

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu tentang biokoagulan selulosa sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Seperti yang dilakukan oleh Menurut Priatmoko & Rohman, (2023) melakukan penelitian modifikasi selulosa kulit durian menggunakan glutaraldehid sebagai koagulan untuk pemulihan limbah cair tepung pati aren dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas koagulan dan glutaraldehid dari sediaan selulosa kulit durian pada proses pemanfaatan limbah cair pati sawit sebelum dibuang ke sungai. Hasil penelitian yang didapatkan yaitu terlihat kandungan BOD pada limbah tersebut mencapai 570,4 mg/L dan kandungan COD mencapai 1840 mg/L. Koagulasi menggunakan flokulan SKD 339 dan perlakuan flokulasi menggunakan metode glass test menghasilkan penurunan BOD sebesar 97 mg/L. 2500mg/L. Bila menggunakan koagulan glutaraldehid SKD hasilnya 346,16 mg/L (dosis 2500 mg/L). 1096,67 mg/L (dosis 2500 mg/L) dicapai dengan menggunakan koagulan SKD untuk menurunkan kadar COD, sedangkan 1116,67 mg/L (dosis 2500 mg/L) dicapai dengan menggunakan koagulan SKD glutaraldehid.

Menurut Endang Kusumawati dkk, (2022) melakukan penelitian uji coba biokoagulan dari selulosa cangkang aren menggunakan unit koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi secara kontinyu dengan tujuan untuk mengkarakterisasi sifat biokoagulan berbahan dasar selulosa dari cangkang aren, menentukan dosis dan pH optimum serta melakukan uji kinerja biokoagulan dalam reaktor kontinyu. Hasil penelitian menunjukkan dosis biokoagulasi optimal adalah 200 mg/L dan pH optimal adalah 8,5. Dalam uji reaktor kontinyu, laju aliran terbaik dicapai dengan laju aliran umpan 100 L/jam. Penurunan kekeruhan pada titik waktu post-lamellar clarifier sebesar 58,29% dan removal TSS sebesar 53,57%.

Marzuki dkk, (2022) tentang peningkatan kualitas limbah cair industri sirup menggunakan selulosa eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dengan tujuan untuk

mencari kondisi optimal dalam pengolahan limbah cair industri sirup dengan menggunakan eceng gondok sebagai koagulan alami. Ekstrak eceng gondok dibuat dengan cara melarutkan 20 gram bubuk eceng gondok dalam 500 ml NaOH. Hasil penelitian menunjukkan selulosa eceng gondok efektif menurunkan kandungan COD dan TSS pada limbah industri sirup cair melalui proses delignifikasi dan bleaching. Penurunan nilai COD dan TSS yang optimal dicapai dengan waktu delignifikasi 1 jam pada konsentrasi pelarut 1 dan massa koagulan 2 gram. Hasil pengujian menunjukkan nilai COD dan TSS dapat diturunkan masing-masing sebesar 28,08% dan 74,45%.

Menurut Tiara dkk, (2022) melakukan penelitian pengaruh dosis biokoagulan biji pepaya dan waktu pengadukan terhadap nilai pH dan turbiditas pada pengolahan limbah cair tempe dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh dosis biokoagulan dari biji pepaya sebagai koagulan alami terhadap industri tempe. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan biokoagulan biji pepaya pada pengolahan limbah tempe cair belum memenuhi baku mutu air untuk penjernihan air berdasarkan parameter kekeruhan dan pH. Penurunan kekeruhan tertinggi sebesar 82,88% pada dosis 1000 mg/L dan waktu pengadukan 25 menit. Kenaikan pH tertinggi sebesar 4,29 dengan pH awal 4,21 pada dosis 1500 mg/L dan waktu pengadukan 25 menit.

Menurut Azizah & Bahri, (2021) telah melakukan penelitian pengaruh kecepatan pengadukan dan dosis penambahan koagulan alami dari selulosa kulit biji bunga matahari (*Helianthus Annus L*) terhadap penurunan kadar TSS dan TDS dengan tujuan analisis pengaruh jumlah penambahan koagulan dan waktu pengadukan terhadap penurunan TDS dan TSS limbah laundry. Hasil penelitian menunjukkan nilai TDS dengan menggunakan koagulan selulosa dari cangkang biji bunga matahari sebesar 387 mg/L (dosis 700 mg/L, 40 rpm). Penurunan kadar TSS mencapai 100 mg/L (dosis 700 mg/L, 40 rpm). Berdasarkan hasil yang diperoleh, selulosa dari cangkang biji bunga matahari dapat menurunkan kandungan TDS dan TSS pada limbah laundry.

Menurut Nurdiani, (2021) melakukan penelitian pengolahan limbah industri cat dengan biokoagulan biji kelor (*moringa seeds*) dengan tujuan untuk menentukan kapasitas dan efektivitas biji kelor sebagai biokoagulan dalam menurunkan

kandungan fenolik limbah cat cair. Hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan bahwa pengolahan limbah cat efektif dalam menurunkan konsentrasi fenol, terutama jika menggunakan biokoagulan biji kelor, menurunkan konsentrasi fenol sebesar 26% pada pengenceran 1:1000 dan 33% pada pengenceran 2000. Penurunan tersebut telah terkonfirmasi. Nilai TDS dan TSS untuk sampel masing-masing mencapai 450 mg/L dan 400 mg/L. Selanjutnya dilakukan proses flokulasi dan koagulasi dengan metode bejana uji dan ditentukan nilai 7.

Menurut Pine dkk., (2021) melakukan penelitian produksi dan karakterisasi serbuk selulosa dari batang pisang (*Musa Paradisiaca L.*) dengan tujuan untuk menjelaskan proses pembuatan selulosa dari batang pisang kepok dan karakteristiknya. Hasil dari penelitian menunjukkan destinasi yang perlu anda ketahui. batang pisang kepok ciri-ciri selulosa adalah ukuran serat selulosanya kecil namun seratnya kecil-kecil, ikatan seratnya rapat namun tidak beraturan, serta mengandung campuran lignin dan hemiselulosa. Kandungan selulosa batang pisang kepok dianalisis dan ditemukan antara 49,66 dan 55,6%. Analisa kadar selulosa sebesar memenuhi standar selulosa yang baik menurut SNI 14-0444-1989 yaitu 45-60%.

Menurut Hanifah dkk., (2020) telah melakukan penelitian efektivitas biokoagulan cangkang telur ayam ras dan kulit pisang kepok (*Musa Balbisiana Abb*) dalam menurunkan turbiditas, TDS, dan TSS dari limbah cair industri farmasi dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas telur ras dan pisang kepok sebagai biokoagulan dalam menurunkan kekeruhan, TDS (total padatan terlarut) dan TSS (total suspensi solid) pada limbah cair industri farmasi. Hasil penelitian menunjukkan dosis biokoagulan cangkang telur ayam ras yang optimal adalah 50g/500ml, dan nilai pH optimal adalah 8 yang menunjukkan mampu menurunkan kekeruhan sebesar 81,18%, TDS sebesar 24,3%, dan TSS sebesar 82,05%. Sedangkan dosis optimal biokoagulan kulit pisang kepok adalah 5g/500ml yang mampu menurunkan kekeruhan sebesar 94,9%, TDS sebesar 51,3%, dan TSS sebesar 83,2% pada pH optimal 2 kaleng. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa cangkang telur ayam ras dan kulit pisang kepok dapat digunakan sebagai biokoagulan untuk pengolahan limbah cair industri farmasi.

Menurut Puspitasari dkk, (2018) melakukan penelitian penggunaan lidah buaya sebagai biokoagulan di industri minyak dengan tujuan menganalisis penggunaan biokoagulan yang berasal dari biji lidah buaya dan kelor sebagai alternatif koagulan sintetik pada instalasi pengolahan air limbah industri (IPAL) industri perminyakan. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi biokoagulan Aloe Vera yang optimal dalam menurunkan TSS, kekeruhan, dan COD adalah 60 ml/L, dan efisiensi penyisihan sebesar 45,29%, 79,51%, dan 77,51%.

Menurut Anis Shofiyani dan Edi Sukirno, (2017) melakukan penelitian pembuatan membran komposit si/pva/peg berbahan dasar silika batu padas singkup untuk menurunkan konsentrasi ion fosfat dalam larutan bertujuan untuk menjelaskan pengaruh massa silika terhadap koefisien rejeksi, fluks, derajat swelling, struktur serta morfologi membran Si/PVA/PEG yang dibuat. Dengan hasil Membran Si/PVA/PEG diaplikasikan untuk menurunkan konsentrasi fosfat dalam larutan. Membran Si/PVA/PEG dibuat dengan memvariasikan massa silika yaitu 0 gram, 1 g, 2 g, 3 g, dan 5 g.

**Tabel 2. 1** Ringkasan penelitian terdahulu

No.	Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	Priatmoko & Rohman, (2023)	Untuk mengetahui efektivitas koagulan dan <i>glutaraldehid</i> dari sediaan selulosa kulit durian pada proses <i>recovery</i> limbah cair pati sawit sebelum dibuang ke sungai.	Menunjukkan kandungan BOD dan COD pada limbah masing-masing mencapai 570,4 dan 1840 mg/L, kemudian dengan proses flokulasi dan flokulasi menggunakan metode glass test, BOD hasil	Bahan baku, limbah yang digunakan, aplikasi.

No.	Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			<p>penggunaan koagulan SKD 339 mengalami penurunan sebesar 97 mg/ L).Menggunakan koagulan <i>glutaraldehyd</i> SKD hasilnya 346,16 mg/L (dosis 2500 mg/L). Pada penggunaan koagulan SKD untuk menurunkan</p>	
2.	Endang Kusumawati dkk, (2022)	<p>Untuk mengkarakteristikan sifat-sifat biokoagulan berbasis selulosa dari cangkang aren, menentukan dosis, pH optimal, dan melakukan uji kinerja biokoagulan pada reaktor kontinyu.</p>	<p>Dosis biokoagulan optimal diperoleh sebesar 200 mg/L dan nilai pH terbaik adalah 8,5. Pada pengujian reaktor kontinyu, laju alir terbaik dicapai dengan laju alir umpan sebesar 100 L/jam. Penurunan kekeruhan pada titik setelah <i>lamellar clarifier</i> sebesar 58,29% dengan penyisihan TSS sebesar 53,57%.</p>	<p>Bahan baku, aplikasi, parameter yang diuji.</p>

No.	Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
3.	Marzuki dkk, (2022)	Untuk mencari kondisi optimum pengolahan limbah cair industri sirup dengan enceng gondok sebagai koagulan alami.	Selulosa enceng gondok efektif menurunkan kandungan COD dan TSS pada limbah cair industri sirup melalui proses <i>delignifikasi</i> dan <i>bleaching</i> . Penurunan nilai COD dan TSS yang optimal, dicapai dengan waktu delignifikasi 1 jam pada konsentrasi pelarut 1 dan massa koagulan 2 gram. Hasil pengujian menunjukkan kadar COD dan TSS dapat diturunkan masing-masing sebesar 28,08% dan 74,45%.	Bahan baku, aplikasi
4.	Tiara dkk, (2022)	Untuk mengetahui pengaruh dosis biokoagulan dari biji pepaya sebagai koagulan alami	Penggunaan biokoagulan biji pepaya pada pengolahan limbah cair tempe belum memenuhi baku mutu	Bahan baku, aplikasi

No.	Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		terhadap industri tempe.	air bersih berdasarkan parameter kekeruhan dan pH. Penurunan kekeruhan tertinggi sebesar 82,88% pada dosis 1000 mg/L dan waktu pengadukan 25 menit. Peningkatan pH tertinggi sebesar 4,29 dengan pH awal 4,21 pada dosis 1500 mg/L dan waktu pengadukan 25 menit.	
5.	(Azizah & Bahri, 2021)	Untuk menganalisis pengaruh dosis penambahan koagulan kulit biji bunga matahari dan waktu pengadukan terhadap penurunan, <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) pada limbah <i>laundry</i> .	Menunjukkan nilai TDS dan TSS sampel masing-masing mencapai 450 mg/L dan 400 mg/L. Selanjutnya dilakukan proses flokulasi dan koagulasi dengan metode test vessel, dan nilai TDS diturunkan dengan koagulan selulosa kulit biji bunga matahari 387 mg/L (dosis 700 mg/L, 40	Bahan baku, aplikasi

No.	Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			rpm). Penurunan kadar TSS mencapai 100 mg/l (dosis 700 mg/l, 40 rpm). Berdasarkan hasil yang diperoleh, selulosa dari cangkang biji bunga matahari mampu menurunkan kandungan TDS dan TSS pada limbah <i>laundry</i> .	
6.	Nurdiani, (2021)	Untuk penentuan kapasitas dan efektivitas biji kelor sebagai biokoagulan dalam menurunkan kandungan fenol limbah cat cair.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cat menggunakan biokoagulan dari biji kelor terbukti efektif menurunkan kadar fenol, khususnya dengan biokoagulan biji kelor, yaitu penurunan sebesar 26% pada pengenceran 1000 kali lipat dan penurunan sebesar	Bahan baku, aplikasi, parameter yang diuji.

No.	Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			33% pada pengenceran 2000 kali lipat.	
7.	Pine dkk., (2021)	Pemanfaatan limbah batang pisang kepok sebagai serbuk selulosa dan bertujuan untuk mengetahui bagaimana proses pembuatan selulosa dari batang pohon pisang kepok dan apa saja sifat-sifatnya.	.Hasil dari sifat-sifat selulosa batang pisang kepok adalah ukuran serat selulosanya halus, namun masih mempunyai serat yang kecil, mempunyai ikatan serat yang rapat namun tidak beraturan, dan mempunyai campuran lignin dan hemiselulosa. Kandungan selulosa batang pisang kepok dianalisis dan ditemukan sebesar 49,66% dan 55,6%. Analisis kadar selulosa memenuhi standar selulosa baik menurut SNI 14-	Bahan baku, aplikasi

No.	Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			0444-1989 yaitu 45-60%.	
8.	Hanifah dkk., (2020)	Untuk mengetahui efektifitas cangkang telur ayam dan pisang kepok sebagai biokoagulan dalam menurunkan kadar kekeruhan, <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) dan <i>Total Suspensing Solid</i> (TSS) limbah cair industri farmasi.	Menunjukkan bahwa dosis optimal biokoagulan cangkang telur ayam adalah 50 g/500 ml dan pH optimal 8, dapat menurunkan kekeruhan sebesar 81,18%, <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) sebesar 24,3%, dan <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) sebesar 82,05%. Sedangkan dosis optimal biokoagulan kulit pisang Kepok adalah 5 g/500 ml yang mampu menurunkan kekeruhan sebesar 94,9%, <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) sebesar 51,3%, dan <i>Total Suspensing Solid</i> (TSS) sebesar 83,2%	Bahan baku, aplikasi

No.	Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			pada nilai pH optimal 2. Dari data dapat disimpulkan bahwa cangkang telur ayam ras dan kulit pisang kepok dapat digunakan sebagai biokoagulan untuk mengolah limbah cair industri farmasi.	
9.	Puspitasari dkk, (2018).	Untuk analisis penggunaan biokoagulan biji lidah buaya dan kelor sebagai alternatif pengganti koagulan sintetis pada instalasi pengolahan air limbah industri (IPAL) pada industri minyak.	Konsentrasi biokoagulan lidah buaya yang optimal dalam menurunkan TSS, kekeruhan dan COD adalah sebesar 60 ml/L, dan efisiensi removal sebesar 45,29%, 79,51%, dan 77,51%.	Bahan baku, aplikasi
10.	(Anis Shofiyani, Edi Sukirno, 2017)	Untuk menjelaskan pengaruh massa silika terhadap koefisien rejeksi, fluks, derajat swelling, struktur	Membran Si/PVA/PEG diaplikasikan untuk menurunkan konsentrasi fosfat dalam larutan.	Bahan baku, aplikasi

No.	Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		serta morfologi membran Si/PVA/PEG yang dibuat.	<p>Membran Si/PVA/PEG dibuat dengan memvariasikan massa silika yaitu 0 gram, 1 g, 2 g, 3 g, dan 5 g. Karakterisasi membran dilakukan dengan FT-IR serta SEM. Spektrum FT-IR menunjukkan puncak serapan karakteristik gugus Si-OH, dan Si-O-Si dari silika. Membran komposit dengan komposisi 5 gram silika memiliki struktur morfologi pori yang lebih rapat dan teratur. Karakteristik tersebut berimplikasi pada kinerja membran, yang dapat dibuktikan bahwa membran komposit dengan massa silika 5 g</p>	

No.	Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			paling baik dalam merejeksi ion fosfat hingga 33,73 %, derajat swelling paling rendah yaitu 60,45 % dan fluksnya terhadap air paling rendah yaitu 5,754 L/m <sup>2</sup> .	

Penelitian-penelitian diatas menunjukkan bahwa biokoagulan selulosa dan biomembran selulosa Na<sub>2</sub>-EDTA/PVA/PEG dapat menurunkan kadar polutan didalam air limbah. Penelitian ini membuat biokoagulan selulosa dan biomembran selulosa Na<sub>2</sub>-EDTA/PVA/PEG dari limbah daun ketapang sebagai media filtrasi didalam menurunkan kadar polutan didalam air limbah. Air limbah yang digunakan pada penelitian ini merupakan air limbah cair batik yang didapatkan dari industri batik di daerah Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah.

## 2.2 Teori-Teori yang Relevan

### 2.2.1 Ketapang

Ketapang merupakan tumbuhan yang memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, alkaloid, steroid, saponin dan tanin yang berpotensi sebagai antioksidan (Salimi dkk, 2022). Ketapang (*Terminalia catappa*) termasuk salah satu tanaman yang dapat tumbuh di tanah yang kurang nutrisi dan tersebar hampir diseluruh wilayah Indonesia (Musrini dkk, 2020).



**Gambar 2.1** Daun Ketapang

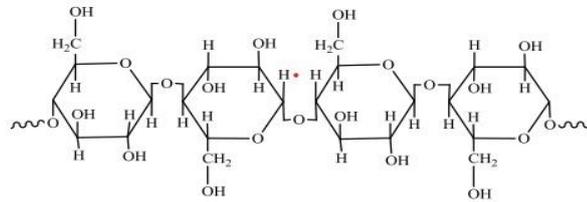
<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Subkingdom</i>	: <i>Tracheobionta</i>
<i>Superdivision</i>	: <i>Spermatophyta</i>
<i>Class</i>	: <i>Magnoliopsida</i>
<i>Subclass</i>	: <i>Asteridae</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Myrtales</i>
<i>Family</i>	: <i>Combretaea</i>
<i>Genus</i>	: <i>Terminalia</i>
<i>Spesies</i>	: <i>T.Catappa</i>

Daun ketapang sendiri memiliki 122 jenis senyawa tannin yang dapat terhidrolisis. Daun ketapang juga memiliki kandungan berupa alkaloid, fenolik, steroid, kuinon, dan tannin (Putri, 2017). Jenis tanaman ini sering tumbuh didaerah beriklim tropis terutama didaerah pinggir pantai dan dikenal mempunyai kemampuan untuk beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan (Ningrum, 2021).

### **2.2.2 Selulosa**

Selulosa adalah polimer organik yang banyak terdapat di alam, dan termasuk jenis homopolisakarida. Homopolisakarida tersusun dari unit monomer D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan 1,4 -glukosidik. Derajat polimerisasi (yaitu, jumlah unit glukosa) selulosa bervariasi antara 2.000 sampai 20.000 (Yustinah dkk, 2023). Selulosa dapat dimanfaatkan menjadi produk lain yang bernilai tinggi seperti bioplastik. Salah satu karakteristik dari selulosa adalah hidrofobik yang

menyebabkan senyawa ini tidak dapat larut pada kebanyakan jenis pelarut (Permadani & Silvia, 2022). Seperti yang terlihat pada gambar 2.2 tentang struktur molekul selulosa.



**Gambar 2.2** Struktur Molekul Selulosa (Sumber: Mulyadi, 2019)

Selulosa membentuk mikrofibril dengan ikatan inter dan intra molekul, membuat strukturnya tidak larut dalam sebagian besar pelarut termasuk air dan juga sangat tahan terhadap enzim dan hidrolisis (Yustinah dkk, 2023). Selulosa jika dengan rantai yang panjang dapat terdegradasi lama karena pengaruh suhu yang panas, bahan kimia, serta pengaruh biologis dan memiliki sifat fisik yang kuat (Fernianti & Jayanti, 2016). Pada tabel 2.2 tentang gugus selulosa yang mengacu pada (Husni dkk, 2018).

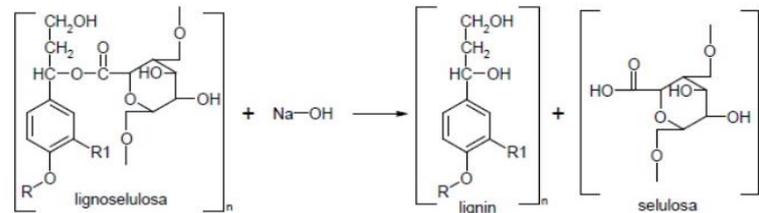
**Tabel 2. 2** Gugus Fungsi Selulosa (Husni dkk, 2018)

No	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Selulosa Murni
1.	O-H Unsur	3750-3000	3350
2.	C-H Unsur	3000-2700	2800
3.	CH <sub>2</sub> Tekuk	1475-1300	1431
4.	C-H Tekuk	1300-1000	1300
5.	C-O Ulur	1050-1000	1035

### 2.2.2.1 Delignifikasi

*Delignifikasi* adalah proses kimia untuk memisahkan lignin dan hemiselulosa (Trisanti dkk, 2018). Metode *delignifikasi* mengacu pada proses melarutkan dan memisahkan satu atau lebih komponen suatu biomassa sehingga ikatan antar komponen bahan tersebut terputus dan menciptakan kondisi yang menguntungkan bagi bahan kimia atau biologi masuk untuk menguraikannya

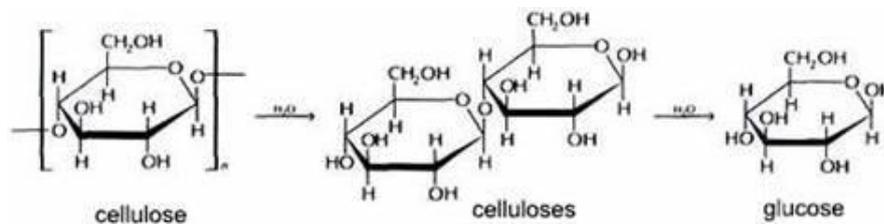
dengan mudah (Hargono dkk, 2021). Seperti yang terdapat pada gambar 2.3 tentang rumus kimia *delignifikasi*.



**Gambar 2.3** Rumus reaksi Kimia *Delignifikasi* (Sumber: Yannasandy dkk, 2017)

### 2.2.2.2 Hidrolisis

Hidrolisis adalah proses mengubah selobiosa menjadi selulosa dan kemudian menjadi gula sederhana seperti glukosa. Hidrolisis asam dapat dilakukan dengan menambahkan asam seperti asam sulfat, asam perklorat dan asam klorida. Senyawa asam ini dapat mengubah polisakarida (pati dan selulosa) menjadi gula. Senyawa asam akan bertindak sebagai katalis untuk membantu memecah karbohidrat menjadi gula (Hargono dkk, 2021). Seperti yang terdapat pada gambar 2.4 tentang rumus kimia hidrolisis.



**Gambar 2.4** Rumus Reaksi Kimia Hidrolisis (Sumber : Hargono dkk, 2021)

### 2.2.2.3 Bleaching

*Bleaching* merupakan proses yang dilakukan untuk membuat suatu bahan menjadi putih bersih dengan penambahan senyawa kimia. Hal tersebut karena adanya penambahan Natrium Hipoklorit (NaOCl) yang merupakan oksidator kuat yang dapat mengoksidasi warna pigmen dari daun ketapang serta penguraian lignin yang tersisa dengan menetapkan rantai-rantai pendek lignin sehingga lignin dapat

larut pada saat proses pembersihan. Umumnya, dalam proses bleaching memerlukan bahan kimia yang reaktif. Namun, dalam pemakaian bahan kimia yang reaktif tersebut tidak menimbulkan kerusakan selulosa dan pencemaran lingkungan (Prameswari dkk, 2020).

### **2.2.3 Biokoagulan**

Biokoagulan merupakan koagulan alami yang dapat berperan dalam proses sedimentasi partikel-partikel kecil yang sulit mengendap dengan sendirinya. Biokoagulan berfungsi untuk mengikat kotoran atau partikel-partikel yang terdapat di dalam air (Bija dkk., 2020). Proses flokulasi dapat terjadi dengan adanya koagulan. Koagulan dapat dibedakan menjadi koagulan kimia dan koagulan alami. Koagulan kimia atau biokoagulan kurang ramah lingkungan dan dapat memicu timbulnya penyakit yang menyerang pada saraf otak manusia. Sedangkan koagulan alami didapatkan dari bahan-bahan alam baik hewan maupun tumbuhan. Oleh karena itu, saat ini dikembangkan koagulan dengan bahan alami sebagai koagulan yang lebih ramah lingkungan (Aras & Asriani, 2021).

Biokoagulan memiliki keunggulan seperti mudah terurai oleh mikroorganisme, tersedia dalam jumlah banyak, harga relative murah, koloid yang terbentuk lebih kuat dan stabil (Hendrawati dkk, 2016). Penggunaan biokoagulan dilakukan untuk mengurangi penggunaan bahan sintesis dengan tujuan untuk lebih ramah lingkungan. Penggunaan biokoagulan memberikan keuntungan dibandingkan penggunaan koagulan kimia karena bersifat alami. Biaya penggunaan biokoagulan lebih murah dibandingkan dengan koagulan kimia lainnya (Haslinah,2020).

### **2.2.4 Biomembran**

Membran merupakan suatu lapisan tipis yang bersifat permeable atau semipermeable yang menghalangi unsur unsur dengan ukuran tertentu untuk melewatinya. Membran menjadi penghalang yang mengontrol transportasi molekul-molekul sehingga terbentuklah permeat yang terbebas dari molekul molekul pengotor. Performa suatu membran ditentukan oleh dua faktor sederhana

yaitu fluks (kecepatan aliran permeat) dan selektivitas membran (Kiswanto dkk, 2019).

Biomembran adalah suatu alat filtrasi yang dibuat dari bahan alami dari tumbuhan. Salah satu jenis filtrasi umum yang sering digunakan adalah jenis membran mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi dan reverse osmosis. Biomembran dapat digunakan untuk memisahkan partikel halus di dalam air yang tidak dapat tersaring. Biomembran memiliki sifat semipermeable karena dapat menahan spesi yang lebih besar dari ukuran pori membran (Apriyani, 2017). Oleh karena itu, membran dapat digunakan pada proses filtrasi air limbah (Ramadhanur dkk, 2015).

### **2.2.5 Pemlastis**

Pemlastis merupakan bahan additif yang digunakan untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas dari suatu bahan lain. Pemlastis terbuat dari zat non-volatil dengan berat molekul rendah yang. Pemlastis ditambahkan ke polimer untuk meningkatkan fleksibilitas dan kemampuan pemrosesan polimer itu sendiri (Surya dan Philbert, 2021). Salah satu jenis pemlastis yaitu polivinil alkohol (PVA) dan polietilen glikol (PEG). Polivinil Alkohol (PVA) merupakan resin yang dibuat dari penggabungan molekul - molekul (polimerisasi) yang diperoleh dari hidrolisis dengan menggunakan material awal polivinil asetat. Polivinil alkohol berwarna putih, berbentuk seperti serbuk, rasa hambar tembus cahaya, tidak bau, dan larut dalam air. Polivinil Alkohol (PVA) merupakan salah satu polimer yang dapat larut dalam air dan dapat digunakan sebagai perekat. Polivinil Alkohol (PVA) memiliki sifat tidak berwarna dan dapat larut pada air apabila hidroksil dari polimer tersebut cukup tinggi (Rizkina dkk, 2023).

Polietilen Glikol (PEG) adalah polimer yang tersusun dari pengulangan sub-unit dari monomer (struktur yang sama). Polietilen glikol menunjukkan oksida polimer etilen atau oligomer. Struktur kimia dari Polietilen Glikol (PEG) adalah  $\text{HO}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_n-\text{H}$ . Polietilen glikol dapat larut dalam air, benzene, methanol, diklorometana serta tidak larut dalam dietil eter dan heksana. Polietilen glikol (PEG) disebut juga macrogol merupakan polimer sintetik dari oksietilen. Berat

molekul polietilen glikol pada umumnya antara 200-300.000. Polietilen glikol dengan bobot molekul 200-600 berbentuk cair, PEG 1500 semi padat, PEG 3000 - 20000 atau lebih berupa padatan semi kristalin, dan PEG dengan bobot molekul 100000 berbentuk seperti resin pada suhu kamar. Polietilen glikol merupakan polimer asiklik yang mengandung gugus alkohol (OH) pada kedua ujungnya (Wahyuni dkk, 2017).

### 2.2.6 Gugus Fungsi

Gugus fungsi adalah suatu atom atau sekelompok atom yang dapat melekat pada suatu senyawa berperan suatu sifat yang memiliki ciri khas dan dipengaruhi pada sifat fisik dan kimia senyawa.. senyawa organik yang mempunyai Gugus fungsional sering dijumpai pada senyawa organik yaitu alkohol, aldehid, keton, asam karboksilat, ester, dan benzene. Aldehid senyawa yang mengandung salah satu dari gugus penting didalam kimia organik, yaitu gugus karbonil C=O, semua senyawa yang mengandung gugus ini disebut senyawa karbonil. Gugus karbonil senyawa yang paling sifat kimia aldehid. Banyak sekali sifat fisik kimia lain senyawa-senyawa ini adalah mirip satu sama lainnya. (F.Zaitun, 2020). Analisis gugus fungsi menggunakan alat *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) atau spektroskopi inframerah. *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) merupakan suatu teknik serapan (*absorption*), teknik emisi (*emission*), teknik fluoresensi (*fluorescence*). Komponen medan listrik yang banyak berperan dalam spektroskopi umumnya hanya komponen medan listrik seperti dalam fenomena transmisi, pemantulan, pembiasan, dan penyerapan. Dalam *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), radiasi yang dilewatkan melalui sampel akan diserap oleh molekul-molekul dalam sampel ketika energi radiasinya sesuai dengan energi vibrasi molekul tersebut. Besarnya radiasi yang diserap inilah yang digunakan untuk keperluan analisis.



**Gambar 2.5** Instrumen *Fourier Tranform Infra Red (FTIR)* Merk *Barcov* FTIR 530A

### 2.2.7 Limbah Batik

Limbah industri batik merupakan limbah industri yang potensial berbahaya, karena karakteristiknya dapat membuat kondisi perairan menjadi keruh dengan adanya keberadaan zat pewarna dalam proses industri. Beberapa jenis zat warna sintesis yang sering digunakan dalam proses pembuatan batik adalah *naphthol*, *remazol*, *indanthrene*, *procion*, *direk* dan *indigosol*. Pewarna sintesis batik memiliki karakteristik dapat menghasilkan warna yang cerah dan tidak mudah memudar (Fidiastuti & Lathifah, 2018).

Adapun baku mutu air limbah industri batik yang mengacu pada Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Privinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu dapat dilihat dari tabel 2.3.

**Tabel 2. 3** Baku Mutu Air Limbah Industri Batik

No	Parameter	Kadar Maks (mg/L)
1.	Temperatur	38°C
2.	<i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	60
3.	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	150
4.	<i>Total Suspendet Solid (TSS)</i>	50
5.	Fenol Total	0,5

No.	Parameter	Kadar Maks (mg/L)
6.	Khrom Total (Cr)	1,0
7.	Amoniak Total (NH <sub>3</sub> -N)	8
8.	Sulfida (Sebagai S)	0,3
9.	Minyak dan Lemak	3,0
10.	Derajat Keasaman (pH)	6-9
11.	Debit Maksimum (m <sup>3</sup> /ton produk tekstik)	100

(Sumber: Perda Jateng No.05 Tahun 2012)

Keterangan :

 Parameter yang digunakan pada penelitian ini

### 2.2.8 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

*Chemical Oxygen Demand (COD)* adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air. Hal ini karena bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat, sehingga segala macam bahan organik, baik yang mudah urai maupun yang kompleks dan sulit urai, akan teroksidasi (Atima, 2015).

### 2.2.9 *Total Suspended Solid (TSS)*

*Total Suspended Solid (TSS)* merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap yang terdiri dari lumpur dan jasad renik yang berasal dari kikisan tanah atau erosi, dan umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran hewan, sisa tanaman dan sisa hewan yang sudah mati, kotoran manusia dan limbah industri yang terbawa kedalam air. Padatan tersuspensi berupa partikel-partikel yang dibawa oleh aliran air akan memengaruhi jumlah kadar *Total Suspended Solid (TSS)* di dalam. Dampak *Total Suspended Solid (TSS)* terhadap kualitas air dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan dan bahaya bagi manusia jika

digunakan sebagai air minum yang akan berdampak terhadap kesehatan.(Jiyah dkk., 2017).

### **2.2.10 Amoniak**

Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) merupakan senyawa nitrogen yg menjadi  $\text{NH}_4^+$  di pH rendah yang dianggap dengan ammonium. Amoniak dapat beracun bagi kehidupan akuatik pada konsentrasi tinggi dan menunjukkan tingkat pencemaran nitrogen pada badan air. Amoniak pada air permukaan berasal dari air seni, tinja dan penguraian zat organik secara mikrobiologis yang dari berasal air alam atau air buangan industri ataupun limbah domestik. Adanya amoniak tergantung pada beberapa faktor yaitu sumber-sumbernya amoniak, tumbuhan air yang menyerap amoniak menjadi nutrien, konsentrasi oksigen, dan temperatur (Agustiani & Mirwan, 2024).

Kadar amoniak yang tinggi di pada air limbah menunjukkan adanya pencemaran. Amoniak dapat menyebabkan kondisi toksik bagi kehidupan perairan. Konsentrasi tadi tergantung berasal pH serta temperatur yg mempengaruhi air. Nitrogen amonia berada dalam air sebagai amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) berdasarkan reaksi kadar amoniak bebas dalam air meningkat sejalan dengan meningkatnya pH dan temperatur. Mikroorganisme air yang terpengaruh oleh amoniak di konsentrasi 1 mg/l serta dapat mengakibatkan kematian. Kandungan organik serta unsur hara lain pada konsentrasi tinggi terutama nitrogen dalam bentuk ammonia ( $\text{NH}_3$ ) di dalam air akan mempercepat pertumbuhan tumbuhan air, kondisi demikian lambat laun akan menyebabkan kematian biota dalam air (Palaefolius dkk., 2024).

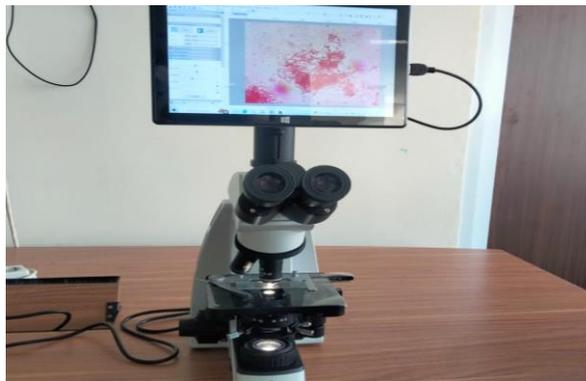
### **2.2.11 Derajat Keasaman (pH)**

Derajat keasaman (pH) adalah derajat keasaman yang dapat digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan pada suatu larutan. pH asam merupakan jumlah konsentrasi ion Hidrogen ( $\text{H}^+$ ) sedangkan pH basa merupakan jumlah konsentrasi ion hidroksil ( $\text{OH}^-$ ). Ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) yang tinggi didalam air akan menyebabkan air bersifat asam dan ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ) yang terkandung didalam air akan menyebabkan air bersifat basa. pH merupakan jumlah konsentrasi

ion hidrogen ( $H^+$ ) pada larutan yang menyatakan tingkat keasaman dan kebasaan yang dimiliki. pH merupakan besaran fisis dan diukur pada skala 0 sampai 14 (Basuki, 2021). Bila  $pH < 6,5$  larutan bersifat asam,  $pH > 7,5$  larutan bersifat basa dan  $pH 6,5 - 7,5$  maka larutan bersifat netral.

### 2.2.12 Mikroskop Multimedia

*Mikroskop multimedia* adalah alat laboratorium yang menggunakan lensa tunggal untuk perbesaran, yang terdiri dari mikroskop biasa dengan kamera digital yang dibangun ke dalamnya. Gambar yang terlihat melalui mikroskop multimedia langsung diproyeksikan ke monitor komputer dan disimpan pada file komputer. Alat ini menggunakan lensa untuk memperbesar objek melalui perbesaran sudut saja, memberikan gambar *virtual* yang diperbesar tegak. Penggunaan lensa cembung tunggal atau kelompok lensa ditemukan pada alat perbesaran sederhana seperti kaca pembesar, pembesar, dan lensa okuler untuk teleskop dan mikroskop. Ini sebenarnya adalah lensa cembung dengan panjang fokus kecil, yang digunakan untuk melihat gambar benda kecil yang diperbesar (Merlina, 2021).



**Gambar 2.6** Instrumen *Mikroskop Multimedia* merk *Irmeco Gmbh*

## 2.3 Hipotesis

Hipotesis atau dugaan sementara pada penelitian sintesis biokoagulan selulosa darilimbah daun ketapang pada air limbah batik dapat berupa:

1. Karakteristik biokoagulan selulosa dari limbah daun ketapang terhadap kadar selulosa >40%, kadar air <2,7%, gugus fungsi O-H, C-H, CH<sub>2</sub>, C-O, dan struktur permukaan tidak berpori dan berserat.
2. Efektifitas biokoagulan selulosa dari limbah daun ketapang dalam menurunkan polutan yang terdapat di dalam limbah cair batik dalam penurunan amoniak total, derajat keasaman (pH), kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan kadar *Total Suspended Solid* (TSS).
3. Karakteristik biomembran selulosa Na<sub>2</sub>-EDTA/PVA/PEG dari limbah daun ketapang terhadap kadar air <2,7%, struktur permukaan berpori antara 0,1 – 10 μm, dan gugus fungsi O-H *stretching*, C-H *stretching*, C=O ulur, C-O, C-N ulur, C-H aromatik.
4. Efektifitas biomembran selulosa Na<sub>2</sub>-EDTA/PVA/PEG dari limbah daun ketapang dalam menurunkan polutan yang terdapat di dalam limbah cair batik dalam penurunan ammoniak total, derajat keasaman (pH), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan kadar *Total Suspended Solid* (TSS).