moringa seeds are crushed, filtered through a 70mesh sieve, and dried beneath the sun. Cisadane river water was sampling using a container with sampling techniques according to SNI 6989.57:2008. Moringa seed coagulant was tested using the jar test method (SNI 19.6449.2000). Moringa seed coagulant was added with varying doses (20, 40, 60, 80, 100 and 120 mg/L), varying fast stirring speed (120 rpm and 150 rpm) and varying settling times of (10, 20 and 30 minutes).*

*The research results show that Moringa seed coagulant can reduce turbidity value by 90.10% (44.5 NTU to 4.40 NTU), electrical conductivity by 4.03% (167.4  $\mu\text{s/cm}$  to 160,0  $\mu\text{s/cm}$ ), TDS by 4.76% (84 mg/L to 80 mg/L) and organic substance by 31.16% (14.31 mg/L to 9.85 mg/L). The most optimal results were in a combination of treatment dose of 60 mg/L, fast stirring speed of 150 rpm, and settling time of 30 minutes. From the research results, the turbidity value was 4.40 NTU, the turbidity value did not meet the standards of Minister of Health Regulation no. 2 of 2023 because it exceeding 3 NTU. This is because there are still impurity compounds that are not completely absorbed by the Moringa seed coagulant so they cannot be completely precipitated.*

**Keyword:** *clean water, Moringa seed, biocoagulant, Jar test, Cisadane river*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>I</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>II</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASILAN SKRIPSI</b> .....	<b>III</b>
<b>PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA DAN PATEN</b> .....	<b>IV</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>V</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>VII</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>VIII</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>IX</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>XI</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>XII</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>XIII</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Hipotesis .....	3
1.4 Manfaat.....	3
<b>BAB II TINJUAN PUSATAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Air.....	4
2.1.1 Sifat Fisika Air.....	4
2.1.2 Sifat Kimia Air.....	5
2.2 Air Sungai.....	5
2.3 Sungai Cisadane .....	6
2.4 Koloid.....	6
2.5 Koagulan .....	7
2.6 Sistem Pengolahan Air .....	7
2.7 Mekanisme Koagulasi .....	8
2.8 Biji Kelor ( <i>Moringa oleifera</i> ).....	10
2.8.1 Klasifikasi .....	12
2.8.2 Penelitian terhadap biji kelor .....	12
2.9 <i>Fourier Transformed Infrared</i> (FTIR) .....	13
2.10 Jar Test .....	14

2.11 Kekeruhan .....	14
2.12 <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS) .....	15
2.13 Daya Hantar Listrik .....	15
2.14 Derajat Keasaman.....	16
2.15 Zat Organik.....	16
2.16 Suhu.....	17
<b>BAB III BAHAN DAN METODE .....</b>	<b>18</b>
3.1 Waktu dan Tempat penelitian.....	18
3.2 Bahan dan Alat .....	18
3.3 Metode Penelitian.....	18
3.3.1 Pengambilan sampel .....	18
3.3.2 Persiapan koagulan biji kelor.....	19
3.3.3 Pengujian FTIR untuk analisis gugus fungsi .....	19
3.3.4 Jar Test.....	19
3.3.5 Pengukuran kekeruhan.....	20
3.3.6 Pengukuran Total Padatan Terlarut (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL) .....	20
3.3.7 Pengukuran suhu.....	20
3.3.8 Pengukuran derajat keasaman (pH) .....	20
3.3.9 Pengukuran zat organik .....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
4.1 Analisis Biji Kelor.....	22
4.2 Analisis Air Sungai Cisadane.....	24
4.3 Pengaruh Koagulan Biji Kelor terhadap Temperatur .....	25
4.4 Pengaruh Koagulan Biji Kelor terhadap Derajat Keasaman .....	26
4.5 Pengaruh Koagulan Biji Kelor terhadap Kekeruhan .....	26
4.6 Pengaruh Koagulan Biji Kelor terhadap TDS .....	29
4.7 Pengaruh Koagulan Biji Kelor terhadap Daya Hantar Listrik .....	32
4.8 Pengaruh Koagulan Biji Kelor terhadap Zat Organik .....	35
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis-jenis Koloid.....	7
Tabel 2. Referensi Jurnal Penelitian Sebelumnya.....	13
Tabel 3. Analisis IR Biji Kelor .....	23
Tabel 4. Hasil Analisis Kuantitatif Sungai Cisadane .....	24
Tabel 5. Hasil Penurunan Kekeruhan pada Dosis Optimum.....	28
Tabel 6. Hasil Penurunan TDS pada Dosis Optimum.....	31
Tabel 7. Hasil Penurunan DHL pada Dosis Optimum.....	34
Tabel 8. Hasil Penurunan Zat Organik pada Dosis Optimum.....	37
Tabel 9. Kesimpulan Data Hasil Optimasi Parameter Dosis Koagulan, Waktu Pengendapan, Kecepatan Pengadukan terhadap Kekeruhan, DHL, TDS dan Zat Organik.....	38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Distribusi Muatan Lapisan Ganda .....	9
Gambar 2. Tanaman Kelor.....	11
Gambar 3. Struktura kimia 4-alfa-4rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate .....	11
Gambar 4. Titik Lokasi Pengambilan Sampel Air Baku Sungai Cisadane.....	19
Gambar 5. Biji Kelor dan Serbuk Biji Kelor.....	22
Gambar 6. Analisis IR Biji Kelor .....	22
Gambar 7. Grafik Hasil Keketuhan terhadap Perlakuan Dosis Koagulan, Waktu Pengendapan dan Kecepatan Pengadukan.....	27
Gambar 8. Grafik Hasil TDS terhadap Perlakuan Dosis Koagulan, Waktu Pengendapan dan Kecepatan Pengadukan .....	30
Gambar 9. Grafik Hasil DHL terhadap Perlakuan Dosis Koagulan, Waktu Pengendapan dan Kecepatan Pengadukan .....	33
Gambar 10. Grafik Hasil Zat Organik terhadap Perlakuan Dosis Koagulan, Waktu Pengendapan dan Kecepatan Pengadukan .....	35

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian.....	47
Lampiran 2. Persiapan dan Analisis Koagulan Biji Kelor .....	48
Lampiran 3. Metode Jar Test .....	49
Lampiran 4. Pengukuran Kekeruhan.....	50
Lampiran 5. Pengukuran Daya Hantar Listrik .....	50
Lampiran 6. Pengukuran Suhu .....	51
Lampiran 7. Pengukuran Derajat Keasaman.....	51
Lampiran 8. Pengukuran Zat Organik.....	52
Lampiran 9. Perhitungan Persen Penurunan Efisiensi .....	53
Lampiran 10. Perhitungan Standardisasi KMnO <sub>4</sub> .....	53
Lampiran 11. Perhitungan Angka Permanganat .....	54
Lampiran 12. Data Hasil Pengadukan 120 rpm Pengendapan 10 Menit .....	55
Lampiran 13. Data Hasil Pengadukan 150 rpm Pengendapan 10 Menit .....	56
Lampiran 14. Data Hasil Pengadukan 120 rpm Pengendapan 20 Menit .....	57
Lampiran 15. Data Hasil Pengadukan 150 rpm Pengendapan 20 Menit .....	58
Lampiran 16. Data Hasil Pengadukan 120 rpm Pengendapan 30 Menit .....	59
Lampiran 17. Data Hasil Pengadukan 150 rpm Pengendapan 30 Menit .....	60
Lampiran 18. Data Hasil Persentase Penurunan .....	61
Lampiran 19. Perbandingan Data Hasil dengan Standar .....	61
Lampiran 20. Pengamatan Fisik Air Sungai Cisadane .....	62
Lampiran 21. Baku Mutu Permenkes No. 2 Tahun 2023 .....	62
Lampiran 22. Hasil Analisa Air Baku dari Departemen QHSE & IT PERUMDA Tirta Pakuan Kota Bogor .....	63

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada kehidupan sehari-hari, fungsi air bersih bagi masyarakat dan makhluk hidup lainnya sangat penting. Air bersih adalah kebutuhan primer untuk peradaban manusia. Sungai adalah salah satu sumber air baku dalam memenuhi kebutuhan. Sungai Cisadane melintasi provinsi Jawa Barat dan Banten, memiliki fungsi dan nilai yang sangat tinggi bagi manusia. Berdasarkan pantauan Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia (LHRI) tahun 2014, sebanyak 75% sungai di Indonesia tercemar berat akibat buangan air limbah rumah tangga termasuk sungai Cisadane di Kota Tangerang, hal ini terjadi akibat sistem buangan air limbah yang tergolong buruk. Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL), dan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL), serta kepemilikan jamban pada masyarakat sekitar sungai Cisadane yang kurang memadai menyebabkan kualitas air sungai memburuk. Hal ini mengakibatkan air yang bersumber dari sungai tidak bisa langsung dimanfaatkan karena kualitasnya yang buruk sehingga perlu diolah terlebih dahulu (Dawud, M *et al*, 2016).

Pengolahan air bersih perlu ditingkatkan karena kebutuhan akan air bersih semakin tinggi seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Untuk memenuhi kebutuhan dan ketersediaan air bersih perlu dijaga baik secara kualitas maupun kuantitasnya. Proses pengolahan air bersih secara umum melalui koagulasi dan flokulasi merupakan tahap penting karena mempengaruhi efektivitas tahap pengolahan air berikutnya. Instalasi pengolahan air di Indonesia masih banyak yang bergantung pada penggunaan koagulan kimia (sintetik), sehingga jika ada kelebihan dosis koagulan dapat menambahkan residu kation dalam air. Bila ditinjau dari perspektif lingkungan, penggunaan koagulan sintetik dalam jumlah besar akan menimbulkan limbah lumpur yang sulit didegradasi, dan mampu mengubah tingkat derajat keasaman air dan tanah disekitarnya (Hadiwidodo *et al*, 2019). Salah satu alternatif dalam pengolahan air bersih ialah dengan menggunakan koagulan alami yang berasal dari bahan alam.

Koagulan alami yang dapat digunakan sebagai koagulan dalam pengolahan air adalah biji dari pohon kelor (*Moringa oleifera*) yang berfungsi sebagai koagulan atau zat pengumpul. Kandungan protein biji kelor (poli-elektrolit kationik) dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alami (Sari et al. 2016). Setyawati, *et al.* (2017) melakukan penelitian serbuk biji kelor sebagai koagulan pada proses koagulasi limbah cair pabrik tahu dengan hasil biji kelor sebagai koagulan cukup efektif dimana terjadi penurunan TSS, COD, dan BOD diatas 50%. Alimah (2018) menyatakan terdapat beberapa jenis tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai koagulan dalam mengolah air gambut beberapa jenis tanaman di antaranya biji kelor. Efektivitas biokoagulan alami yang berasal dari biji kelor dalam upaya perbaikan kualitas air tergolong tinggi. Penelitian yang dilakukan Aras dan Asriani (2021) mengenai efektifitas biji kelor sebagai biokoagulan dalam menurunkan cemaran limbah cair industri minuman ringan didapatkan bahwa biji kelor dapat menurunkan TSS 89%, kekeruhan 65% dan COD 88%. Jar test merupakan metode yang dilakukan untuk menentukan dosis optimum proses koagulasi dan flokulasi dari kualitas air baku (Jiang Jia-Qian, 2015). Pada penelitian ini koagulan biji kelor digunakan untuk pengolahan air permukaan yaitu sungai Cisadane, dan dilakukan variasi perlakuan pada metode jar test. Jar test dilakukan dengan variasi kecepatan pengadukan cepat pada saat pembubuhan koagulan dan variasi lama waktu pengendapan pada saat sedimentasi. Hasil jar test dapat digunakan untuk pengujian parameter pH, suhu, kekeruhan, TDS, dan zat organik.

Untuk mengetahui kemampuan biji kelor dalam mengolah air sungai Cisadane menjadi air bersih, maka perlu dilakukan penelitian biji kelor sebagai koagulan dalam menurunkan parameter kekeruhan, daya hantar listrik, TDS, dan zat organik pada air sungai Cisadane dengan pengujian jar test untuk menentukan dosis optimum koagulan dari biji kelor dan variasi kecepatan pengadukan cepat. Penentuan nilai kualitas atau karakteristik air bersih yang diolah dari koagulan biji kelor diuji apakah sesuai berdasarkan Permenkes no 2 tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah no 66 tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan.



## **1.2 Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis, kecepatan pengadukan, dan lama waktu pengendapan yang optimum dari koagulan biji kelor (*Moringa oleifera*) dalam mengurangi kekeruhan, daya hantar listrik, TDS, dan zat organik dari air baku sungai Cisadane. Hasil analisis dibandingkan dengan baku mutu menurut Permenkes no. 2 tahun 2023.

## **1.3 Hipotesis**

Biji Kelor dapat digunakan sebagai koagulan alternatif untuk pengolahan air baku sungai Cisadane menjadi air bersih dan dapat memenuhi baku mutu menurut Permenkes no. 2 tahun 2023.

## **1.4 Manfaat**

Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi mengenai koagulan alami dari biji kelor dalam menurunkan parameter kekeruhan, daya hantar Listrik, TDS, dan zat organik dari Sungai Cisadane, serta mampu mengurangi ketergantungan terhadap koagulan sintetik.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air**

Air adalah senyawa yang penting untuk semua bentuk kehidupan sampai saat ini di Bumi. Air menutupi sekitar 71% permukaan Bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik (330 juta mil<sup>3</sup>) lapisan-lapisan es, sebagai awan, hujan, sungai, muka air tersedia di Bumi. Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada tawar, danau, uap air, dan lautan es (Jalil, 2018). Air adalah suatu zat cair yang tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna serta terdiri dari atom hidrogen dan oksigen dituliskan dengan rumus kimia H<sub>2</sub>O. Air dalam kondisi normal di atas permukaan bumi berbentuk cair akan membeku pada suhu di bawah nol derajat celcius dan mendidih pada suhu seratus derajat celcius. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air mendefinisikan air merupakan sumber daya alam dalam memenuhi kebutuhan setiap orang sehingga perlu dijaga agar tetap bermanfaat bagi kehidupan di Bumi. Kebutuhan manusia akan air diperoleh dari berbagai macam sumber baik yang berupa air hujan, air permukaan maupun air tanah.

##### **2.1.1 Sifat Fisika Air**

Pada suhu ruang air berbentuk cair, dan pada suhu 0° C titik beku air dan pada suhu 100° C menjadi titik didih air. Sifat air tersebut yang terdapat pada bagian tubuh makhluk hidup, dilaut, sungai, danau, dan badan air. Air merupakan pelarut yang efektif disebabkan kepolarannya, konstanta dielektrik dan molekul yang kecil dalam bentuk senyawa ionik maupun garam yang bersifat polar. Air mempunyai tegangan permukaan yang sangat tinggi yang dapat berguna dalam gaya kapilaritas (Pauliza O, 2008).

Air sering disebut sebagai pelarut universal karena dapat melarutkan banyak senyawa kimi. Air berada dalam kesetimbangan dinamis antara fase cair dan padat pada tekanan dan temperatur ruang. Dalam bentuk ion, air dinyatakan sebagai ion hidrogen (H<sup>+</sup>) yang berikatan dengan ion hidroksida (OH<sup>-</sup>) (Sosrodarsono, 2006). Sifat khas lain dari air yaitu mempunyai titik didih dan panas penguapan yang

tinggi. Adanya ikatan yang kuat antar molekul air menyebabkan titik didih dan panas penguapan yang tinggi.

### **2.1.2 Sifat Kimia Air**

Air adalah zat kimia yang terdiri dari dua atom hidrogen dan satu atom oksigen yang bersifat polar dan cocok sebagai pelarut umum. Air secara penulisan kimia dapat dituliskan  $H_2O$ . Atom penyusun air seperti hidrogen terikat dengan atom oksigen, menghasilkan molekul air yang bermuatan positif pada atom hidrogen dan bermuatan negatif pada atom oksigen. Karena muatan yang bersebrangan tersebut di dalam molekul air saling tarik menarik dan membuatnya menjadi terikat. Sisi muatan positif dari suatu molekul air tertarik pada sisi muatan negatif dari molekul yang lain (Winarno, 2008).

## **2.2 Air Sungai**

Sumber air merupakan bagian dari suatu daur hidrologi. Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang terus berulang antara lapisan atmosfer, ke bumi melalui tahapan kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Air dapat diperoleh dari berbagai sumber, namun air tersebut tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh masyarakat, karena terkontaminasi dengan berbagai zat-zat polutan tertentu yang berasal dari berbagai sumber pengotor seperti industri, pertanian, rumah tangga, dll. Menurut Sutrisno (2014), air terbagi atas beberapa sumber diantaranya yaitu air laut, air atmosfer, air hujan, air permukaan dan air tanah.

Semua air yang berada diatas permukaan bumi seperti sungai, danau waduk, rawa dan genangan air lainnya merupakan air permukaan. Pada umumnya air mengandung kotoran-kotoran yang berasal dari lingkungan sekitarnya, materi yang tersuspensi, mikroorganisme seperti bakteri, plankton dan lainnya. Air yang tercemar polutan tersebut akan menyebabkan masalah kesehatan sehingga bila air tersebut akan digunakan untuk kepentingan hidup manusia perlu dilakukan tindakan pengolahan air lebih lanjut tergantung kotoran yang dikandungnya (Schroeder, 1977).

### 2.3 Sungai Cisadane

Sungai Cisadane melintasi Provinsi Jawa Barat dan Banten. Cisadane adalah salah satu sungai besar di Pulau Jawa, yang bermuara ke Laut Jawa. Sungai Cisadane memiliki mata air di Gunung Kendeng dan umumnya hulu sungai ini berada di lereng Gunung Pangrango dengan beberapa anak sungai yang berawal di Gunung Salak, melintas di sisi barat Kabupaten Bogor, terus ke arah Kabupaten Tangerang dan bermuara di sekitar Tanjung Burung. Dengan panjang keseluruhan berkisar 126 km, dan debit rata-rata 70 m<sup>3</sup>/detik, sungai ini pada bagian hilirnya cukup lebar dan dapat dilalui oleh kapal kecil (BP DAS Citarum-Ciliwung, 2010).

Sungai Cisadane memiliki fungsi yang krusial bagi seluruh kehidupan baik manusia dan biota perairan sungai. Kegiatan manusia dapat berdampak buruk dalam menurunkan kualitas air Sungai Cisadane. Penurunan kualitas air Sungai Cisadane pada akhirnya akan menurunkan baik nilai fungsi maupun nilai ekosistem Sungai Cisadane bagi manusia dan biota yang ada di dalam sungai. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kualitas air Sungai Cisadane sebagai air baku dalam pengolahan air berdasarkan faktor fisika dan kimia air.

### 2.4 Koloid

Partikel dalam air dapat dikelompokkan menjadi partikel tersuspensi dan koloid. Partikel tersuspensi umumnya berukuran lebih dari 1,0  $\mu\text{m}$  dan dapat dihilangkan dengan cara sedimentasi. Sedangkan partikel koloid memiliki ukuran 0,01-1  $\mu\text{m}$  dan sulit untuk dihilangkan dengan cara sedimentasi karena koloid dalam keadaan stabil yang disebabkan oleh gaya tarikan antara partikel yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan gaya tolakan dari muatan listriknya. Oleh karena itu diperlukan koagulan untuk membantu menghilangkan koloid (Metclaf & Eddy, 2004).

Fase koloid terdispersi dan medium pendispersi bisa berwujud padat, cair, dan gas. berdasarkan wujud antara fase terdispersi dan medium pendispersinya, sistem koloid dibagi menjadi 8 bentuk seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Jenis-jenis Koloid (Suwardi, 2009)

Medium Pendispersi	Fase Terdispersi		
	Padat	Cair	Gas
Padat	Sol Padat	Emulsi Padat	Buih Padat
Cair	Sol	Emulsi	Buih
Gas	Aerosol Padat	Aerosol	-

## 2.5 Koagulan

Koagulan merupakan bahan yang mampu menetralkan dan mendestabilisasi muatan koloid dan mengikat partikel sehingga membentuk flok atau gumpalan. Koagulan memiliki sifat bermacam-macam seperti asam, basa atau garam dengan bobot jenis rendah (Hammer, 1986). Polutan pada air yang bersifat stabil setelah dihilangkan muatannya, partikel polutan akan bersifat tidak stabil akan mudah membentuk flok yang dapat diendapkan dengan bantuan gaya gravitasi. Untuk menghilangkan muatan dan pembentukan flok digunakan zat yang dapat berperan sebagai koagulan (Iryani A, dkk 2018). Pembentukan ion positif dan negatif juga dihasilkan dari proses penguraian koagulan. Proses ini berlanjut dengan pembentukan ikatan antara ion positif dari koagulan ( $Al^{3+}$ ) dengan ion negatif dari partikel (misalnya  $OH^-$ ) yang menyebabkan pembentukan inti flok (Armedi & Sorang, 2012).

Koagulan yang sering digunakan adalah PAC (Polyaluminium Chlorida) zat yang dapat terlarut dalam air dengan berat molekul relatif (Mr) berkisar 1.000-5.000.000 gr/mol. Polialuminium Chlorida (PAC) adalah polimer yang beranti berulang yang terdiri dari monomer monomernya dengan penulisan kimia  $Al_m(OH)_n(Cl)_{3m-n}$  (Helmboldt, 2007). PAC dapat digunakan untuk air dengan sifat basa rendah yang membutuhkan penghilangan warna dan waktu proses reaksi cepat (Nurmasita, 2012).

## 2.6 Sistem Pengolahan Air

Pada umumnya instalasi pengolahan air memiliki proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi untuk mengolah air baku menjadi air bersih. Tujuan sistem pengolahan air adalah untuk memproduksi air bersih atau air minum yang sesuai

dengan standar kualitas (Harmiyati, 2018). Metode jar test merupakan simulasi pengolahan air berskala lab yang dilakukan untuk menguji kemampuan koagulan dan menentukan optimum dosis koagulan tersebut.

Koagulasi merupakan proses pencampuran koagulan ke dalam air baku dengan pengadukan cepat dalam waktu yang singkat. Pengadukan cepat tersebut bertujuan untuk mencampurkan koagulan dengan air baku secara merata, cepat dan sempurna dengan menggunakan sistem terjunan. Koagulan adalah bahan kimia yang dibubuhi ke air baku dalam proses pengendapan partikel-partikel berukuran mikro dan bersifat stabil yang tidak dapat mengendap dengan sendirinya (Sutrisno, 2014).

Flokulasi adalah proses pembentukan dan penggabungan flok dari partikel-partikel koloid yang tidak stabil, yang menjadikan ukuran partikelnya lebih besar sehingga mudah mengendap. Faktor-faktor yang mempengaruhi bentuk flok yaitu kekeruhan pada air baku, tipe dari suspended solids, pH, alkalinitas, bahan koagulan yang dipakai, dan lamanya pengadukan (Sutrisno, 2014).

Proses sedimentasi merupakan salah satu tahap pengolahan secara fisika dengan memanfaatkan gaya gravitasi untuk memisahkan partikel padatan tersuspensi yang telah terbentuk dari dalam air (Kristijarti, *et al.* 2013). Partikel yang mempunyai berat jenis lebih besar dari berat jenis air akan mengendap ke bawah dan yang lebih kecil akan mengapung atau berupa partikel yang menyebabkan air keruh, dan tingginya mikroorganisme penyebab bau dan rasa.

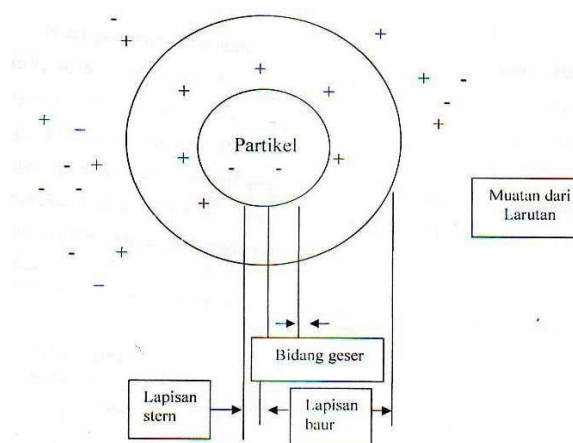
Filtrasi merupakan proses penyaringan untuk menghilangkan partikel tersuspensi dari air melalui media berpori. Proses filtrasi terjadi karena adanya tenaga dorong berupa beda tekanan, sebagai contoh akibat tenaga gravitasi. Secara umum filtrasi dilakukan bila jumlah partikel dalam suspensi relatif lebih kecil dibanding dengan zat cair (Oxtoby, 2016).

## **2.7 Mekanisme Koagulasi**

Menurut Delphos dan Wesner 2005 dalam Lolo, *et al.* 2020 bahwa proses koagulasi dan flokulasi merupakan bagian krusial pengolahan pengolahan air bersih, pada proses ini partikel koloid yang stabil penyebab kekeruhan didestabilisasi. Partikel koloid dapat berupa tanah liat, lumpur, mikroorganisme,

polimer organik asam alami, mineral, partikel radioaktif, dan partikel organik, termasuk surfaktan. Koagulasi adalah pengadukan cepat di mana bahan kimia (koagulan) dibubuhi ke air baku, sehingga terjadi penurunan kekuatan yang membuat partikel koloid terpisah karena partikel koloid dalam sumber air berada dalam kondisi stabil. Gaya van der Waals yang mengakibatkan partikel-partikel koloid tersebut saling terikat. Gaya ini akan terjadi apabila partikel bisa saling mendekati hingga jarak yang cukup dekat, adanya gaya Coulomb antara partikel bermuatan sejenis dapat mengakibatkan gaya tolak menolak (Kemmer, 2002).

Prinsip dari koagulasi pada pengolahan air baku terdapat partikel-partikel bermuatan listrik negatif yang saling tolak-menolak yang bersifat stabil dinetralisasi dengan pembubuhan koagulan. Partikel-partikel air memiliki muatan listrik di permukaannya, ini disebabkan oleh adsorpsi ion-ion oleh partikel seperti  $\text{OH}^-$ . Ion-ion tersebut mengelilingi permukaan partikel dan menarik Ion-ion lain. Dapat dilihat distribusi muatan pada gambar 1. Lapisan *Stern* merupakan lapisan tidak bergerak dan dempet muatan. Lapisan *stern* dikelilingi oleh muatan Terdapat lapisan baur (*diffused layer*) yang terdapat ion-ion lawan yang bergerak mengelilingi lapisan *stren*. Ion-ion yang terletak pada bidang geser bergerak bersama-sama partikel, bidang geser merupakan medan dimana ion lawan yang dapat tertarik kepermukaan partikel. Kedua lapisan ini yaitu lapisan *stern* dan lapisan baur disebut sebagai lapisan ganda koloid.



Gambar 1. Distribusi Muatan Lapisan Ganda (Hammer dan Viessman, 2015)

Muatan positif dan negatif yang memiliki muatan yang cukup kuat dapat menetralkan muatan negatif dari koloid. Penetralkan ini tidak akan terjadi bila konsentrasi muatan positif rendah. Konsentrasi ion pada lapisan baur bervariasi. Dekat lapisan *stern* konsentrasi ion lebih tinggi dan mendekati media konsentrasi ion semakin rendah. Perbedaan konsentrasi antara ion positif dan ion negatif dapat membentuk medan elektrostatis. Potensial dari medan elektrostatis ini terdapat dalam bidang geser, yang menentukan gerakan koloid dan interaksi antar koloid inilah yang disebut potensial zeta (Hammer dan Viessman, 2015).

Stabilitas koloid terutama diakibatkan oleh adanya gaya elektrostatis tolak-menolak antar partikel. Kemampuan untuk menghambat terjadinya pengendapan atau koagulasi membentuk partikel yang relatif besar disebut stabilitas. Koloid akan sangat stabil jika mempunyai perbedaan muatan yang tinggi dan ukuran partikel yang kecil, dalam hal ini potensial zeta semakin besar. Menurunkan potensial zeta hingga mencapai titik dimana koloid kehilangan stabilitasnya merupakan cara yang dapat dilakukan untuk menghilangkan perbedaan muatan pada koloid. Koagulan memiliki sifat destabilisasi muatan negatif partikel dalam suspensi. Zat ini merupakan donor muatan positif yang digunakan untuk mendestabilisasi muatan negatif partikel. Koagulan atau flokulan pembantu biasanya dibubuhkan ke dalam air pada unit koagulasi bertujuan untuk memperbaiki pembentukan flok dan untuk mencapai sifat spesifik flok yang diinginkan (Haslindah & Zulkifi 2012).

## **2.8 Biji Kelor (*Moringa oleifera*)**

Kelor atau merunggai (*Moringa oleifera*) adalah sejenis tumbuhan dari suku Moringaceae (USDA Agricultural Research Service, 2018). Tumbuhan ini adalah tanaman yang bisa tumbuh dengan cepat, berumur Panjang tahun dan tahan kondisi panas ekstrim. Kelor termasuk jenis pohon tropis cepat tumbuh dengan ketinggian batang dapat mencapai 7-11 m dapat tumbuh pada ketinggian 300-500 m dpl. Kelor merupakan salah satu dari 13 spesies yang masuk dalam famili Moringaceae. Batang kayu kelor berwarna kelabu cenderung getas. Daun berbentuk lonjong berukuran kecil bersusun majemuk pada satu tangkai, bentuk pohon kelor dapat dilihat pada Gambar 2. Buah kelor berbentuk segitiga memanjang berwarna hijau dan keras menyerupai polong. dengan panjang sekitar 40-60 cm. Tiap polong berisi sederetan biji bulat 20-30 biji (Ali *et al.*, 2010; Schwarz, 2000).

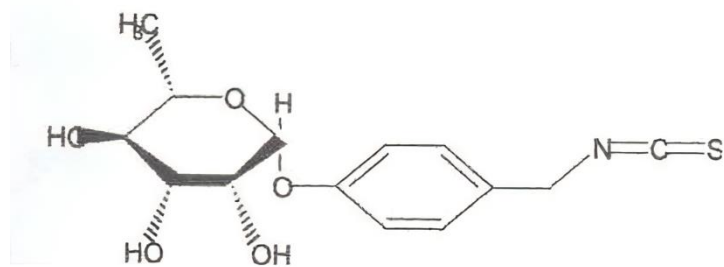




Gambar 2. Tanaman Kelor

Pada wilayah pedalaman di Sudan telah dimanfaatkan kemampuan biji kelor dalam mengolah air skala rumah tangga. Air dari Sungai Nil yang telah diambil, dibubuhi serbuk kelor dalam kantong kain kecil. Kantong ini kemudian dicelupkan dan diputar pada wadah yang berisi air keruh yang akan diolah dari Sungai Nil (Yuliastri, 2010). Penggunaan biji kelor secara empiris sebagai koagulan alami (biokoagulan) dapat mengurangi kadar logam di air telah banyak dilakukan. Penelitian Nugroho *et al.* (2014).

Bagian tanaman kelor yang biasa digunakan sebagai koagulan berasal dari biji yang telah tua dan kering. Biji kelor memiliki senyawa aktif bernama rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate yang dapat mengadsorpsi dan menetralkan koloid dan logam yang terkandung pada air limbah suspensi dengan partikel kotoran di dalam air (Waterman *et al.*, 2014). Struktur kimia 4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur kimia dari 4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate (Sumber: Kurniawan dan Tjahjani, 2012)

Menurut Muyibi dan Evison (1995), biji kelor sebagai polielektrolit dapat dimanfaatkan sebagai bahan penjernih air, yaitu dengan cara mengadsorpsi dan membuat jembatan antar partikel. Ndabigengesere *et al.* (1995) dalam Alimah (2018) juga menyatakan bahwa proses adsorpsi dan penetralan muatan merupakan mekanisme dominan pada koagulan biji kelor. Kulit dari biji kelor mengandung molekul protein yang bermuatan positif jika larut dalam air dan berat molekul yang rendah. Fungsi protein akan bekerja seperti bahan sintetik yang bermuatan positif dan dapat dipakai sebagai koagulan. Ketika serbuk biji kelor dimasukkan ke dalam air kotor, protein yang terdapat didalamnya akan mengikat partikulat-partikulat polutan yang menyebabkan kekeruhan akan bermuatan negatif (Yuliastri, 2010).

### 2.8.1 Klasifikasi

Berikut adalah klasifikasi *Moringa oleifera*

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Ordo	: Brassicales
Famili	: Moringaceae
Genus	: Moringa
Spesies	: Moringa oleifera L.

### 2.8.2 Penelitian terhadap biji kelor

Penelitian ini mengacu pada beberapa jurnal penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan mengenai pengolahan air dengan menggunakan koagulan dari biji kelor yang diaplikasikan pada sumber air yang berbeda-beda. Dengan mengambil dari beberapa referensi jurnal penelitian yang sebelumnya dilakukan. Penulis melakukan penelitian yang berfokus terhadap pemanfaatan koagulan dari biji kelor pada air sungai Cisadane untuk menurunkan parameter kekeruhan, DHL, TDS, dan kadar zat organik.

Penelitian yang dilakukan penulis menambahkan beberapa variasi pada perlakuan metode jar test diantaranya variasi kecepatan pengadukan pada proses koagulasi dan variasi lama waktu pengendapan pada tahap sedimentasi. Koagulan biji kelor diuji dengan serangkaian kombinasi perlakuan dan ditentukan mana hasil

yang paling optimal. Jurnal penelitian yang diambil sebagai referensi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Referensi Jurnal Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Metode	Hasil	Peneliti
1	Serbuk Biji Kelor sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu	Pengolahan limbah cair pabrik tahu dengan proses flokulasi dan koagulasi	Biji Kelor dapat digunakan sebagai koagulan, terjadi penurunan TSS, COD dan BOD diatas 50%	Setyawati, <i>et al.</i> 2017
2	Efektifitas Biji Kelor ( <i>Moringa oleifera L.</i> ) Sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Cemaran Limbah Cair Industri Minuman Ringan	Pengolahan limbah cair industri minuman ringan	Koagulan biji kelor dapat menurunkan cemaran limbah dengan hasil penurunan TSS 89%, Turbidity 65%, dan COD 88%	Aras, dan Asriani. 2018
3	Penggunaan Ekstraks Beberapa Jenis Tanaman untuk Perbaikan Kualitas Air Melalui Proses Koagulasi	Pengolahan air gambut menjadi air bersih dengan koagulan biji kelor dan asam jawa	Biji kelor efektif menurunkan intensitas warna air hingga mendekati standar baku dan dapat menurunkan besi dan klorida meski belum masuk standar air minum berdasarkan Permenkes RI No. 492 2010.	Dewi Alimah. 2018
4	Efektifitas Biji Kelor pada Proses Koagulasi untuk Menurunkan Kekeruhan, Logam (Fe), dan Zat Organik (KMnO <sub>4</sub> ) pada Air	koagulan biji kelor untuk penjernihan air sungai dengan koagulasi dan filtrasi	Penambahan koagulan biji kelor ke air sungai efektif untuk menurunkan kekeruhan 80%, logam (Fe) 70%, dan zat organik 60%.	Anriani Harahap, <i>et al.</i> 2023

## 2.9 Fourier Transformed Infrared (FTIR)

*Fourier Transformed Infrared* merupakan salah satu alat instrumen yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi gugus fungsi, mengidentifikasi senyawa dan menganalisis campuran dari sampel yang diamati. Prinsip kerja FTIR adalah interaksi antara energi dari IR dan materi. *Infrared* yang melewati celah yang dapat mengontrol jumlah energi yang menuju ke contoh uji. Gelombang infrared sebagian diabsorpsi oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan sehingga sinar infrared lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian disajikan dengan bentuk spektrum puncak-puncak (Thermo. 2001).

Daerah inframerah pada spektrum gelombang elektromagnetik yang dianalisa memiliki rentang panjang gelombang 14000 cm<sup>-1</sup> hingga 10<sup>-1</sup>. Daerah inframerah dibagi menjadi tiga daerah, yaitu IR dekat (14000-4000 cm<sup>-1</sup>) yang sensitif terhadap

vibrasi overtone, spektrum IR sedang ( $4000-400\text{ cm}^{-1}$ ) berkaitan untuk analisa transisi energi vibrasi dari molekul yang mengidentifikasi gugus-gugus fungsi dalam molekul tersebut, dan spektrum IR jauh ( $400-10\text{ cm}^{-1}$ ) untuk menganalisis molekul yang mengandung atom-atom berat seperti senyawa anorganik. Analisis senyawa pada umumnya dapat diidentifikasi pada daerah spektrum IR sedang (Tanaka *et al.* 2008).

### 2.10 Jar Test

Jar test merupakan sebuah metode yang mensimulasikan tahapan tahapan proses pengolahan air dalam skala lab. Jar test dilakukan untuk memperoleh data yang diperlukan untuk pengolahan koagulasi-flokulasi, seperti dosis optimum koagulan atau flokulan, estimasi volum endapan, dan kualitas air yang diolah (Okazaki, 1985).

Kecepatan pengadukan pada jar test bervariasi, pengadukan cepat digunakan untuk koagulasi, sedangkan pengadukan lambat untuk flokulasi. Bagian-bagian jar test diantaranya:

1. Sebuah motor yang dapat diatur.
2. Batang pengaduk dengan impeller atau rotor dan kecepatan rotasi rotor dapat diatur.
3. Gelas kimia atau tabung yang berada dibawah pengaduk.
4. Sumber cahaya yang ada diatas atau dibawah gelas.
5. Layar belakang yang gelap untuk membantu observasi flok (Bratby, 2016).

### 2.11 Kekeruhan

Kekeruhan menunjukkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipantulkan oleh materi yang terdapat di dalam air. Kekeruhan dapat dipengaruhi oleh adanya partikel-partikel suspensi yang terdapat dalam badan air seperti tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik terlarut, bakteri, plankton dan organisme lainnya. Tingginya nilai kekeruhan juga dapat menyulitkan tahap penyaringan dan mengurangi efektivitas desinfeksi dalam proses pengolahan air (Kartono, 2004).

Padatan tersuspensi berbanding lurus terhadap kekeruhan. Semakin tinggi nilai padatan tersuspensi nilai kekeruhan juga akan semakin tinggi. Akan tetapi tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan (I Qalbi, 2021). Dosis optimum koagulan dapat ditentukan dari pengukuran kekeruhan.

Kekeruhan diukur dengan metode nephelometri, metode ini memiliki prinsip cahaya yang dihamburkan dengan peletakan detektor pada kemiringan  $90^\circ$  dari sumber cahaya dan yang diukur adalah hamburan cahaya campurannya. Intensitas cahaya yang dihamburkan oleh contoh uji akan dibandingkan dengan intensitas cahaya yang dihamburkan oleh larutan standar (suspense polimer formazin). Kekeruhan yang diukur dengan metode nephelometri dinyatakan dengan satuan NTU (Khopkar, 2014).

### **2.12 Total Dissolved Solid (TDS)**

*Total Dissolved Solid* (TDS) atau padatan terlarut merupakan partikel partikel yang memiliki ukuran sangat kecil dari padatan tersuspensi. Pengukuran TDS dipengaruhi oleh campuran kandungan anorganik, dan organik yang ada di air dalam bentuk molekular, terionisasi atau mikro-granular terlarut. TDS sering diukur dengan satuan *part per million* (ppm) dengan alat meter digital. Dalam perairan sumber utama padatan terlarut berasal dari luapan limbah rumah tangga, limbah industri dan pertanian (Manune *et al.* 2019).

Rinawati *et al.* (2016) menyatakan bahwa TDS merupakan salah satu faktor buruknya kualitas air pada suatu perairan, sehingga berpengaruh terhadap kualitas air menurut kaidah fisika, kimia dan biologi. Perubahan secara fisika ditandai dengan bertambahnya zat padat berupa bahan organik maupun anorganik pada perairan, sehingga meningkatkan kekeruhan air. Kekeruhan air yang tinggi dapat menghalangi penetrasi cahaya matahari ke badan air. Proses fotosintesis fitoplankton maupun tumbuhan air lainnya dapat terganggu sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dapat biota perairan.

### **2.13 Daya Hantar Listrik**

Air merupakan material yang memiliki hambatan listrik. Konduktor merupakan zat yang mudah dialiri arus listrik, dan salah satu material yang mudah dialiri arus listrik yaitu air mineral. Daya hantar listrik atau konduktivitas

merupakan suatu nilai yang berbanding terbalik dengan tahanan listrik. Apabila nilai konduktivitas kecil, nilai hambatan listrik juga akan semakin besar pada material (Ponto, 2018).

Molekul air memiliki ion-ion terlarut yang dapat bergerak bebas. Ion-ion ini lah bisa menghantarkan listrik mengalir melalui atom atom yang terkandung dalam air. Molekul air yang murni tidak dapat menghantarkan listrik ini disebabkan aliran listrik memerlukan orbital atom yang memiliki ruang bebas.

#### **2.14 Derajat Keasaman**

Derajat keasaman pH adalah derajat keasaman yang diukur dari jumlah ion hidrogen dengan rumus  $\text{pH} = -\log \text{H}^+$ . Molekul air tersusun dari ion  $\text{H}^+$  dan  $\text{OH}^-$  dalam jumlah setimbang hingga pH 7 (Andayani, 2005). Bikarbonat, hidroksida dan karbonat akan menaikkan alkalinitas pada air. Asam pada mineral bebas juga asam karbonat dapat menaikkan derajat keasaman pada perairan.

pH menggambarkan sifat asam atau basa dari suatu cairan dan mewakili konsentrasi hidrogen ionnya. Air minum pada umumnya seharusnya netral, tidak asam ataupun basa untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air minum. pH standar untuk air bersih memiliki rentang 6,5 – 8,5. Air merupakan pelarut yang baik sebagai pelarut umum, jika pH tidak netral dapat melarutkan berbagai elemen kimia lainnya (Effendi, 2003).

Molekul air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) terionisasi sempurna sehingga memiliki ion  $\text{H}^+$  dan ion  $\text{OH}^-$  pada konsentrasi yang sama, dan dalam keadaan demikian pH air murni sama dengan 7. Semakin tinggi ion  $\text{H}^+$ , maka semakin rendah ion  $\text{OH}^-$  dan dinyatakan pH kurang dari 7, cairan ini bersifat asam. Namun jika konsentrasi ion  $\text{OH}^-$  yang tinggi dan pH lebih dari 7, maka perairan bersifat basa (alkali) (Kordi dan Tancung, 2007).

#### **2.15 Zat Organik**

Zat organik merupakan makanan mikroorganisme yang dapat menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme semakin pesat, hal ini dapat berpengaruh pada masyarakat dan ekosistem dalam air. Zat organik dapat pula mengganggu proses pengolahan air. Angka permanganat merupakan suatu tetapan yang menunjukkan kadar zat organik. Angka permanganat ditetapkan dari jumlah oksigen yang diperoleh dari kalium permanganat dalam mengoksidasi senyawa organik dan anorganik pada sampel (Uwidia, 2016).

Metode yang digunakan dalam menetapkan kadar zat organik dalam air adalah permanganometri. Pada metode ini tidak diperlukan indikator, karena titran bertindak sebagai indikator (auto indikator). Zat organik atau angka pemanganat dinyatakan dalam jumlah milligram  $\text{KMnO}_4$  yang diperlukan dalam mengoksidasi zat organik yang terkandung dalam satu liter air (Harjadi, 1993).

## **2.16 Suhu**

Suhu adalah ukuran kuantitatif derajat panas pada suatu materi yang dinyatakan dengan satuan internasional derajat celcius. Suhu erat kaitannya dengan ukuran energi gerakan molekul. Pada ekosistem suatu perairan suhu memiliki peran yang sangat penting. Suhu juga mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme (Nybakken, 1992). Nilai suhu yang tinggi juga mempengaruhi proses terbentuknya flok pada proses pengolahan air.

Suhu atau temperatur Merupakan salah satu faktor yang penting dalam siklus kehidupan dan penyebaran organisme. Dalam ekosistem pada perairan suhu sangat berperan penting yang dapat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup organisme perairan. Suhu pada air sungai dipengaruhi oleh intensitas radiasi sinar matahari, cuaca dan kerapatan vegetasi yang tumbuh di sekitar sungai (Marlina *et al.* 2017).

## **BAB III**

### **BAHAN DAN METODE**

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

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Pakuan Bogor, Jawa Barat. Waktu pelaksanaan dari bulan Juni hingga Oktober 2023.

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

Sampel biji kelor diambil dari Tangerang, air baku Sungai Cisadane, larutan buffer pH 4, 7, dan 10, larutan standar SiO<sub>2</sub>, KMnO<sub>4</sub> 0,01 N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4 N, KCl 1%, dan *aquadest*.

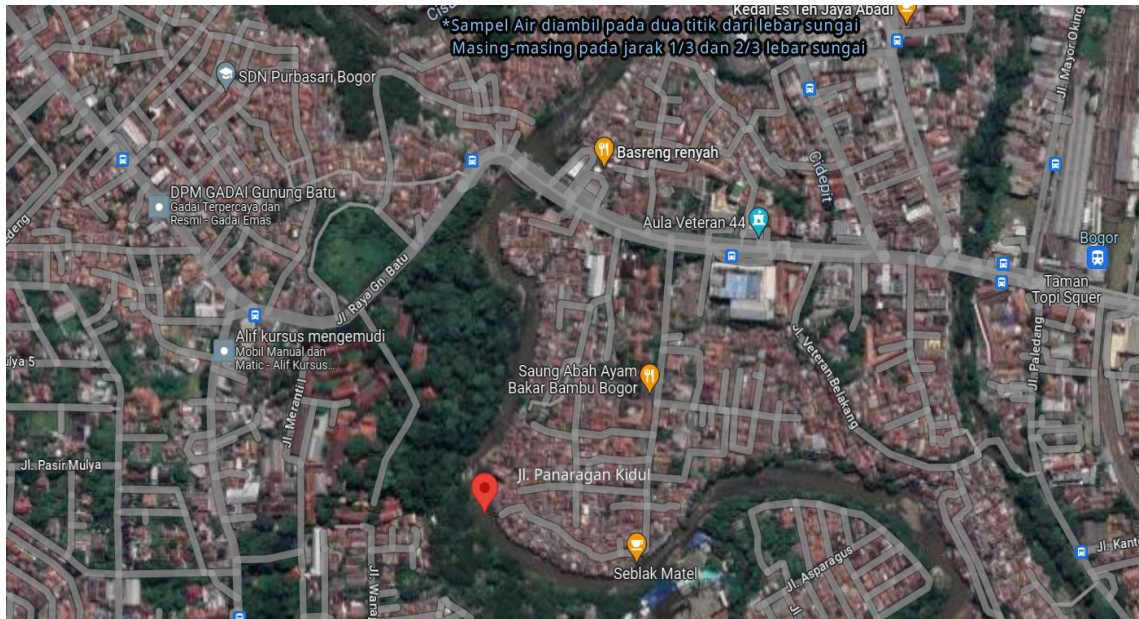
Alat jar test, botol sampel, gelas piala, kaca arloji, labu takar 100 mL, ayakan 70 mesh, neraca analitik Shimadzu ATX224R, pipet volumetri, buret, mortar, batang pengaduk, dan instrument pengujian diantaranya: Turbidimeter WTW Turb 430, FTIR Agilent, dan pH-meter Lovibond SD 300 Portable pH.

#### **3.3 Metode Penelitian**

##### **3.3.1 Pengambilan sampel**

Sampel yang digunakan adalah air baku permukaan Sungai Cisadane. Sampel diambil pada pukul 07.30 WIB. Sampel diambil pada titik koordinat 6°35'54.7"S 106°46'57.4"E. Wadah sampel dibilas menggunakan sampel yang akan diambil sebanyak dua kali pembilasan, botol sampel diisi dengan air sampai penuh, kemudian wadah ditutup dan diberi label yang jelas dengan informasi yang diperlukan. Sungai Cisadane memiliki debit 70 m<sup>3</sup>/detik sampel air diambil pada dua titik yaitu 1/3 dan 2/3 dari lebar sungai pada kedalaman 0,5x kedalaman dari permukaan secara merata kemudian dicampurkan (SNI 6989.57:2008). Sampel air sungai Cisadane diambil pada lokasi Jalan Panaragan Kidul.





Gambar 4. Titik Lokasi Pengambilan Sampel Air Baku Sungai Cisadane

### 3.3.2 Persiapan koagulan biji kelor

Cangkang biji kelor dipilih dari buah kelor yang sudah cukup tua. Buah kelor yang sudah diambil bijinya, kemudian dibersihkan dari kulit luarnya hingga diperoleh biji kelor. Biji kelor selanjutnya ditumbuk menggunakan mortar. Biji kelor yang sudah dihaluskan tersebut kemudian dikeringkan pada sinar matahari dan dibuat menjadi serbuk dengan menggunakan ayakan dengan ukuran 70 mesh (Akbar *et al.*, 2015). Karakteristik serbuk biji kelor dianalisis dengan instrumen FTIR.

### 3.3.3 Pengujian FTIR untuk analisis gugus fungsi

Sampel yang telah dihaluskan disiapkan secukupnya untuk dianalisis. Sampel dibaca menggunakan instrumen FTIR Agilent. Sampel dibaca pada bilangan gelombang  $4000-400\text{ cm}^{-1}$ . Hasil kromatogram keluar dicatat dan dibandingkan dengan tabel FTIR.

### 3.3.4 Jar Test

Sampel air baku dimasukkan ke dalam 6 piala gelas masing-masing 1 L. Rotor pengaduk diturunkan ke dalam gelas yang telah terisi sampel air baku, kemudian diaduk dengan kecepatan 120 rpm. Koagulan biji kelor ditambahkan dengan variasi dosis koagulan biji kelor 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 mg/L. Pengadukan dilakukan

selama 1 menit. Kecepatan pengadukan dikurangi menjadi 60 rpm berlangsung selama 20 menit. Setelah selesai kemudian didiamkan selama 10 menit (SNI 19.6449:2000).

Prosedur diatas diulangi dengan melakukan variasi kecepatan pengadukan cepat 150 rpm pada tahap koagulasi, dan waktu pengendapan pada 20 menit dan 30 menit. Sampel air yang telah diendapkan diambil untuk dianalisis.

### **3.3.5 Pengukuran kekeruhan**

Alat turbidimeter dikalibrasi dengan menggunakan standar SiO<sub>2</sub> 1000 NTU; 10,0 NTU; 0,02 NTU. Setelah melakukan kalibrasi, sampel dimasukkan dalam tabung nefelometer. Tutup tabung dipasang, kemudian sisa air yang menempel di bagian luar tabung dibersihkan dengan tisu, lalu perhatikan nilai kekeruhan sampel yang terukur pada layar display (SNI 06-6989.25:2005).

### **3.3.6 Pengukuran Total Padatan Terlarut (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL)**

Alat konduktometer dikalibrasi dengan larutan KCl 0,01 M ditekan tombol kalibrasi hingga menunjukkan angka 1314  $\mu$ S. Setelah alat dikalibrasi elektroda dibersihkan. Elektroda dicelupkan ke dalam contoh uji sampai Konduktometer menunjukkan pembacaan yang tepat. Lalu amati nilai pada tampilan dari *display* (SNI 06-6989.1:2004).

### **3.3.7 Pengukuran suhu**

Sampel air dimasukan ke dalam piala gelas 100 mL. Ujung termometer diseka dengan tisu, kemudian dicelupkan ke dalam contoh air, ditunggu hingga pembacaan suhu stabil. Dicatat angka yang tertera pada termometer (SNI 06-6898.23-2005).

### **3.3.8 Pengukuran derajat keasaman (pH)**

Alat pH meter dikalibrasi dengan larutan *buffer* pH 4, 7, dan 10. Elektroda sudah dibersihkan dicelupkan ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tepat. Lalu amati nilai pada tampilan dari pH meter (SNI 6989.11:2019).

### **3.3.9 Pengukuran zat organik**

Sampel air dipipet sebanyak 100 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Sampel air kemudian ditambahkan dengan larutan 10 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  4 N, dan 10 mL  $\text{KMnO}_4$  0,01 N. Sampel air dididihkan selama 5 menit. Sampel ditambahkan 10 mL asam oksalat 0,01 N. Kelebihan asam oksalat dititar dengan  $\text{KMnO}_4$  0,01 N yang telah distandardisasi hingga terbentuk warna merah muda (SNI 06-6989.22-2004).

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Biji Kelor

Biji kelor yang sudah digerus dan disaring berwarna putih terlihat seperti pada Gambar 5. Biji kelor dihaluskan untuk memperbesar luas permukaan partikel biji kelor yang akan bertumbukan dengan partikel pengotor yang ada dalam air baku. Serbuk yang telah halus dikeringkan dengan panas sinar matahari, untuk mengurangi kadar air sehingga serbuk biji kelor dapat terhindar dari mikroorganisme saat disimpan.

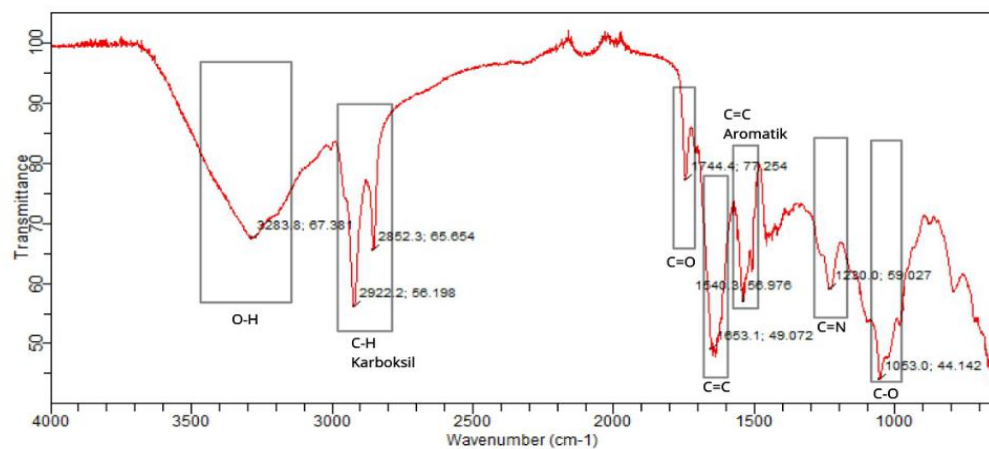


(a)

(b)

Gambar 5. Biji Kelor (a) dan Serbuk Biji Kelor (b)

Serbuk biji kelor yang telah disiapkan dianalisis gugus fungsinya dengan instrumen FTIR untuk mengetahui gugus aktif yang ada pada koagulan biji kelor. Hasil gelombang sinyal yang terbaca spektrum seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Spektrum IR Biji Kelor

Tabel 3 Analisis IR Biji Kelor

Hasil Pembacaan			Sumber	
Jenis Ikatan	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Keterangan	Daerah Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	Pustaka
O-H	3283	Lebar Kuat	3200-3600	Skoog, <i>et al.</i> 1998
C-H Karboksil	2922	Kuat	2850-2970	Skoog, <i>et al.</i> 1998
C=O	1744	Sedang	1640-1680	Lau, W.S. 1999
C=C	1653	Kuat	1690-1760	Lau, W.S. 1999
C=C Aromatik	1540	Kuat	1500-1600	Skoog, <i>et al.</i> 1998
C-N	1230	Kuat	1180-1360	Skoog, <i>et al.</i> 1998
C-O	1053	Kuat	1050-1300	Skoog, <i>et al.</i> 1998

Gambar 6 merupakan spektrum IR yang menunjukkan informasi adanya ikatan kimia pada senyawa biji kelor. Dari informasi spektrum IR ini dapat diidentifikasi bahwa senyawa yang terdapat pada biji kelor memiliki puncak bentuk yang melebar dan kuat pada bilangan gelombang 3283 cm<sup>-1</sup> maka terdapat vibrasi O-H (hidroksil), pada bilangan gelombang 2922 cm<sup>-1</sup> terdapat vibrasi C-H karboksil, pada bilangan gelombang 1744 cm<sup>-1</sup> merupakan vibrasi C=O (karbonil), pada bilangan gelombang 1653 cm<sup>-1</sup> terdapat vibrasi C=C (alkena), pada bilangan gelombang 1540 cm<sup>-1</sup> terdapat vibrasi C=C milik cincin aromatik, pada bilangan gelombang 1230 cm<sup>-1</sup> terdapat vibrasi C-N (Amina), dan bilangan gelombang 1053 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi C-O. Hasil informasi yang diperoleh sesuai seperti penelitian Bertus, *et al.* (2014) dapat disimpulkan bahwa biji kelor memiliki daya absorpsi terhadap partikel koloid karena mengandung senyawa organik dengan gugus fungsi yang aktif untuk mengikat zat organik maupun ion anorganik dalam air baku. Gugus fungsional dari biji kelor seperti gugus fungsional hidroksil, karboksilat, dan amina mampu mengikat partikel koloid dalam air. Gugus hidroksil, karboksil, dan amida merupakan gugus-gugus penyusun polimer organik penyusun protein pada biji kelor. Koagulan bersifat polielektrolit, adanya gugus karboksil,

hidroksil, dan amina menyebabkan senyawa polielektrolit memiliki muatan negatif. Koloid yang terikat dengan gugus fungsi akan tersedimentasi dengan bantuan gaya gravitasi dan terpisahkan dari partikel air (Eka & Agus, 2012).

#### 4.2 Analisis Air Sungai Cisadane

Pengambilan sampel air baku Sungai Cisadane dilakukan pada jam 7:30 WIB tanggal 18 Agustus 2023 yang berlokasi di Jalan Panaragan Kidul dengan titik sampel berada di samping daerah pemukiman. Sampel diambil sesuai dengan SNI 6989.57:2008 dan wadah yang digunakan untuk menyimpan sampel yang digunakan terbuat dari polietilen, polietilen digunakan karena memiliki sifat tahan panas, ringan, kokoh, dan memiliki molekul yang stabil sehingga tidak akan bereaksi dengan sampel air (Kenneth S. W, *et al.* 2005). Jika dari pengamatan fisik secara kualitatif air sungai Cisadane memiliki warna yang coklat muda keruh dan berbau tanah gambar fisik air baku Cisadane dapat dilihat pada lampiran 19. Kondisi temperatur dapat menyebabkan perubahan viskositas, semakin panas suhu maka viskositas semakin kecil (Reynold, 1984). Kekeruhan dalam sungai biasanya dipengaruhi oleh pengotor seperti zat-zat tersuspensi, mikroorganisme, dan zat organik zat zat tersebut dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia disekitar sungai. Turunnya hujan dapat berpengaruh terhadap kekeruhan air sungai, hujan lebat akan menyebabkan tingkat erosi sehingga tanah bisa bercampur dengan air sungai (Wanggai, 2009). Sampel air sungai Cisadane dianalisis terlebih dahulu sebelum dilakukan jar test, didapat hasil seperti Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Kuantitatif Sungai Cisadane

Ulangan	Suhu (°C)	pH	Kekeruhan (NTU)	DHL (µs/cm)	TDS (mg/L)	Zat Organik (mg/L)
1	25,4	7,85	44,4	167,2	84	14,23
2	25,1	7,88	44,5	167,5	84	14,39
Rata-rata	25,3	7,87	44,5	167,4	84	14,31
Standar Baku	±3	6,5 – 8,5	<3	-	<300	Maks. 10

Dari data yang diperoleh air sungai Cisadane yang diambil pada pagi hari pada tanggal 18 Agustus 2023 memiliki nilai suhu 25,3° C suhu yang sama dengan suhu

ruang, dan memiliki nilai pH 7,87 yang cenderung netral. Sungai Cisadane memiliki kekeruhan sebesar 44,5 NTU, nilai DHL sebesar 167,4  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , TDS 84 ppm dan kadar zat organik 14,31 mg/L. Hasil yang didapat pada pengukuran air sungai Cisadane masih belum memenuhi syarat air bersih Permenkes no 2 tahun 2023 pada parameter kekeruhan dan permenkes no. 32 tahun 2017 pada parameter zat organik. Sungai Cisadane dapat dikategorikan sebagai air baku kelas I menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dapat dilihat pada lampiran 21. Air Baku kelas I merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

#### **4.3 Pengaruh Koagulan Biji Kelor terhadap Temperatur**

Penambahan koagulan biji kelor dalam proses pengolahan air tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan suhu pada hasil air olahan. Cuaca, dan waktu pengambilan sampel air di lapangan bisa berpengaruh terhadap suhu air, pada saat penelitian sampel diambil jam 7:30 WIB pagi saat cuaca cerah. Temperatur awal saat pengambilan sampel air sungai Cisadane adalah 25,3°C setelah dilakukan jar test suhu air berada pada kisaran 22,0°C hingga 23,4°C dapat dilihat pada lampiran 11-16. Penurunan suhu air olahan diakibatkan oleh tempat berlangsungnya penelitian, yang mana Laboratorium memiliki suhu yang lebih rendah dibanding permukaan air sungai karena adanya intensitas sinar matahari yang masuk ke badan air. Suhu air sungai akan semakin tinggi apabila semakin banyak intensitas sinar matahari yang mengenai badan air. Vegetasi pada air permukaan memiliki peran ekologi yang penting sebagai stabilisator suhu kelembaban udara, pemasok oksigen, pengurangan kadar CO<sub>2</sub> (Sittadewi, E. H, 2008).

Hasil suhu air baku sebesar 25,4°C dan suhu air yang diolah pada penelitian sebesar 22,4°C dapat dilihat pada lampiran 18. Jika dibandingkan dengan baku mutu permenkes No 2 tahun 2023 suhu air baku dan air olahan masih memenuhi syarat dimana standar suhu air berkisar 24 $\pm$ 3°C.

#### **4.4 Pengaruh Koagulan Biji Kelor terhadap Derajat Keasaman**

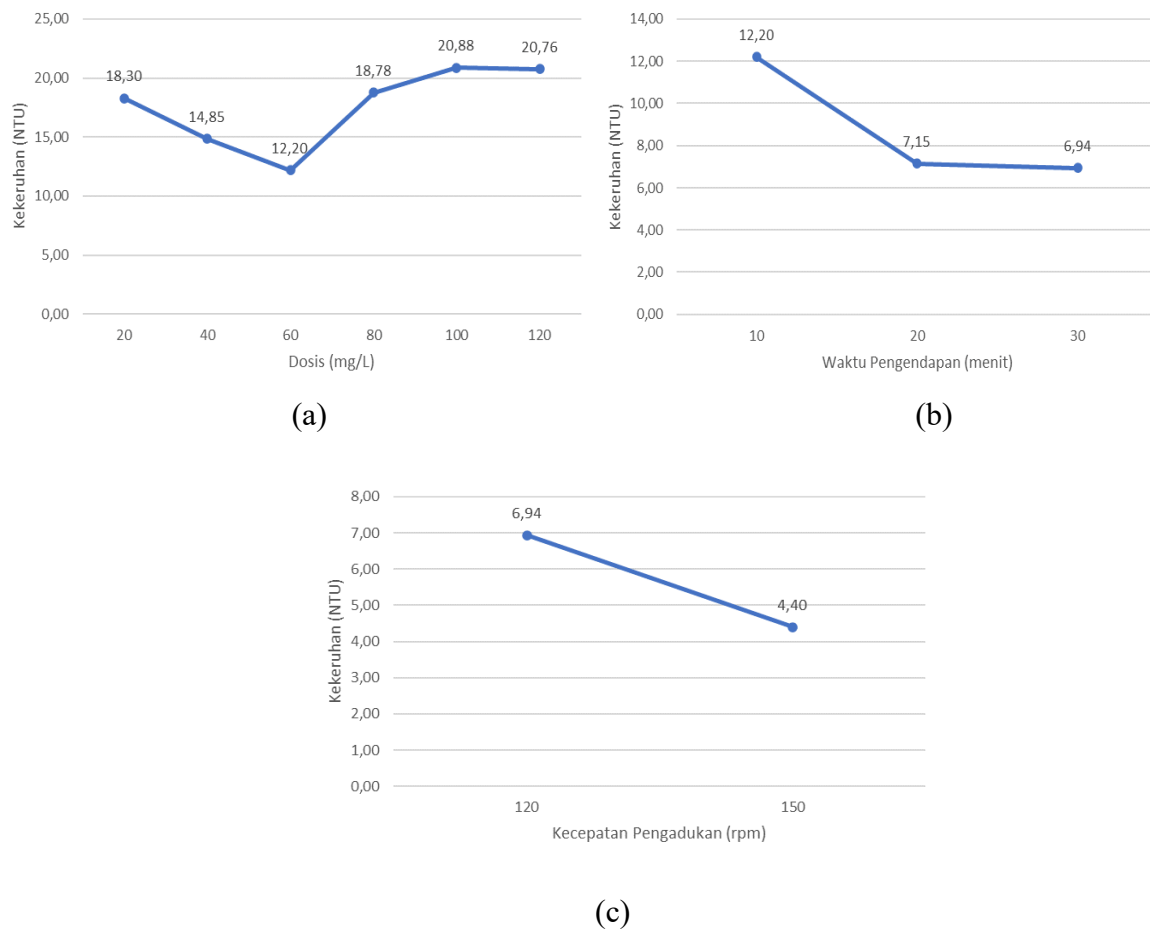
Kondisi pH bisa sangat berpengaruh pada penetapan dosis optimum dari suatu koagulan, hal ini karena sifat koagulan yang bergantung pada pH. Kandungan bahan organik merupakan faktor yang sangat mempengaruhi nilai pH dalam perairan (Mariska, *et al*, 2014). Pada penelitian ini pengukuran pH dilakukan untuk menganalisa pengaruh koagulan biji kelor yang bersidat sedikit asam terhadap perubahan pH yang terjadi setelah dibubuhi ke air baku sungai Cisadane. Derajat keasaman awal air sungai Cisadane adalah 7,87 setelah dilakukan jar test derajat keasaman air berada pada nilai 7,60 hingga 7,90 data dapat dilihat pada lampiran 11-16.

Hasil pH air baku sebesar 7,87 dan pH air yang diolah pada penelitian sebesar 7,79 dapat dilihat pada lampiran 18. Dari hasil yang didapat proses koagulasi flokulasi menggunakan koagulan dari suku biji-bijian memberikan pengaruh tidak signifikan terhadap derajat keasaman, penggunaan biji kelor untuk mengoptimalkan pH pada air baku memiliki pengaruh kecil terhadap nilai air olahan (Husin, 2005). Jika dibandingkan dengan baku mutu permenkes No 2 tahun 2023 pH air baku dan air olahan masih memenuhi syarat dimana standar pH air berkisar 6,5-8,5.

#### **4.5 Pengaruh Koagulan Biji Kelor terhadap Kekeruhan**

Jar test dilakukan dengan variasi putaran maksimal rotor pengaduk pada alat jar test yang berbeda guna mengetahui dari perlakuan tersebut apakah ada perbedaan untuk mencapai hasil yang optimum. Variasi kecepatan rotor pengaduk dilakukan pada kecepatan 120 rpm dan 150 rpm selama satu menit, dan dilakukan variasi waktu pengendapan selama 10, 20, dan 30 menit. Pembubuhan dosis biji kelor yang ditambahkan sebesar 20-120 mg/L data air yang diolah dapat dilihat pada lampiran 11-16 berikut grafik hasil dari Jar test terhadap penurunan kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 7.





Gambar 7. Grafik Hasil Kekeruhan terhadap Perlakuan Dosis Koagulan (a), Waktu Pengendapan (b) dan Kecepatan Pengadukan (c)

Nilai kekeruhan air baku sebelum dilakukan pengujian adalah 44,5 NTU setelah dilakukan jar test diperoleh grafik seperti pada gambar grafik 7. (a) terjadi penurunan nilai kekeruhan optimum pada dosis 60 mg/L dengan nilai kekeruhan 12,20 NTU. Nilai kekeruhan akan meningkat pada dosis yang melebihi dosis optimum, terjadi kenaikan nilai kekeruhan dapat terlihat dengan adanya kenaikan pada grafik. Hal ini sesuai dengan penelitian Lili Anriani, *et al.* (2023) apabila komposisi koagulan dinaikkan lagi jumlah partikel kekeruhan akan bertambah ini dapat terjadi disebabkan tidak semua partikel koagulan mengikat polutan dan membentuk flok-flok dalam air.

Pada gambar 7. (b) perbandingan hasil kekeruhan terhadap variasi lama waktu pengendapan 10, 20 dan 30 menit pada dosis koagulan 60 mg/L didapat hasil optimum pada waktu pengendapan 30 menit. Lama waktu pengendapan dapat berpengaruh terhadap nilai kekeruhan, flok yang telah terbentuk dari proses

flokulasi memerlukan waktu yang cukup untuk diendapkan dengan bantuan gaya gravitasi. Pada waktu 10 dan 20 menit masih terdapat banyak flok yang belum mengendap sehingga mempengaruhi nilai kekeruhan.

Perbandingan hasil kekeruhan terhadap variasi kecepatan pengadukan pada dosis 60 mg/L dan lama waktu pengendapan 30 menit dapat dilihat pada gambar garfik 7. (c). Perbandingan kecepatan pengadukan 120 rpm dan 150 rpm memberikan hasil yang penurunan kekeruhan yang optimum pada perlakuan kecepatan pengadukan 150 rpm. Hal ini terjadi akibat kecepatan putaran yang sesuai menyebabkan protein kationik dalam biji kelor terdistribusi ke seluruh cairan dan berinteraksi dengan partikel bermuatan negatif penyebab kekeruhan dalam cairan terdispersi. Pengadukan yang terlalu lambat pada tahap koagulasi dapat menyebabkan koagulan yang dibubuhi tidak terdistribusi secara homogen di dalam air baku sehingga koagulan tidak dapat mengikat flok secara sempurna. Pada Hasil air olahan serangkaian variasi perlakuan yang dilakukan, penurunan kekeruhan optimum terjadi pada kombinasi perlakuan dosis 60 mg/L, waktu pengendapan 30 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm dengan nilai kekeruhan 4,40 NTU. Hasil perhitungan persen penurunan kekeruhan terhadap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penurunan Kekeruhan pada Dosis Optimum

nilai awal kekeruhan (NTU)	kombinasi perlakuan	hasil kekeruhan air olahan (NTU)	persen penurunan (%)
44,45	120 rpm 10 Menit	12,20	72,55
	150 rpm 10 Menit	10,00	77,50
	120 rpm 20 Menit	7,15	83,93
	150 rpm 20 Menit	5,72	87,14
	120 rpm 30 Menit	6,94	84,39
	<b>150 rpm 30 Menit</b>	<b>4,40</b>	<b>90,10</b>

Dari Tabel 5 menunjukkan lama waktu pengendapan 30 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm menunjukkan hasil yang optimum dengan nilai 4,40 NTU dengan efisiensi penurunan 90,10% pada parameter kekeruhan jika dibandingkan dengan kombinasi perlakuan yang lain. Hasil pada parameter kekeruhan jika

dibandingkan dengan standar baku mutu permenkes no 2 tahun 2023 sebagai air untuk keperluan higiene dan sanitasi, masih belum memenuhi syarat. Standar baku mensyaratkan nilai kekeruhan harus di bawah 3 NTU sementara hasil air olahan yang didapat dengan dosis dan perlakuan optimum belum memenuhi syarat. Koagulan biji kelor jika dibandingkan dengan koagulan PAC yang dapat membentuk flok yang lebih banyak dan padat, sedangkan flok yang terbentuk dari koagulan biji kelor berbentuk agregat yang halus dan tidak terlalu padat. Sebagaimana Pararaja (2008) dalam jurnal Ramadhani S., *et al.* (2013) menyebutkan bahwa gugus aktif alumina PAC berkerja efektif mengikat koloid.

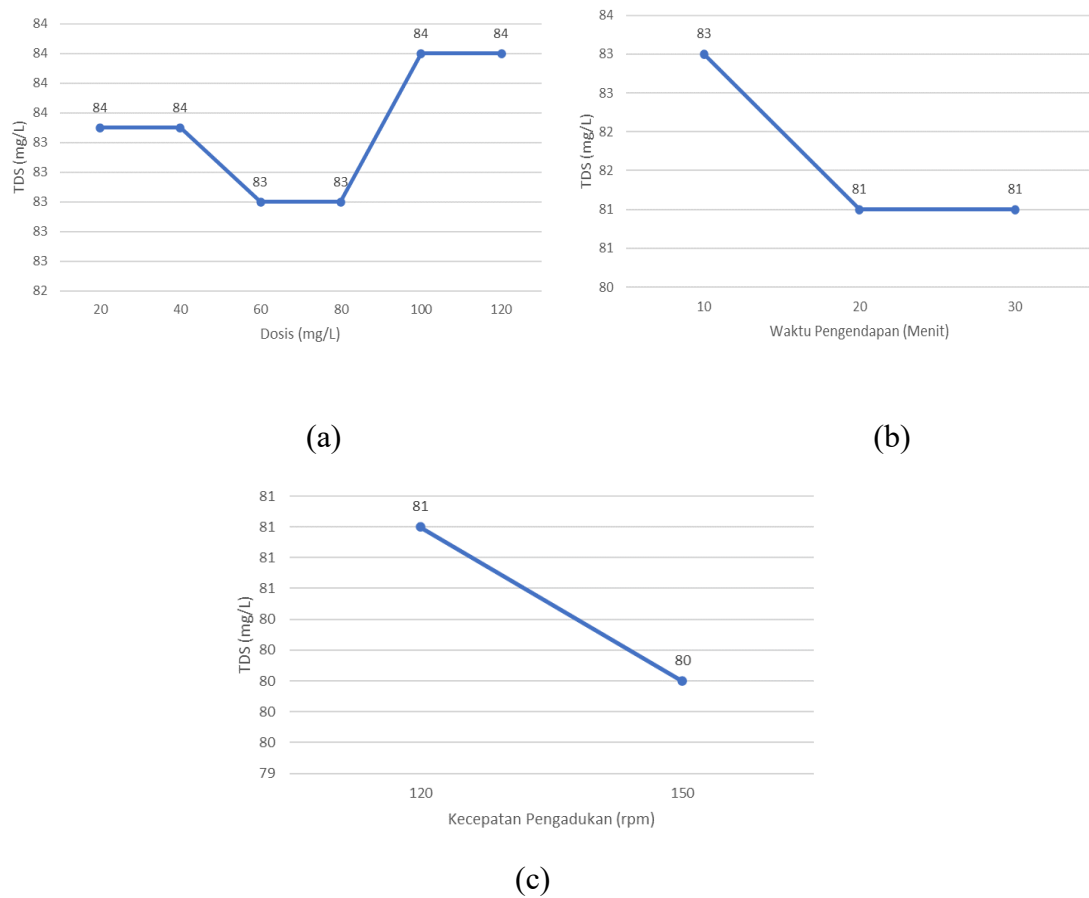
Kemampuan koagulan biji kelor dalam menurunkan kekeruhan disebabkan oleh senyawa aktif (protein kationik) yang mampu mengadsorpsi dan menetralsir partikel-partikel terlarut dalam air. Senyawa ini akan bermuatan positif dalam air yang kemudian akan bereaksi dengan muatan negatif pada koloid sehingga menetralkan muatan koloid. Konsentrasi yang ditambahkan melebihi dosis optimum akan membuat kekeruhan kembali naik karena partikel pengotor telah dinetralkan semuanya dan mengendap, kelebihan koagulan akan menjadi pengotor karena tidak berikatan dengan partikel koloid lain.

Protein dalam biji kelor dapat larut dalam air, yang dimana protein itu tergolong polipeptida yang tersusun oleh molekul asam amino yang dapat berikatan satu dengan lainnya dan membentuk suatu senyawa peptida. Asam amino dalam protein merupakan asam karboksilat yang mempunyai gugus amino. Asam amino yang terdapat sebagai komponen protein mempunyai gugus amino ( $-NH_2$ ) pada atom karbon kiral dari posisi gugus karboksilat ( $-COOH$ ) (Ashanul H., *et al.* 2018).

#### **4.6 Pengaruh Koagulan Biji Kelor terhadap TDS**

TDS atau padatan terlarut merupakan partikel-partikel yang terlarut dalam air yang terdiri dari bahan anorganik dan organik yang terlarut dalam air. Metode jar test yang dilakukan variasi kecepatan pengadukan 120 rpm dan 150 rpm selama satu menit, dan dilakukan variasi waktu pengendapan selama 10, 20, dan 30 menit. Pembubuhan dosis biji kelor yang ditambahkan sebesar 20-120 mg/L. Hasil data

yang didapat pada penelitian dapat dilihat pada lampiran 11-16, berikut grafik jar test terhadap penurunan parameter TDS dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hasil TDS terhadap Perlakuan Dosis Koagulan (a), Waktu Pengendapan (b) dan Kecepatan Pengadukan (c)

Pada penelitian ini koagulan biji kelor yang digunakan dalam pengolahan air sungai Cisadane diuji menggunakan metode jar test. Hasil awal TDS air sungai Cisadane didapat sebesar 84 ppm. Pada gambar grafik 8. (a) terjadi penurunan nilai TDS optimum pada dosis 60 mg/L dan 80 mg/L, dari kedua variasi dosis ditetapkan dosis optimum paling rendah dan hasil penurunan TDS yang tertinggi yaitu dosis 60 mg/L. Nilai TDS akan meningkat pada dosis koagulan 100 mg/L dan 120 mg/L, hal ini terjadi sama seperti hasil parameter kekeruhan dosis koagulan yang berlebih akan menjadi pengotor dan terjadi kenaikan pada parameter TDS.

Pada gambar 8. (b) perbandingan hasil TDS terhadap variasi lama waktu pengendapan 10, 20 dan 30 menit pada dosis koagulan 60 mg/L. Hasil penurunan TDS terendah terjadi pada variasi waktu pengendapan 20, dan 30 menit dengan

hasil TDS 81 mg/L, dari kedua variasi lama waktu pengendapan dipilih perlakuan optimum adalah 30 menit. Hal ini ditentukan karena pada perlakuan yang sama parameter lain mencapai hasil yang optimum.

Perbandingan hasil parameter TDS terhadap variasi kecepatan pengadukan 120 rpm dan 150 rpm pada dosis 60 mg/L dan lama waktu pengendapan 30 menit dapat dilihat pada gambar garfik 8. (c). Dari kedua variasi tersebut memberikan hasil yang penurunan TDS yang optimum pada perlakuan kecepatan pengadukan 150 rpm. Berdasarkan penelitian yang dilakukan parameter TDS sama seperti parameter kekeruhan, keduanya dipengaruhi oleh flok yang terbentuk dari partikel pengotor yang terikat koagulan. Dari serangkaian perlakuan yang dilakukan penurunan parameter TDS optimum terjadi pada kombinasi perlakuan dosis 60 mg/L, waktu pengendapan 30 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm dengan nilai TDS 80 mg/L. Hasil perhitungan persen penurunan TDS terhadap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Penurunan TDS pada Dosis Optimum

nilai awal TDS (mg/L)	kombinasi perlakuan	hasil TDS air olahan (mg/L)	persen penurunan (%)
84	120 rpm 10 Menit	83	1,19
	150 rpm 10 Menit	83	1,19
	120 rpm 20 Menit	81	3,57
	150 rpm 20 Menit	81	3,57
	120 rpm 30 Menit	81	3,57
	<b>150 rpm 30 Menit</b>	<b>80</b>	<b>4,76</b>

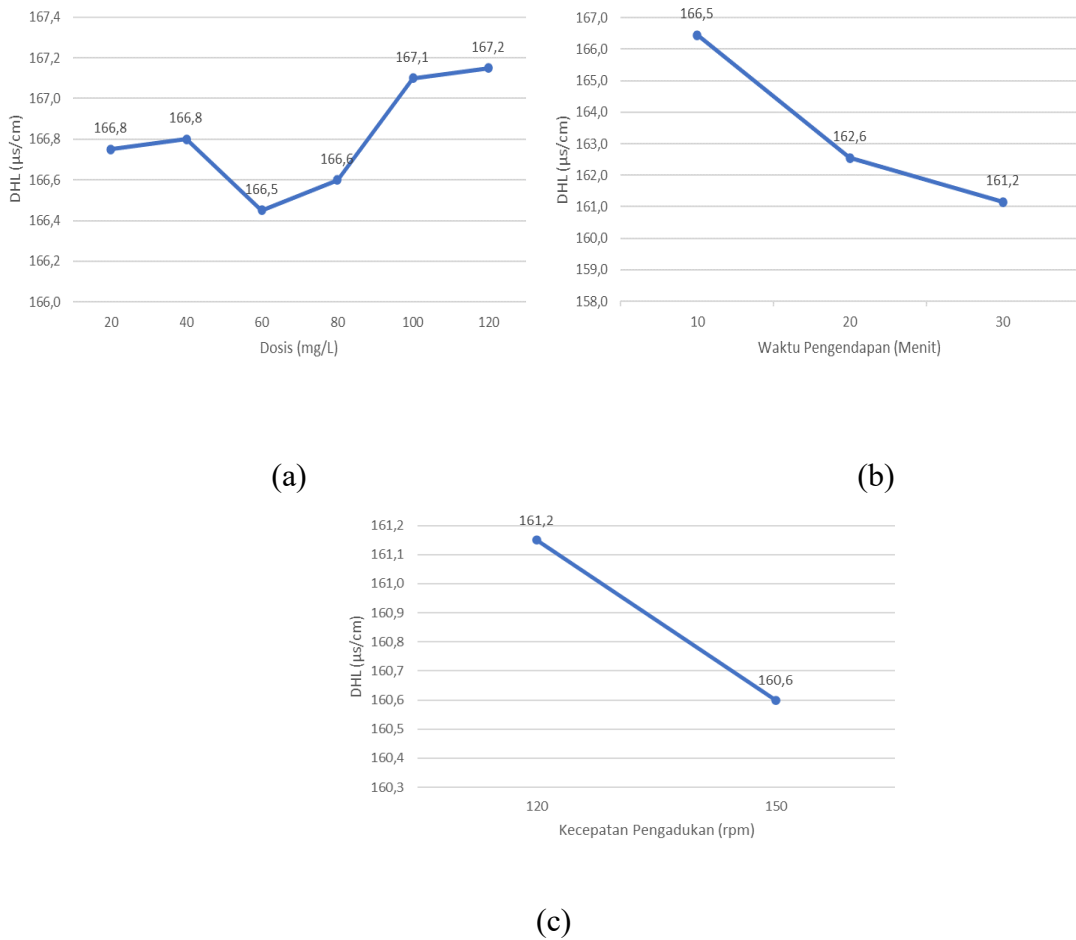
Dari tabel 6 menunjukkan kombinasi perlakuan lama waktu pengendapan 30 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm menunjukkan hasil penurunan TDS yang optimum dengan nilai 80 mg/L dan efisiensi penurunan 4,76% jika dibandingkan dengan kombinasi perlakuan yang lain. Hasil parameter TDS jika dibandingkan dengan standar baku mutu permenkes no 2 tahun 2023 sebagai air untuk keperluan higiene dan sanitasi, sudah memenuhi syarat. Standar baku mensyaratkan nilai TDS harus di bawah 300 mg/L sementara hasil air olahan yang didapat dengan perlakuan optimum berada pada nilai TDS 80 mg/L dengan efisiensi penurunan 4,76%.

Penurunan nilai TDS terjadi karena pembubuhan biji kelor dalam bentuk serbuk ditambahkan ke dalam air baku, protein dalam biji kelor akan larut dan menghasilkan muatan positif dalam jumlah banyak. Larutan biji kelor akan bereaksi sebagai koagulan alami bermuatan positif yang akan tertarik oleh partikel-partikel yang bermuatan negatif, seperti tanah liat, bakteri dan partikel lain yang terdapat dalam air sehingga lebih dikenal sebagai protein kationik (Sutherland, *et al.* 1994 dalam Ahsanul Hak, *et al.*, 2018).

Sumber utama untuk TDS dalam perairan dapat berasal dari limbah pertanian, limbah rumah tangga, dan industri. Perubahan dalam konsentrasi TDS dapat berbahaya karena akan menyebabkan perubahan salinitas, perubahan komposisi ion-ion, dan toksisitas masing-masing ion. Perubahan salinitas dapat mengganggu keseimbangan biota air, biodiversitas, menimbulkan spesies yang kurang toleran, dan menyebabkan toksisitas yang tinggi pada tahapan hidup suatu organisme (Weber-Scannel and Duffy, 2007).

#### **4.7 Pengaruh Koagulan Biji Kelor terhadap Daya Hantar Listrik**

Daya Hantar listrik dalam sungai dipengaruhi oleh larutan elektrolit yang terdapat banyak ion-ion dalam larutan tersebut. Nilai daya hantar listrik dalam air sungai sangat bervariasi tergantung pada faktor wilayah geografis, dan aktivitas manusia di sekitar sungai. Nilai DHL dan TDS memiliki korelasi positif dimana semakin tinggi nilai DHL semakin tinggi juga nilai TDS, hal ini disebabkan oleh ion terlarut dalam air yang mempengaruhi kedua parameter tersebut diukur dengan metode dan alat yang sama. Hasil dari Jar test terhadap parameter DHL dapat dilihat pada lampiran 11-16 dan grafik hasil jar test terhadap DHL dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hasil DHL terhadap Perlakuan Dosis Koagulan (a), Waktu Pengendapan (b) dan Kecepatan Pengadukan (c)

Nilai DHL awal air baku sebelum dilakukan pengujian adalah  $167,4 \mu\text{s}/\text{cm}$  setelah dilakukan jar test didapat hasil seperti gambar 9, grafik yang didapat pada parameter DLH menyerupai grafik parameter TDS. Nilai DHL berhubungan erat dengan nilai padatan terlarut total (TDS) (Tebbutt, 1992). Oleh karena itu grafik DHL yang didapat pada penelitian yang dilakukan hampir menyerupai grafik TDS. Berdasarkan penelitian yang dilakukan TDS berkolerasi positif dengan kekeruhan, akan tetapi, tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan. pada gambar grafik 9. (a) terjadi penurunan nilai kekeruhan optimum pada dosis 60 mg/L dengan nilai DHL  $166,5 \mu\text{s}/\text{cm}$ . Nilai DHL akan meningkat pada pembubuhan dosis yang melebihi dosis 60 mg/L, hal ini dapat terlihat pada kenaikan pada tren grafik 9. (a). Pada gambar 9. (b) perbandingan hasil DHL terhadap variasi lama waktu pengendapan 10, 20 dan 30 menit pada dosis koagulan

60 mg/L. Hasil penurunan DHL terendah terjadi pada variasi waktu pengendapan 30 menit dengan hasil TDS 161,2  $\mu\text{s/cm}$ . Pada gambar 9. (c) perbandingan hasil DHL terhadap variasi kecepatan pengadukan 120 dan 150 rpm pada dosis 60 mg/L dan lama waktu pengendapan 30 menit penurunan DHL optimum terjadi pada kecepatan pengadukan 150 rpm dengan penurunan DHL hingga 160,6  $\mu\text{s/cm}$ . Dari serangkaian perlakuan yang dilakukan penurunan parameter DHL optimum terjadi pada kombinasi perlakuan dosis 60 mg/L, waktu pengendapan 30 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm dengan nilai DHL 160,60 mg/L. Hasil perhitungan persen penurunan DHL terhadap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Penurunan DHL pada Dosis Optimum

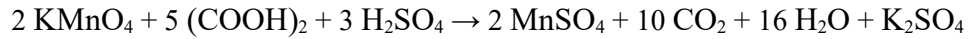
nilai awal DHL ( $\mu\text{s/cm}$ )	kombinasi perlakuan	hasil DHL air olahan ( $\mu\text{s/cm}$ )	persen penurunan (%)
167,35	120 rpm 10 Menit	166,45	0,54
	150 rpm 10 Menit	165,25	1,25
	120 rpm 20 Menit	162,55	2,87
	150 rpm 20 Menit	161,45	3,53
	120 rpm 30 Menit	161,15	3,70
	<b>150 rpm 30 Menit</b>	<b>160,60</b>	<b>4,03</b>

Dari tabel 7 menunjukkan dari seluruh perbandingan kombinasi perlakuan, persen penurunan DHL terbesar terjadi pada kombinasi lama waktu pengendapan 30 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm menunjukkan hasil penurunan DHL yang optimum dengan nilai 160,6 mg/L dan efisiensi penurunan 4,03%. Koagulan biji kelor akan menyebabkan Sebagian ion-ion yang terlarut dalam air terikat dan membentuk flok, flok dengan massa yang berat akan terendapkan ke bawah dengan bantuan gaya gravitasi dan terpisah dari larutannya. Dalam proses pengolahan pembubuhan koagulan biji kelor memberikan pengaruh yang kecil terhadap nilai daya hantar listrik. Daya hantar listrik adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran Listrik dan dinyatakan dengan satuan  $\mu\text{mhos/cm}$  atau  $\mu\text{Siemens/cm}$ . Oleh karena itu, semakin banyak garam-garam terlarut yang terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL.

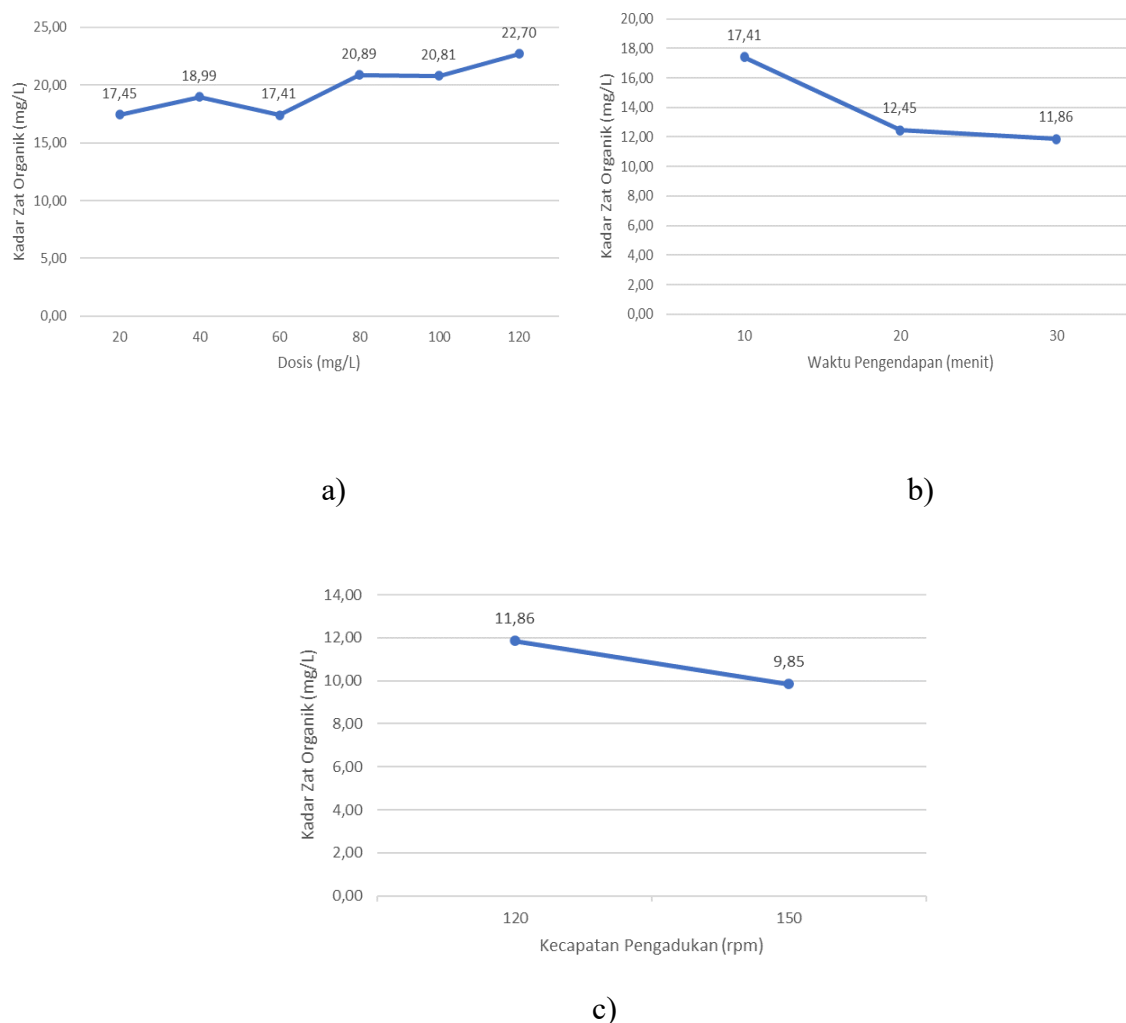


#### 4.8 Pengaruh Koagulan Biji Kelor terhadap Zat Organik

Untuk menentukan angka permanganat ditentukan dengan mengoksidasikan zat organik dalam air dengan larutan  $\text{KMnO}_4$  0,01 N kemudian sisa dari  $\text{KMnO}_4$  0,01 N ini akan direduksi oleh asam oksalat berlebih dalam keadaan asam dan panas. Kelebihan asam oksalat dititrasi kembali dengan  $\text{KMnO}_4$  sampai titik akhir berwarna merah muda seulas.



Hasil data analisis dapat dilihat pada lampiran 11-16 dan grafik hasil jar test terhadap kadar zat organik dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik Hasil Kadar Zat Organik terhadap Perlakuan Dosis Koagulan (a), Waktu Pengendapan (b) dan Kecepatan Pengadukan (c)

Dari hasil penetapan angka permanganat pada air sungai Cisadane didapat kadar zat organik sebesar 14,31 mg/L. Setelah dilakukan jar test diperoleh grafik seperti pada gambar 10. (a) hasil grafik tersebut terjadi pada perlakuan lama waktu pengendapan 10 menit. Berdasarkan grafik 10. (a) hasil kadar zat organik terjadi kenaikan kadar zat organik pada seluruh variasi dosis. Kadar zat organik yang terendah terjadi pada dosis 60 mg/L pada kombinasi perlakuan yang sama dengan hasil 17,41 mg/L. Kenaikan kadar zat organik pada perlakuan lama waktu pengendapan 10 menit disebabkan oleh koagulan biji kelor yang belum sepenuhnya terendapkan. Koagulan biji kelor dapat mempengaruhi kenaikan kadar zat organik dalam air olahan, dalam hal ini kadar zat organik berlebih pada air olahan diperoleh dari zat organik yang berasal dari koagulan biji kelor dengan komponen utamanya adalah karbon, dan protein. Zat organik mudah sekali mengalami pembusukan oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut (Kasjono, 2011). Akibat protein yang terlarut belum seluruhnya terendapkan sehingga memerlukan waktu yang lebih lama untuk mengendap. Protein yang belum sepenuhnya terendapkan akan teroksidasi dengan metode permanganometri dan mengakibatkan naiknya nilai kadar zat organik.

Pada gambar 10. (b) perbandingan hasil zat organik terhadap variasi lama waktu pengendapan 10, 20 dan 30 menit pada dosis koagulan 60 mg/L. Berdasarkan grafik 10. (b) penurunan kadar zat organik mulai terjadi pada lama waktu 20 menit dengan nilai kadar zat organik 12,45 mg/L dan penurunan paling tinggi terjadi pada lama waktu pengendapan 30 menit dengan nilai kadar zat organik 11,68 mg/L. Hal ini menunjukkan penurunan kadar zat organik terjadi akibat proses koagulasi dengan pemakaian dosis yang optimum dan lama waktu pengendapan yang tepat dapat mengurangi kandungan zat organik. Hal ini terjadi karena proses pengikatan koloid yang bersifat destabilisasi terhadap partikel polutan membentuk flok-flok dengan massa yang besar kemudian mengendap dengan bantuan gaya gravitasi.

Perbandingan hasil zat organik terhadap variasi kecepatan pengadukan pada dosis 60 mg/L dan lama waktu pengendapan 30 menit dapat dilihat pada gambar grafik 10. (c). Perbandingan kecepatan pengadukan 120 rpm dan 150 rpm memberikan hasil yang penurunan zat organik yang optimum pada perlakuan kecepatan pengadukan 150 rpm dengan hasil 9,85 mg/L. kecepatan putaran

pengadukan yang optimum pada proses koagulasi menyebabkan partikel pengotor terikat dengan koagulan. Dari serangkaian kombinasi perlakuan terhadap penurunan kadar zat organik yang optimal terjadi pada kombinasi perlakuan dosis 60 mg/L, waktu pengendapan 30 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm dengan nilai zat organik 9,85 mg/L. Hasil perhitungan persen penurunan zat organik terhadap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Penurunan Zat Organik pada Dosis Optimum

nilai awal zat organik (mg/L)	kombinasi perlakuan	hasil zat organik Air olahan (mg/L)	persen penurunan (%)
14,31	120 rpm 10 Menit	17,41	-21,64
	150 rpm 10 Menit	18,37	-28,64
	120 rpm 20 Menit	12,45	12,98
	150 rpm 20 Menit	10,13	29,21
	120 rpm 30 Menit	11,86	17,10
	<b>150 rpm 30 Menit</b>	<b>9,85</b>	<b>31,16</b>

Dapat terlihat dari tabel 8 terjadi kenaikan nilai zat organik awal 14,31 mg/L menjadi 17,41 mg/L pada perlakuan 120 rpm 10 menit, dan 18,37 mg/L pada perlakuan 150 rpm 10 menit kenaikan kadar zat organik yang menyebabkan perhitungan persentase penurunan menjadi minus dimana terjadi kenaikan nilai zat organik pada hasil olahan yang melebihi dari nilai air baku zat organik. Pada perlakuan waktu pengendapan 30 menit memiliki persen penurunan paling tinggi. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu pengendapan semakin optimum hasil penurunan pada parameter kadar zat organik. persen penurunan zat organik terbesar terjadi pada kombinasi lama waktu pengendapan 30 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm menunjukkan hasil penurunan zat organik yang optimum dengan nilai 9,85 mg/L dan efisiensi penurunan 31,16%.

Karena protein dari koagulan biji kelor dapat meningkatkan kadar zat organik maka hasil air olahan perlu dibandingkan dengan standar baku Permenkes no. 32 tahun 2017 untuk mengetahui hasil kadar zat organik air olahan masih dalam batas standar. Hasil pada parameter kadar zat organik jika dibandingkan dengan standar baku mutu permenkes no 32 tahun 2017 sebagai air untuk keperluan higiene dan sanitasi, sudah memenuhi syarat. Standar baku mensyaratkan nilai zat organik

maksimal 10 mg/L sementara hasil air olahan yang didapat dengan dosis dan perlakuan optimum berada pada nilai 9,85 mg/L dengan penurunan 31,16%.

Nilai zat organik berpengaruh terhadap parameter DO, BOD, dan COD. Semakin tinggi nilai zat organik semakin tinggi nilai BOD, dan COD secara otomatis akan menurunkan kadungan DO pada air. Kadar zat organik yang tinggi juga dapat mempengaruhi nilai kekeruhan semakin tinggi kadar zat organik semakin tinggi nilai kekeruhan dan aktivitas mikroorganisme. Adanya bahan-bahan organik dalam air dapat menyebabkan timbulnya warna, bau, rasa, kekeruhan dalam air (Agustina N., *et al.* 2019).

Dari serangkaian kombinasi perlakuan terhadap penurunan parameter kekeruhan DHL, TDS dan zat organik perlu dibuat Kesimpulan secara keseluruhan. Tabel perhitungan dan perbandingan data hasil optimasi dari kombinasi perlakuan dosis koagulan, waktu pengendapan dan kecepatan pengadukan terhadap parameter yang diamati dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kesimpulan Data Hasil Optimasi Dosis Koagulan, Waktu Pengendapan, Kecepatan Pengadukan terhadap Kekeruhan, DHL, TDS dan Zat Organik

Dosis (mg/L)	Waktu Pengendapan (menit)	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Kekeruhan (NTU)	DHL ( $\mu\text{s/cm}$ )	TDS (mg/L)	Zat Organik (mg/L)
20	10	120	18,30	166,8	83	17,45
40	10	120	14,85	166,8	84	18,99
60	10	120	12,20	166,5	83	17,41
80	10	120	18,78	166,6	83	20,89
100	10	120	20,88	167,1	84	20,81
120	10	120	20,76	167,2	84	22,70
Optimum pada 60 mg/L	20	120	7,15	162,6	81	12,45
	30	120	6,94	162,2	81	11,86
	Optimum pada 30 menit	150	<b>4,40</b>	<b>160,6</b>	<b>80</b>	<b>9,85</b>
		Optimum pada 150 rpm				

Dari percobaan yang telah dilakukan hasil yang didapat pada pengujian koagulan biji kelor seperti pada Tabel 9. Variasi dosis yang telah dibubuhi pada air baku hasil yang paling optimum terjadi pada dosis 60 mg/L. Perbandingan antara variasi perlakuan waktu pengendapan 10, 20 dan 30 menit didapat hasil paling optimum pada waktu pengendapan 30 menit. Diantara perlakuan pengadukan cepat 120 rpm dan 150 rpm, hasil optimum terjadi pada perlakuan 150 rpm. Dapat disimpulkan kombinasi perlakuan yang paling optimum terjadi pada dosis 60 mg/L, kecepatan pengadukan 150 rpm dengan waktu pengendapan 30 menit dengan hasil kekeruhan 4,40 NTU; DHL 160,6  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ; TDS 80 mg/L dan kadar zat organik 9,85 mg/L.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum dari koagulan terjadi pada kombinasi perlakuan dosis koagulan 60 mg/L, kecepatan pengadukan 150 rpm, dan lama waktu pengendapan 30 menit. Pada kondisi optimum ini biji kelor mampu berperan sebagai koagulan untuk mengolah air sungai Cisadane dengan menurunkan kekeruhan sebesar 90,10% (44,5 NTU menjadi 4,40 NTU); daya hantar listrik sebesar 4,05% (167,4  $\mu\text{s/cm}$  menjadi 160,0  $\mu\text{s/cm}$ ); *total dissolve solid* sebesar 4,73% (84 mg/L menjadi 80 mg/L); dan kadar zat organik sebesar 31,16% (14,31 mg/L menjadi 9,85 mg/L). Untuk parameter kekeruhan didapat nilai 4,40 NTU, menunjukkan hasil yang kurang efektif jika mengacu pada standar mutu permenkes no 2 tahun 2023 sebagai Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi, yang mensyaratkan nilai kekeruhan harus berada dibawah 3 NTU. Hal ini disebabkan karena masih ada zat pengotor yang tidak terserap dengan sempurna oleh koagulan biji kelor sehingga tidak dapat terendapkan dengan baik.

#### **5.2 Saran**

Penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan hasil pengolahan air dari biji kelor dapat dilakukan dengan menambahkan variasi pada ukuran saringan yang lebih tinggi. Hal ini bertujuan agar serbuk serbuk biji kelor lebih berukuran kecil sehingga membuat luas permukaan biji kelor yang akan berkontak dengan partikel pengotor lebih luas dan meningkatkan daya absorpsi koagulan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N.; Chandra dan M. F. Aquarista. 2019. Kualitas Air Rawa terhadap Keluhan Kesehatan Masyarakat Desa Banyu Hirang Kecamatan Gambut. *Jurnal Kesehatan*. 10 (3): 2548-5695
- Akbar, I. Said, dan A. W. M. Diah. 2015. Efektifitas Biji Kelor (*Moringa oleifera Lamk*) sebagai Koagulan Besi (Fe) dan Kalsium (Ca). *Jurnal Akademika Kimia*. 4 (2): 64–70.
- Ali, E. N.; S. A. Muyibi; H. M. Salleh; M. Z. Alam dan M. R. M. Salleh. 2010. Production of Natural Coagulant from *Moringa oleifera* Seed for Application in Treatment of Low Turbidity Water. *Journal of Water Resource and Protection*. 2 (3): 259–266. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2010.23030>. Malaysia
- Alimah D. 2018. Penggunaan Ekstraks Beberapa Jenis Tanaman Untuk Perbaikan Kualitas Air Melalui Proses Koagulasi. *Galam Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan*. Banjarbaru
- Andayani, S. 2005. Manajemen Kualitas Air Untuk Budidaya Perairan. Universitas Brawijaya. Malang
- Anriani, L. H.; Ratni S. dan Ridwan Y. L. 2023. Efektivitas Biji Kelor pada Proses Koagulasi untuk Penurunan Kekeruhan, Logam (Fe), dan Zat Organik (KMnO<sub>4</sub>) pada Air. *Jurnal Online of Physcis*. 8 (2): 66 - 69
- Aras N. R. M. & Asriani. 2021. Efektifitas Biji Kelor (*Moringa oleifera L.*) sebagai Biokoagulan dalam menurunkan Cemaran Limbah Cair Industri Minuman Ringan. *Jurnal Sainsmat*. 10 (1): 42-52
- Armedi J. & Sorang J. A. 2012. Penyisihan BOD<sub>5</sub>, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu dengan Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Ultrafiltrasi. *Jurnal Tekno Biologi*. 3 (2): 135-138. Pekanbaru
- Balaet C., Cojocar M. Harsoveanu T., dan Radu M, 2013. Investigation of the Potential Physio-Patological Effect of Aluminium in Patients with Alzheimer Specific Symptom. *Letter in Applied NanoBioScience*. 2 (2): 105-109.
- Bertus, M. Y. P.; Suherman; Sri, M. S. 2017. Karakterisasi FTIR Polibend Adsorben Serbuk Biji Buah Kelor (*Moringa oleifera*) dan Cangkang Telur Ayam Ras untuk Pengolahan Air Gambut di Daerah Palu Barat. *Jurnal Akademi Kimia*. 3 (1): 21-29.
- BP DAS Citarum-Ciliwung. 2010. Pengelolaan DAS Cisadane Terpadu tahun 2010. Kerjasama IPB dengan Balai Pengelolaan DAS Citarum-Ciliwung, Kementerian Kehutanan RI. Bogor.
- Bratby, J. 2016. Coagulation and Flocculation in Water and Wastewater Treatment. Second edition. IWA publishing. London.

- BSN. 2000. SNI 19.6449:2000 Metode Pengujian Koagulasi- Flokulasi dengan Cara Jar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. 2004. SNI 6989.1:2004 Air dan air limbah – bagian 1: Cara Uji Daya Hantar Listrik (DHL). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. 2004. SNI 6989.22:2004 Air dan air limbah – bagian 22: Cara Uji Nilai Permanganat Secara Titrimetri. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. 2005. SNI 6989.23:2005 Air dan air limbah – bagian 23: Cara Uji Suhu dengan Termometer. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. 2005. SNI 6989.25:2005 Air dan air limbah – bagian 25: Cara Uji Kekeruhan dengan Nefelometer. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. 2008. SNI 6989.57:2008 Air dan air limbah – bagian 57: Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. 2019. SNI 6989.11:2019 Air dan air limbah – bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan pH Meter. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Dawud M, Namara Idi, Chayati N, Fadhilla M LT. 2016. Analisis Sistem Pengendalian Pencemaran Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Berbasis Masyarakat. *Jurnal Semnastek*. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Douglas A, Skoog; F, James Holler; Timothy A, Nieman. Principles of Instrumental Analysis. The University of Michigan. Saunders College Pub.
- Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta.
- Hadiwidodo M, Ainurrofiq M N, Purwono, Oktiawan W. 2019. Penggunaan Nano-bio Koagulan dari Cangkang Keong Sawah (*Pila ampullacea*) untuk Menurunkan COD, Kekeruhan, dan TSS Limbah Cair Industri Farmasi. *Jurnal Presipitasi*. 16 (2): 133-139.
- Hak, Ashanul; Yeti, K. dan Husnul, H. 2018. Efektivitas Penggunaan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*, Lam) sebagai Koagulan untuk Menurunkan Kadar TDS dan TSS dalam Limbah Laundry. *Jurnal Kependidikan Kimia*. 6 (2): 100-113.
- Harjadi, W. 1993. Ilmu Kimia Analitik Dasar. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Harmiyati. 2018. Tinjauan Proses Pengolahan Air Baku (Raw Water) Menjadi Air Bersih pada Sarana Penyediaan Air Minum (SPAM) Kecamatan Rangsang Kabupaten Kepulauan Meranti. *Jurnal Sainstis*. 18 (1): 1-15
- Haslindah, A., & Zulkifi. 2012. Analisis Jumlah Koagulan ( $\text{Tawas}/\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) yang Digunakan Dalam Proses Perjernihan Air Pada PDAM Instalasi 1 Ratulangi Makassar. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. 7 (13): 974-976.



- Helmboldt, Otto; Keith Hudson, L.; Misra, Chanakya; Wefers, Karl; Heck, Wolfgang; Stark, Hans; Danner, Max dan Rösch, Norbert. 2007. "Aluminum Compounds, Inorganic". Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim.
- Hammer, M.J. 1986. *Water and Wastewater Technology*. Prentice-Hall Inc. New Jersey
- Husin, S.P. 2005. Protein Biji Kelor Sebagai Bahan Aktif Penjernih Air. Laporan Penelitian. *Jurnal Teknologi Proses*. 4 (2): 26-33
- Iryani, A; Sutanto; & Sarahwati. Efisiensi dan Efektifitas Serta Kinetika Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Sagu Aren. *Jurnal Ekologia*, 18 (1): 10-16
- Jalil, M A. 2018. Potensi Sumber Air Bagi Keberlangsungan Pendidikan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Islam*. 1 (2)
- Jiang, Jia-Qian. 2015. "The role of coagulation in water treatment". *Current Opinion in Chemical Engineering*.
- Kartono, H. 2004. *Pelatihan Nasional: Lingkungan dan Pencemaran*. Departemen Pendidikan Nasional, Medan.
- Kasjono. 2011. *Kimia Organik*. Jakarta: PT. Kalman Media Pustaka.
- Kementerian Kesehatan. 2017. 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.
- Kementerian Kesehatan. 2023. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/245563/permenkes-no-2-tahun-2023>; 07 Agustus 2023
- Kemmer, F. N. 2002. *The Nalco Water Handbook 3<sup>rd</sup> Edition*. McGraw Hill. USA
- Khopkar, S.M. 2014. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press. Jakarta.
- Kordi, M.G., dan A.B. Tancung. 2007. *Pengolahan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kristijarti, A. P.; Suharto, I.; & Marieanna, M. 2013. Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X. *Research Report-Engineering Science*, 2.
- Kurniawan, W. dan S. Tjahjani. 2012. Adsorpsi Ion Logam Besi Dalam Air Sungai Brantas oleh Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*). In *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa* (pp. 978–979). Surabaya.
- Lau, W. S. 1999. *Karakteristik Inframerah untuk Mikroelektronik*. World Scientific

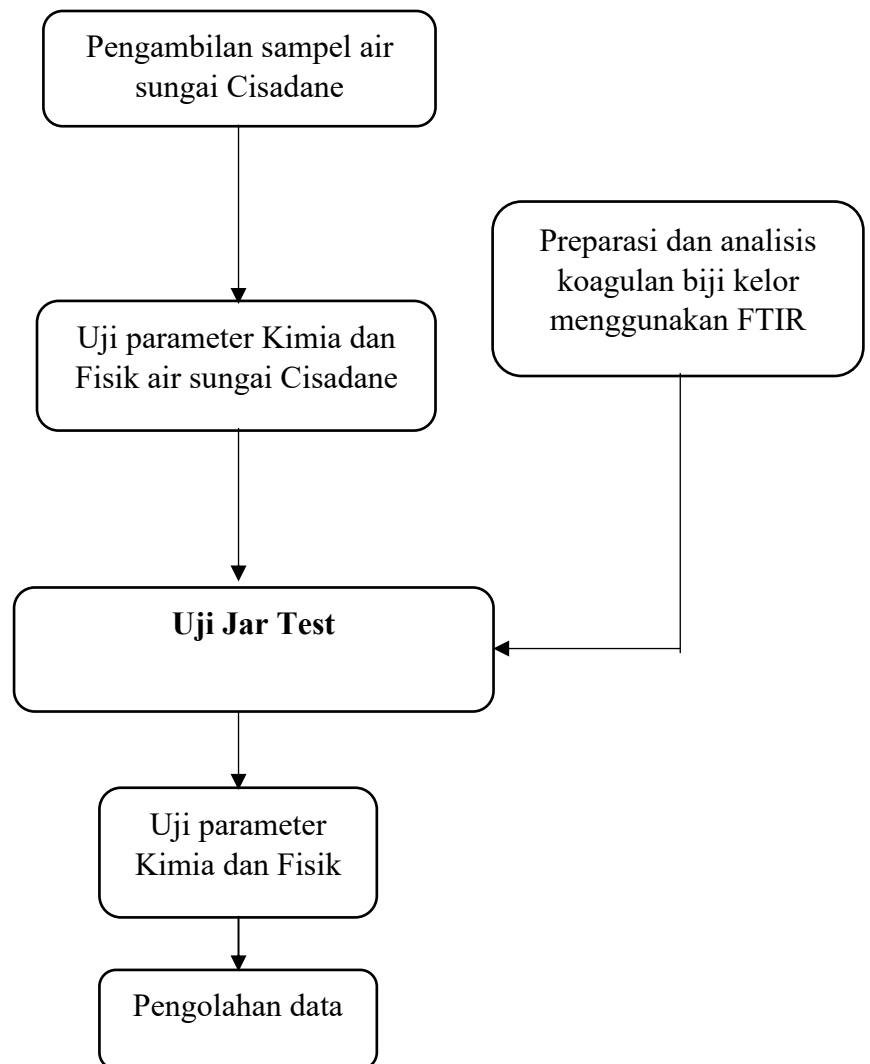
- Lolo E U, Pambudi Y S, Gunawan R I, dan Widiyanto. 2020. Pengaruh Koagulan PAC dan Tawas terhadap Surfaktan dan Kecepatan Pengendapan Flok Dalam Proses Koagulan Flokulasi. *Serambi Engineering*. 5 (4): 1295 - 1305
- Manune, S. Y.; Nono, K. M.; & Damanik, D. E. R. 2019. Analisis Kualitas Air pada Sumber Mata Air di Desa Tolnaku Kecamatan Fatule'u Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur. *Jurnal of Biotropikal Sains*. 16 (1): 40-53.
- Mariska, A. K.; Rikha B; August, D.; Widodo, S. P. 2014. Kualitas Perairan Natuna pada Musim Transisi. *Jurnal Depik*. 3 (1): 10-20
- Marlina, N., Hudori & Hafidh, R. 2017. Pengaruh Kekasaran Saluran dan Suhu Air Sungai pada Parameter Kualitas Air COD, TSS Di Sungai Winongo Menggunakan Software QUAL2Kw. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 9 (2): 122-133.
- Metclaf & Eddy. 2004. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Fourth Edition Mcgraw-Hill. New York.
- Muyibi, S. A. dan L.M. Evison. 1995. Optimizing Physical Parameters Affecting Coagulation of Turbid Water with *Moringa oleifera* Seeds. *Water Research*. 29 (12): 2689-2695. Malaysia.
- Nugroho, B. A., S. S. Miswadi, dan N. B. Santosa. 2014. Penggunaan Serbuk Biji Kelor untuk Menurunkan Kadar Pb, Kekeruhan dan Intensitas Warna. *Indo. J. Chem. Sci*. 3 (2252): 174–178.
- Nurmasita, 2012. Pengaruh Konsentrasi PAC (Poly Aluminium Chloride) dalam Air Baku terhadap pH dan Turbiditas Pada Instalasi Air (IPA) Di PDAM Tirtanadi Hamparan Perak. Karya Ilmiah. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. PT. Gramedia. Jakarta
- Okazaki, M., Osamu, I.; Norimasa, K.; Yasunao, M.; Takui, M.; Kozo, S.; Takashi, S.; Chikafusa, T.; Takashi, W. 1985. Kurita Handbook of Water Treatment. Kurita Water Industries LTD. Japan.
- Oxtoby. 2016. Solid/Liquid Separation: Equipment Selection and Process Design. Elsevier.
- Pauliza O. 2008. Fisika Kelompok Teknologi dan Kesehatan. Grafindo. Bandung
- Peraturan Menteri PU RI, Direktorat Jendral Pengairan, 2014. Keputusan Direktur Jendral Pengairan Nomor: 1451/KPTS/A/2014 Tentang Standar Perencanaan Drainase. Jakarta
- Ponto, H. 2018. Dasar Teknik Listrik. Deepublish, ISBN 978-623-7022-93-0. Yogyakarta
- Prihatinningtyas, Eka dan Agus, Jatnika E. 2012. Aplikasi Tepung Jagung sebagai Koagulan Alami untuk Mengolah Limbah Cair Tahu. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 18 (1): 97-105

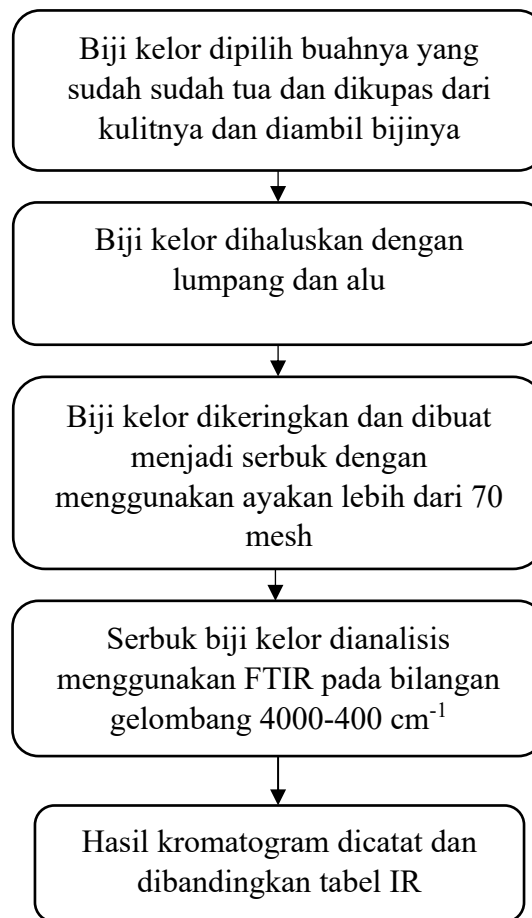
- Qalbih, I A N. 2021. Pengaruh Kemiringan dan Diameter Tube Settler terhadap Penurunan Nilai Kekeruhan dan Efisiensi Penyisihan TSS Pada Reaktor Sedimentasi *Rectangular*. Universitas Hasanuddin. Gowa
- Reynold, T.D. 1984. Operation And Proseses in Environmental Engineering. Texas A and M University. Texas.
- Rinawati; Hidayat, D.; Supriyanto, R.; & Dewi, P. S. 2016. Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolved Solid dan Total Suspended Solid) di Perairan Teluk Lampung. *Jurnal Kimia Lingkungan*. 1 (1): 36-45
- Sari R A, Pinem J A, Daud S. 2016. Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Pengolahan Air Minum Menggunakan Proses Koagulasi Ultrafiltrasi. *Jom FTEKNIK*. 3 (1): 1-7
- Schroeder, E. D. 1977. Water and Waste Water Treatment. Mc Graw-Hill. US.
- Schwarz, D. (2000). Water Clarification using *Moringa oleifera*. In Water Clarification using *Moringa oleifera* (pp. 1–7). *German Appropriate Technology Exchange (GATE) /Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)*, Eschborn. Germany.
- Setyawati, H.; Kriswantono, M.; Nisa, D. A. & Hastuti R. 2017. Serbuk Biji Kelor sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu. *Jurnal Teknik Industri*. 7 (2): 1-6
- Sittadewi, E. H. 2008. Identifikasi Vegetasi di Koridor Sungai Siak dan Peranannya dalam Penerapan Metode Bioengineering. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 10 (2): 112-118
- Sosrodarsono S, Takeda K. 2006. Hidrologi Untuk Pengairan. Pradnya Paramita. Jakarta
- Sutrisno. 2014. Teknologi Penyediaan Air Bersih. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Suwardi. 2009. “Panduan Pembelajaran Kimia: Untuk SMA & MA Kelas XI”. Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, Balitbang. CV. Karya Mandiri Nusantara.
- Tanaka, K.; Yosiaki, K.; Tetsuro, S.; Fumiko, H.; & Katsuko, K. 2008. Quantitation of Curcuminoids in Curcuma Rhizome by Near-Infrared Spectroscopic Analysis. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 8 (56): 8787-8792
- Tebbutt, T. H. Y. 1992. Organic Geochemistry of Natural Water. Mrtinus Nijhoff/Dr. W. Junk. Publ, Dordrecth. The Netherlands.
- Thermo Nicolet. 2001. Introduction to FTIR Spectrometry. Thermo Nicolet. Madison. USA
- USDA, Agricultural Research Service, National Plant Germplasm System. 2018. Taxon *Moringa Oleifera* Lam. National germplasm Resources Laboratory Beltsville, Maryland

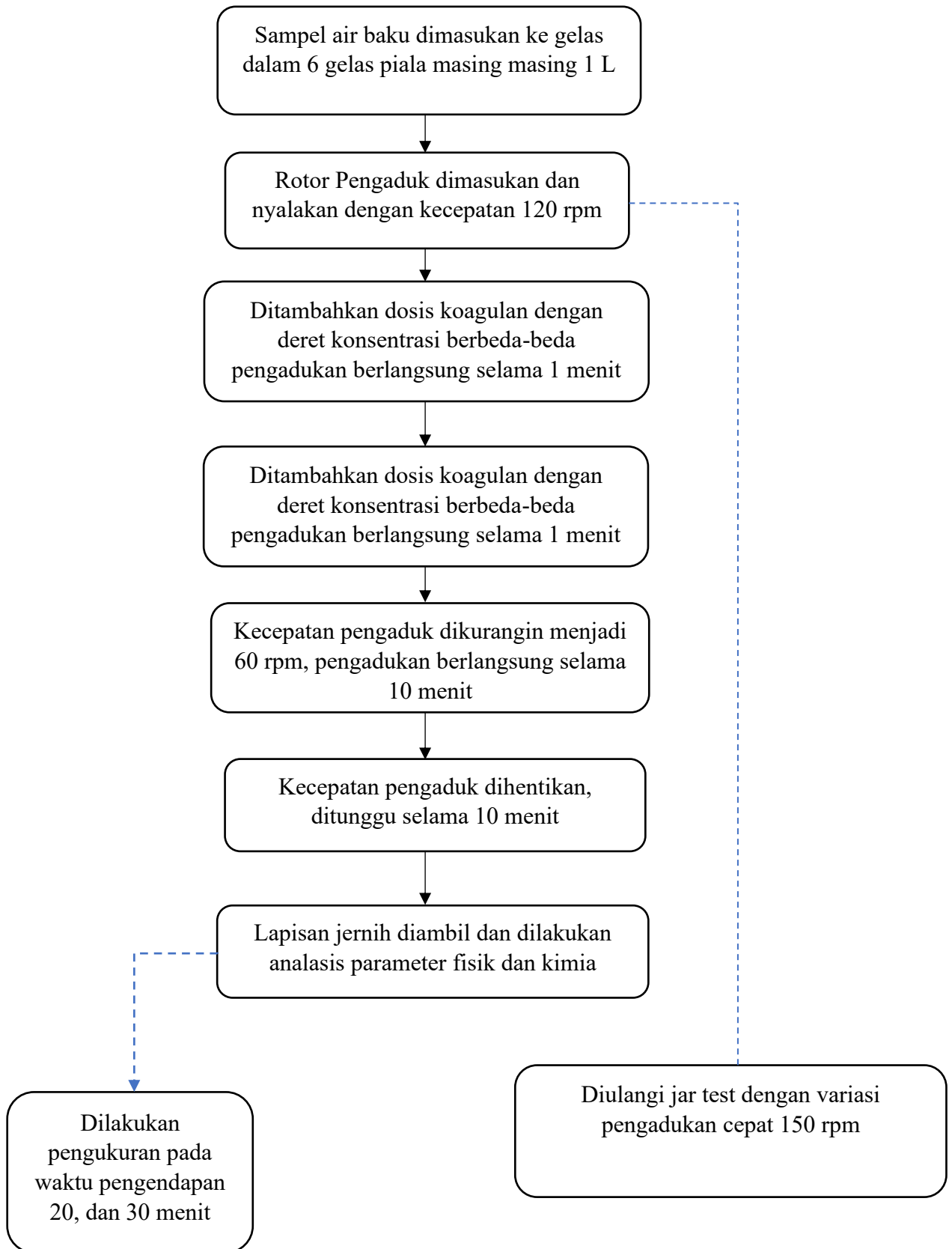
- Uwidia, I & C. M., Ademoroti. 2016. Regression Analysis of Permanganate Value (Pv) On Suspended Solids (Ss), Biochemical Oxygen Demand (Bod), And Chemical Oxygen Demand (Cod) In Domestic Sewage Obtained from An Estate in Warri, Nigeria. *Journal of Chemical Society Nigeria*, 41 (2): 68–72,
- Yuliasri, I. R. (2010). Penggunaan serbuk biji kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Koagulan dan Flokulan dan Perbaikan Kualitas Air Limbah dan Air Tanah. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Viessman, W and M.J. Hammer. 2015. Water Supply and Pollution Control. Harper and Row Publishers. New York.
- Wanggai, F. 2009. Manajemen Hutan. Grasindo. Jakarta
- Waterman, C.; D. M. Cheng; P. Rojas-Silva; A. Poulev; M. A. Lila; dan I. Raskin. 2014. Stable, Water Extractable Isothiocyanates from *Moringa oleifera* Leaves Attenuate Inflammation in Vitro Carri. *Phytochemistry*. 103 (7): 242-249
- Weber-Scannell, P. K.; Duffy, L. K. 2007. Effect of Total Dissolved Solids on Aquatic Organisms: A Review of Literature and Rrecommendation for Salmonid Species. *American Journal of Environmental Sciences*. 3 (1): 1-6.
- Whiteley, Kenneth S.; Heggs, T. Geoffrey; Koch, Hartmut; Mawer, Ralph L. dan Immel, Wolfgan. 2005. Polyolefins. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley-VCH, Weinheim.
- Winarno, F. G. 2008. Kimia Pangan dan Gizi: Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

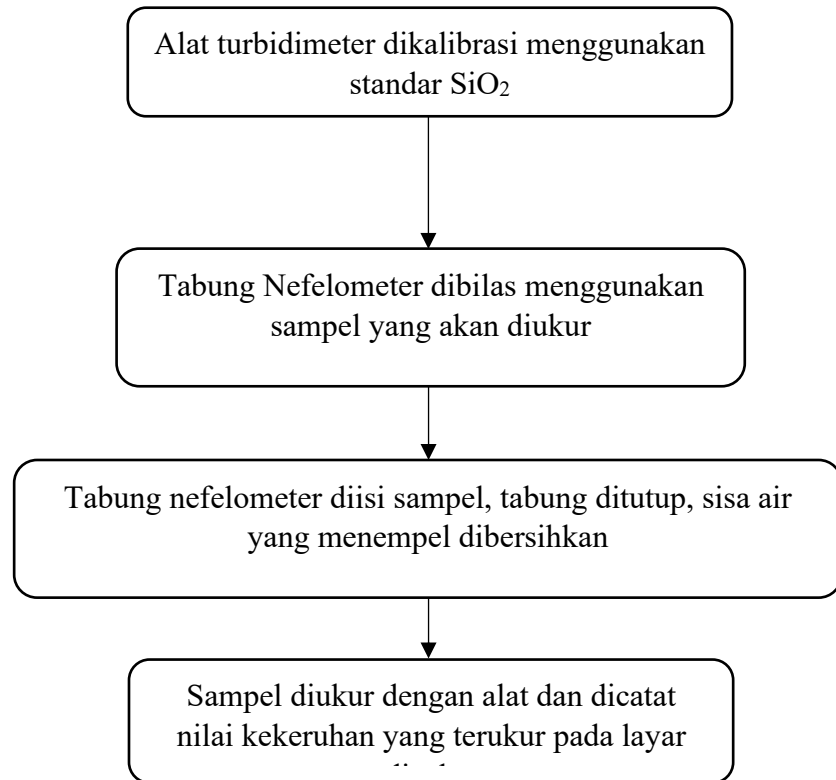
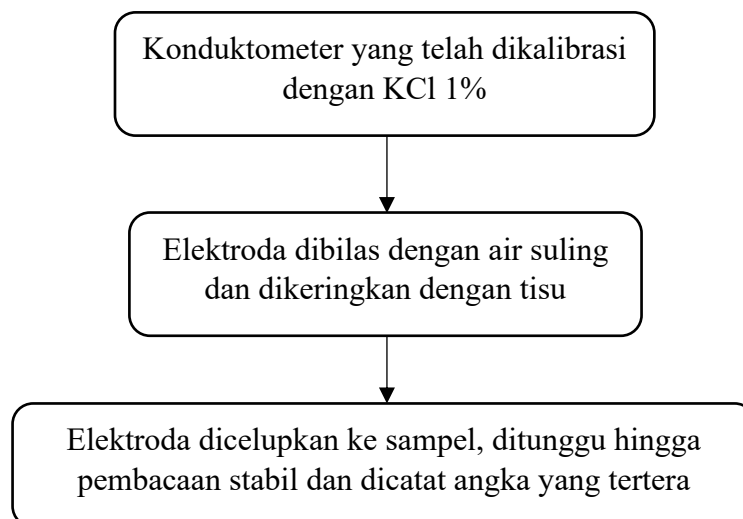
## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian



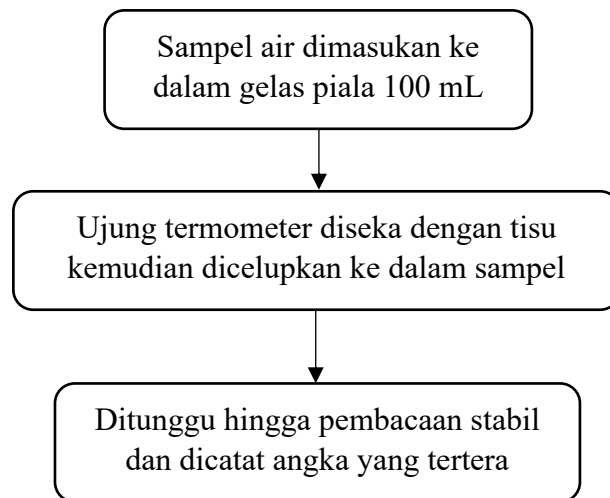
**Lampiran 2. Persiapan dan Analisis Koagulan Biji Kelor**

**Lampiran 3. Metode Jar Test**

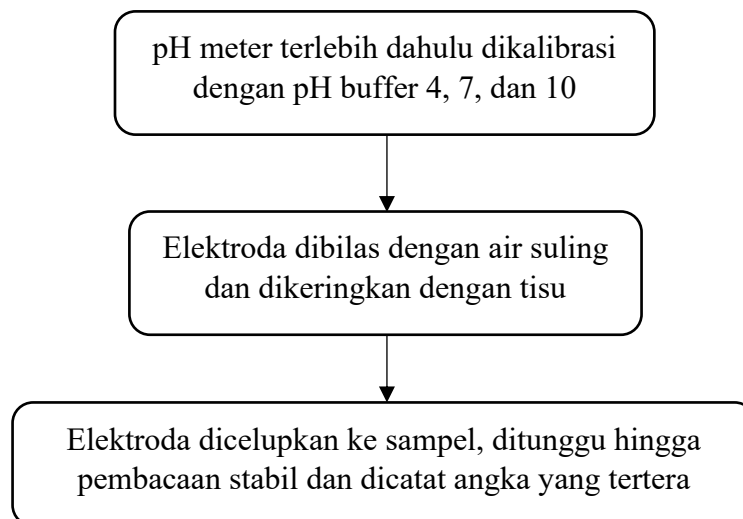
**Lampiran 4. Pengukuran Kekeruhan****Lampiran 5. Pengukuran Daya Hantar Listrik**

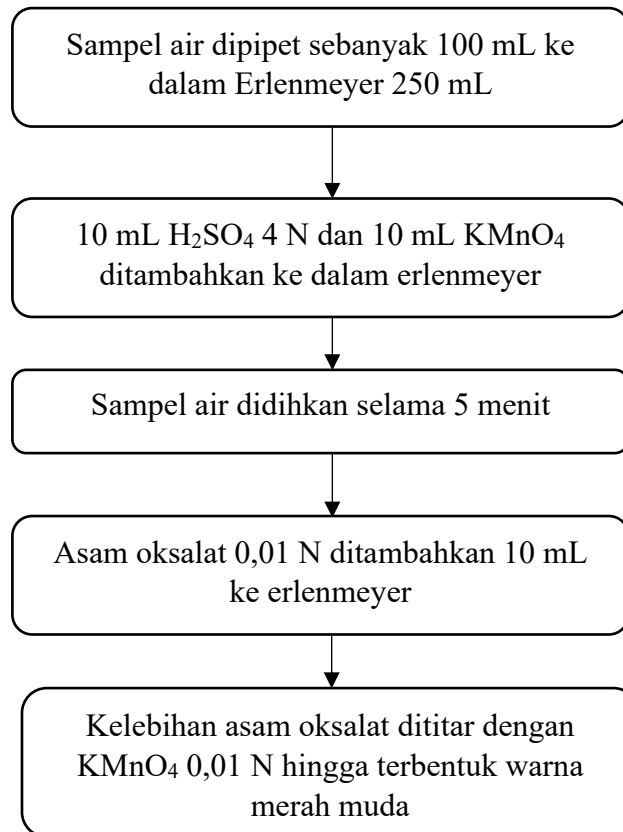


### Lampiran 6. Pengukuran Suhu



### Lampiran 7. Pengukuran Derajat Keasaman



**Lampiran 8. Pengukuran Zat Organik**

### Lampiran 9. Perhitungan Persen Penurunan Efisiensi

$$\% \text{Penurunan} = \frac{\text{hasil awal} - \text{hasil akhir}}{\text{hasil awal}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan persen penurunan kekeruhan pada hasil jar test perlakuan pengadukan 150 rpm pengendapan 30 menit:

$$\% \text{Penurunan kekeruhan} = \frac{44,5 \text{ NTU} - 4,40 \text{ NTU}}{44,5 \text{ NTU}} \times 100\%$$

$$\% \text{Penurunan kekeruhan} = 90,10\%$$

### Lampiran 10. Perhitungan Standardisasi $\text{KMnO}_4$

$$N \text{ KMnO}_4 = \frac{\text{Bobot Asam Oksalat (mg)}}{\text{Bst Asam Oksalat} \left( \frac{\text{mg}}{\text{mgrek}} \right) \times \text{Volume KMnO}_4 \text{ (mL)} \times \text{fp} \left( \frac{\text{mL}}{\text{mL}} \right)}$$

Bst Asam oksalat = Setengah Mr asam oksalat, yaitu 63 (mg/mgrek)

Fp = Faktor pengenceran (100 mL/10 mL)

Contoh perhitungan standardisasi  $\text{KMnO}_4$ :

$$N \text{ KMnO}_4 = \frac{63 \text{ mg}}{63 \frac{\text{mg}}{\text{mgrek}} \times 10,2 \text{ mL} \times 10}$$

$$N \text{ KMnO}_4 = 0,0098 \left( \frac{\text{mgrek}}{\text{mL}} \right)$$

Berat asam oksalat = 63 mg

Volume penitar = 10,2 mL

### Lampiran 11. Perhitungan Angka Permanganat

$$AP = \frac{\left( (10 \text{ mL} + a \text{ mL}) \times b \left( \frac{\text{mgrek}}{\text{mL}} \right) - \left( 10 \text{ mL} \times c \left( \frac{\text{mgrek}}{\text{mL}} \right) \right) \right) \times \text{Bst KMnO}_4 \left( \frac{\text{mg}}{\text{mgrek}} \right)}{\text{Volume contoh (mL)}} \times 1000 \left( \frac{\text{mL}}{\text{L}} \right)$$

Keterangan:

- AP = Angka permanganat (mg/L)  
 a = Volume KMnO<sub>4</sub> (mL)  
 b = Normalitas KMnO<sub>4</sub> (mgrek/mL)  
 c = Normalitas asam oksalat (mgrek/mL)  
 Bst KMnO<sub>4</sub> = 31,6 (mg/mgrek)

Contoh:

Perhitungan kadar zat organik pada hasil jar test perlakuan pengadukan 150 rpm pengendapan 30 menit ulangan pertama:

$$AP = \frac{\left( (10 \text{ mL} + 3.37 \text{ mL}) \times 0.0098 \left( \frac{\text{mgrek}}{\text{mL}} \right) - \left( 10 \text{ mL} \times 0.01 \left( \frac{\text{mgrek}}{\text{mL}} \right) \right) \right) \times 31.6 \left( \frac{\text{mg}}{\text{mgrek}} \right)}{100 \text{ (mL)}} \times 1000 \left( \frac{\text{mL}}{\text{L}} \right)$$

$$AP = \frac{(0.131026 \text{ (mgrek)} - 0.1 \text{ (mgrek)}) \times 31.6 \left( \frac{\text{mg}}{\text{mgrek}} \right)}{100 \text{ (mL)}} \times 1000 \left( \frac{\text{mL}}{\text{L}} \right)$$

$$AP = \frac{(0.131026 \text{ (mgrek)} - 0.1 \text{ (mgrek)}) \times 31.6 \left( \frac{\text{mg}}{\text{mgrek}} \right)}{100 \text{ (mL)}} \times 1000 \left( \frac{\text{mL}}{\text{L}} \right)$$

$$AP = 9,80 \text{ mg/L}$$

**Lampiran 12. Data Hasil Pengadukan 120 rpm Pengendapan 10 Menit**

Parameter	Ulangan	Jar test Pengadukan 120 rpm Pengendapan 10 menit					
		Kadar 20 mg/L	Kadar 40 mg/L	Kadar 60 mg/L	Kadar 80 mg/L	Kadar 100 mg/L	Kadar 120 mg/L
Kekeruhan	1	18,30	14,90	12,20	18,80	20,86	20,77
	2	18,30	14,80	12,20	18,76	20,90	20,75
	Rata-rata	18,30	14,85	12,20	18,78	20,88	20,76
Suhu (C°)	1	23,5	23,4	23,1	22,8	22,7	22,4
	2	23,1	23,4	23,0	22,7	22,7	22,3
	Rata-rata	23,3	23,4	23,1	22,8	22,7	22,4
pH	1	7,76	7,78	7,81	7,83	7,74	7,76
	2	7,75	7,78	7,77	7,84	7,76	7,78
	Rata-rata	7,76	7,78	7,79	7,84	7,75	7,77
DHL ( $\mu$ s/cm)	1	166,7	166,6	166,5	166,8	167,0	167,2
	2	166,8	167,0	166,4	166,1	167,2	167,1
	Rata-rata	166,8	166,8	166,5	166,5	167,1	167,2
TDS (mg/L)	1	83	83	83	83	84	84
	2	84	84	83	83	84	84
	Rata-rata	83	84	83	83	84	84
Zat Organik (mg/L)	1	17,42	19,09	17,48	20,95	20,89	23,21
	2	17,48	18,88	17,33	20,83	20,74	22,19
	Rata-rata	17,45	18,99	17,41	20,89	20,81	22,70

**Lampiran 13. Data Hasil Pengadukan 150 rpm Pengendapan 10 Menit**

Parameter	Ulangan	Jar test Pengadukan 150 rpm Pengendapan 10 menit					
		Kadar 20 mg/L	Kadar 40 mg/L	Kadar 60 mg/L	Kadar 80 mg/L	Kadar 100 mg/L	Kadar 120 mg/L
Kekeruhan	1	23,80	14,80	10,00	21,10	20,50	24,60
	2	23,90	14,80	10,00	21,20	20,60	24,60
	Rata-rata	23,85	14,80	10,00	21,15	20,55	24,60
Suhu (C°)	1	23,0	22,8	22,1	22,4	22,4	22,6
	2	23,4	22,4	22,3	22,0	22,7	22,8
	Rata-rata	23,2	22,6	22,2	22,2	22,6	22,7
pH	1	7,76	7,75	7,76	7,79	7,81	7,84
	2	7,76	7,73	7,74	7,83	7,83	7,86
	Rata-rata	7,76	7,74	7,75	7,81	7,82	7,85
DHL ( $\mu$ s/cm)	1	166,0	165,4	165,4	166,6	164,1	166,6
	2	166,6	165,9	165,1	166,4	164,3	166,5
	Rata-rata	166,3	165,7	165,3	166,5	164,2	166,6
TDS (mg/L)	1	83	83	83	83	82	83
	2	83	83	83	84	82	83
	Rata-rata	83	83	83	84	82	83
Zat Organik (mg/L)	1	20,74	21,66	18,48	23,83	25,69	28,48
	2	20,95	21,88	18,26	23,83	25,78	28,69
	Rata-rata	20,84	21,77	18,37	23,83	25,74	28,59

**Lampiran 14. Data Hasil Pengadukan 120 rpm Pengendapan 20 Menit**

Parameter	Ulangan	Jar test Pengadukan 120 rpm Pengendapan 20 menit					
		Dosis 20 mg/L	Dosis 40 mg/L	Dosis 60 mg/L	Dosis 80 mg/L	Dosis 100 mg/L	Dosis 120 mg/L
Kekeruhan	1	13,50	7,60	7,11	16,16	19,00	17,80
	2	13,40	7,60	7,18	16,22	19,05	17,83
	Rata-rata	13,45	7,60	7,15	16,19	19,03	17,82
Suhu (C°)	1	22,2	22,8	22,7	23,0	22,7	22,8
	2	22,4	22,4	23,0	22,6	22,6	22,7
	Rata-rata	22,3	22,6	22,9	22,8	22,7	22,8
pH	1	7,76	7,70	7,81	7,75	7,76	7,74
	2	7,78	7,76	7,84	7,76	7,80	7,72
	Rata-rata	7,77	7,73	7,83	7,76	7,78	7,73
DHL ( $\mu$ s/cm)	1	163,6	163,9	162,6	162,7	163,7	166,7
	2	163,9	163,6	162,5	162,9	163,6	166,6
	Rata-rata	163,8	163,8	162,6	162,8	163,7	166,7
TDS (mg/L)	1	82	82	81	81	82	83
	2	82	82	81	81	82	83
	Rata-rata	82	82	81	81	82	83
Zat Organik (mg/L)	1	16,40	16,09	12,37	15,78	22,44	23,06
	2	16,25	16,09	12,53	15,47	22,75	22,59
	Rata-rata	16,32	16,09	12,45	15,63	22,59	22,83

**Lampiran 15. Data Hasil Pengadukan 150 rpm Pengendapan 20 Menit**

Parameter	Ulangan	Jar test Pengadukan 150 rpm Pengendapan 20 menit					
		Dosis 20 mg/L	Dosis 40 mg/L	Dosis 60 mg/L	Dosis 80 mg/L	Dosis 100 mg/L	Dosis 120 mg/L
Kekeruhan	1	13,10	7,85	5,71	10,50	11,66	15,60
	2	13,20	7,87	5,72	10,52	11,69	15,64
	Rata-rata	13,15	7,86	5,72	10,51	11,68	15,62
Suhu (C°)	1	22,8	22,4	22,1	22,1	22,0	22,5
	2	22,7	22,4	22,2	22,0	22,0	22,4
	Rata-rata	22,8	22,4	22,2	22,1	22,0	22,5
pH	1	7,81	7,84	7,76	7,73	7,80	7,60
	2	7,80	7,86	7,75	7,75	7,76	7,60
	Rata-rata	7,81	7,85	7,76	7,74	7,78	7,60
DHL ( $\mu$ s/cm)	1	162,0	161,8	161,3	164,8	165,8	165,8
	2	161,7	161,5	161,6	164,9	166,0	166,0
	Rata-rata	161,9	161,7	161,5	164,9	165,9	165,9
TDS (mg/L)	1	81	81	81	82	83	83
	2	81	81	81	82	83	83
	Rata-rata	81	81	81	82	83	83
Zat Organik (mg/L)	1	10,52	9,99	10,05	16,71	21,05	21,20
	2	10,42	10,05	10,21	16,93	20,95	21,26
	Rata-rata	10,47	10,02	10,13	16,82	21,00	21,23



**Lampiran 16. Data Hasil Pengadukan 120 rpm Pengendapan 30 Menit**

Parameter	Ulangan	Jar test Pengadukan 120 rpm Pengendapan 30 menit					
		Kadar 20 mg/L	Kadar 40 mg/L	Kadar 60 mg/L	Kadar 80 mg/L	Kadar 100 mg/L	Kadar 120 mg/L
Kekeruhan	1	12,90	10,68	6,91	11,40	11,60	17,40
	2	12,90	10,60	6,97	11,40	11,70	17,40
	Rata-rata	12,90	10,64	6,94	11,40	11,65	17,40
Suhu (C°)	1	22,3	22,8	22,9	23,0	22,7	22,8
	2	22,7	23,0	23,1	22,7	22,7	23,0
	Rata-rata	22,5	22,9	23	22,9	22,7	22,9
pH	1	7,78	7,86	7,92	7,78	7,76	7,72
	2	7,72	7,82	7,88	7,82	7,81	7,70
	Rata-rata	7,75	7,84	7,90	7,80	7,79	7,71
DHL ( $\mu$ s/cm)	1	160,5	162,8	161,1	161,8	162,0	165,6
	2	161,0	162,4	161,2	161,9	163,7	165,8
	Rata-rata	160,8	162,6	161,2	161,9	162,9	165,7
TDS (mg/L)	1	80	81	81	81	81	83
	2	81	81	81	81	82	83
	Rata-rata	81	81	81	81	82	83
Zat Organik (mg/L)	1	12,53	12,84	11,76	20,12	21,36	22,59
	2	12,47	12,84	11,97	20,12	21,51	22,75
	Rata-rata	12,50	12,84	11,86	20,12	21,43	22,67

**Lampiran 17. Data Hasil Pengadukan 150 rpm Pengendapan 30 Menit**

Parameter	Ulangan	Jar test Pengadukan 150 rpm Pengendapan 30 menit					
		Kadar 20 mg/L	Kadar 40 mg/L	Kadar 60 mg/L	Kadar 80 mg/L	Kadar 100 mg/L	Kadar 120 mg/L
Kekeruhan	1	12,90	7,40	4,42	10,90	10,10	14,40
	2	12,90	7,44	4,38	10,80	10,20	14,40
	Rata-rata	12,90	7,42	<b>4,40</b>	10,85	10,15	14,40
Suhu (C°)	1	22,4	22,1	22,1	22,0	22,4	22,2
	2	22,4	22,3	22,0	22,3	22,7	22,4
	Rata-rata	22,4	22,2	<b>22,1</b>	22,2	22,6	22,3
pH	1	7,68	7,78	7,81	7,75	7,73	7,71
	2	7,62	7,75	7,77	7,70	7,76	7,72
	Rata-rata	7,65	7,77	<b>7,79</b>	7,73	7,75	7,72
DHL ( $\mu$ s/cm)	1	161,0	160,9	160,4	161,1	161,9	165,6
	2	161,4	160,8	160,8	161,8	161,2	165,7
	Rata-rata	161,2	160,9	<b>160,6</b>	161,5	161,6	165,7
TDS (mg/L)	1	81	80	80	81	81	83
	2	81	80	80	81	81	83
	Rata-rata	81	80	<b>80</b>	81	81	83
Zat Organik (mg/L)	1	11,76	14,45	9,80	18,41	20,33	20,43
	2	11,60	14,64	9,90	18,48	20,27	20,52
	Rata-rata	11,68	14,54	<b>9,85</b>	18,44	20,30	20,47

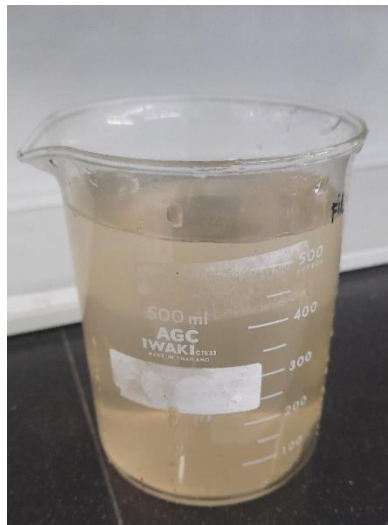
### Lampiran 18. Data Hasil Persentase Penurunan

Perlakuan	Penurunan (%)			
	kekeruhan	DHL	TDS	Zat Organik
120 RPM 10 Menit	72,55	0,54	1,19	-21,64
150 RPM 10 Menit	77,50	1,25	1,19	-28,35
120 RPM 20 Menit	83,93	2,87	3,57	12,98
150 RPM 20 Menit	87,14	3,53	3,57	29,21
120 RPM 30 Menit	84,39	3,11	3,57	17,10
<b>150 RPM 30 Menit</b>	<b>90,10</b>	<b>4,03</b>	<b>4,76</b>	<b>31,16</b>

### Lampiran 19. Perbandingan Data Hasil dengan Standar

Parameter	Standar	Air Baku	Hasil pengolahan air	Peraturan Kemenkes
Suhu (°C)	Suhu Udara $\pm$ 3	25,4	22,1	No 2 Tahun 2023
pH	6,5-8,5	7,87	7,79	
Kekeruhan (NTU)	<3	44,5	4,40	
DHL ( $\mu$ s/cm)	-	167,4	160,6	
TDS (mg/L)	<300	84	80	
Zat Organik (mg/L)	Maks. 10	14,31	9,85	No 32 Tahun 2017

## Lampiran 20. Pengamatan Fisik Air Sungai Cisdane



## Lampiran 21. Baku Mutu Permenkes No. 2 Tahun 2023

### Parameter Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi

No.	Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
<b>Mikrobiologi</b>			
1	<i>Escherichia coli</i>	CFU/100 ml	0
2	Total <i>Coliform</i>	CFU/100 ml	0
<b>Fisik</b>			
3	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
4	Total Dissolve Solid	mg/L	<300
5	Kekeruhan	NTU	<3
6	Warna	TCU	10
7	Bau	-	Tidak berbau
<b>Kimia</b>			
8	pH	-	6,5-8,5
9	Nitrat (sebagai NO <sub>3</sub> ) (terlarut)	mg/L	20
10	Nitrit (sebagai NO <sub>2</sub> ) (terlarut)	mg/L	3
11	Kromium Valensi 6 (Cr <sup>6+</sup> ) (terlarut)	mg/L	0,01
12	Besi (Fe) (terlarut)	mg/L	0,2
13	Mangan (Mn) (terlarut)	mg/L	0,1

## Lampiran 22. Hasil Analisa Air Baku dari Departemen QHSE & IT PERUMDA Tirta Pakuan Kota Bogor

### DEPARTEMEN QHSE & IT PERUMDA TIRTA PAKUAN KOTA BOGOR

#### HASIL ANALISA AIR BAKU

Contoh berasal dari : Air Baku Sungai Cisadane, sungai Cikondang, sungai Cikereteg dan sungai Ciliwung  
Periode : 1- 31 Agustus 2023

No	Parameter	Satuan	Syarat Air Baku Kelas I PPRI no 22 Tahun 2021	Air Baku Dekeng	Air Baku Cipaku	Air Baku Palasari	Air Baku Rancamaya	Air Baku Katulampa
<b>FISIKA</b>								
(max)								
1	Suhu	°C	suhu udara ± 3	25.7	24.9	26.0	25.6	24.8
2	Warna	Pt-Co	15	5	10	5	5	5
3	Kekeruhan	NTU		20.11	25.65	15.35	27.75	17.80
4	DHL	µS/cm		163.4	158.5	94.6	176.3	153.4
5	TDS	mg/l	1000	82.0	80.0	47.0	88.0	76.0
6	TSS	mg/l	40	11	16	7	19	10
<b>KIMIA</b>								
7	pH	-	6.0 - 9.0	7.59	7.67	7.40	7.86	7.92
8	pH balance	-		7.91	7.94	8.15	8.13	7.92
9	SI (Saturation Index)	-		-0.32	-0.27	-0.75	-0.27	0.00
10	Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l		78.51	75.49	45.29	45.29	75.49
11	Kalsium (Ca <sup>2+</sup> )	mg/l		23.96	23.30	23.80	24.96	24.29
12	Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	mg/l		5.73	5.32	6.55	5.73	4.91
13	Klorida (Cl)	mg/l		5.96	5.96	4.96	8.93	5.96
14	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l		55.07	52.37	52.75	55.85	52.75
15	Besi (Fe terlarut)	mg/l	0.3	0.35	0.37	0.17	0.27	0.29
16	Mangan (Mn terlarut)	mg/l	0.1	0.07	0.05	<0.02	<0.02	<0.02
17	Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/l	10	1.24	1.27	1.20	1.23	1.18
18	Nitrit (NO <sub>2</sub> )	mg/l	0.06	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
19	Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	300	8.57	7.82	8.61	8.91	8.26
20	Amonia (NH <sub>3</sub> )	mg/l	0.1	0.25	0.22	0.24	0.20	0.22
21	Fluorida (F)	mg/l	1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
22	Sianida (CN)	mg/l	0.02	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
23	Aluminium (Al <sup>3+</sup> )	mg/l		0.04	0.03	0.03	0.03	0.04
24	Zat Organik (KMnO <sub>4</sub> )	mg/l		6.13	4.96	4.38	5.54	5.25
25	Hydrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S) *	mg/l	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
26	Total Fosfat (P-PO <sub>4</sub> )*	mg/l	0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
27	Kromium Heksavalen (Cr-VI)**	mg/l	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
28	Raksa (Hg) *	mg/l	0.001	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
29	Arsen (As) *	mg/l	0.05	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
30	Boron (B) *	mg/l	1	0.016	0.014	0.021	0.034	<0.006
31	Barium (Ba) *	mg/l	1	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.020
32	Kadmium (Cd) *	mg/l	0.01	<0.001	<0.006	<0.001	<0.001	<0.001
33	Tembaga (Cu) *	mg/l	0.02	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
34	Kobalt (Co) *	mg/l	0.2	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
35	Timbal (Pb) *	mg/l	0.03	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
36	Selenium (se) *	mg/l	0.01	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
37	Seng (Zn) *	mg/l	0.05	<0.006	0.020	0.010	0.020	<0.006
38	MBAS*	mg/l	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1
39	Phenol*	mg/l	0.002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
40	Minyak dan Lemak*	mg/l	1	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
41	Silika (SiO <sub>2</sub> )*	mg/l		6.0	4.0	1.0	5.0	5.0
<b>Bakteriologi</b>								
42	Coliform	/100ml	1000	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD
43	E. Coli	/100ml	100	TBUD	TBUD	TBUD	3000	9000
<b>Khusus</b>								
44	DO	mg/l	6	8.25	8.25	8.20	8.15	8.20
45	BOD	mg/l		3	3	4	3	3
46	COD	mg/l	10	7	7	6	7	7

\* = Hasil Analisa Laboratorium Eksternal (Laboratorium Kehati)

TBUD = Tidak bisa untuk dibaca

Bogor, 04 September 2023  
Asisten Manajer Laboratorium Kimia dan Mekanikal



Rudy Hermawan

Hal 1 dari 1