

**EFEKTIVITAS BIJI MELON (*Cucumis melo L.*) DAN BIJI PEPAYA  
(*Carica papaya L.*) SEBAGAI KOAGULAN ALAMI UNTUK  
MENURUNKAN PARAMETER PENCEMAR AIR LIMBAH INDUSTRI  
TAHU**

**TUGAS AKHIR**



**Disusun Oleh:**

Nunik Rahmawati Ningsih

H75216043

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**

**2020**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nunik Rahmawati Ningsih

NIM : H75216043

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "EFEKTIVITAS BIJI MELON(*Cucumis melo L.*) DAN BIJI PEPAYA (*Carica papaya L.*) SEBAGAI KOAGULAN ALAMI UNTUK MENURUNKAN PARAMETER PENCEMAR AIR LIMBAH INDUSTRI TAHU" . Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian yang saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 10 Juli 2020

Yang menyatakan

  
Nunik Rahmawati Ningsih

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh:

NAMA : NUNIK RAHMAWATI NINGSIH

NIM : H75216043

JUDUL : EFEKTIVITAS BIJI MELON(*CUCUMIS MELO L.*) DAN BIJI PEPAYA (*CARICA PAPAYA L.*) SEBAGAI KOAGULAN ALAMI UNTUK MENURUNKAN PARAMETER PENCEMAR AIR LIMBAH INDUSTRI TAHU

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 20 Juli 2020

Dosen Pembimbing I



Shinfu Wazna Auvaria, S.T., M.T.  
NIP. 198603282015032001

Dosen Pembimbing II



Sulistiva Nengse, S.T., M.T.  
NUP. 201603320

**PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir Nunik Rahmawati Ningsih ini telah dipertahankan

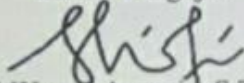
Didepan tim penguji

Di Surabaya, 24 Juli 2020

Mengesahkan,

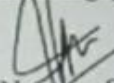
Tim Penguji

Dosen Penguji I



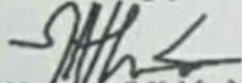
Shinfi Wazna Auvaria, S.T., M.T.  
NIP. 198603282015032001

Dosen Penguji II



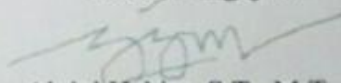
Sulistiya Nengse, S.T., M.T.  
NUP. 201603320

Dosen Penguji III



Sarita Oktorina, S.K.M., M.Kes.  
NIP. 198710052014032003

Dosen Penguji IV

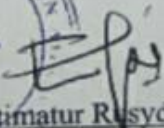


Abdul Hakim, S.T., M.T.  
NIP. 198008062014031002

Mengetahui,

Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag.  
NIP. 197312272005012003





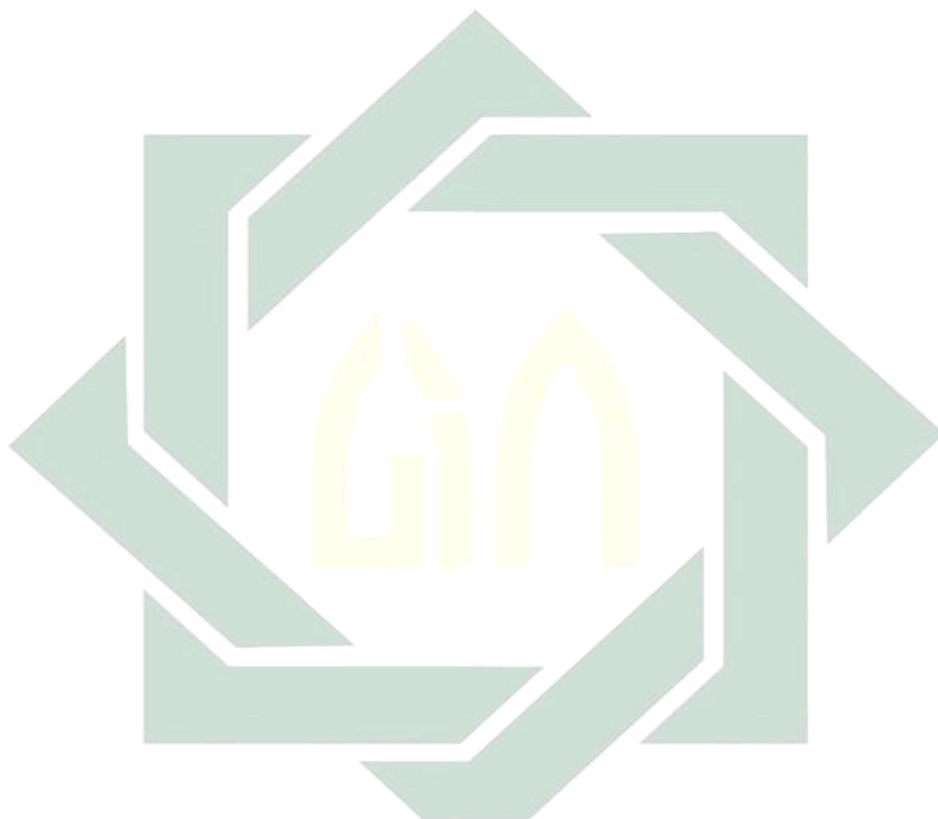






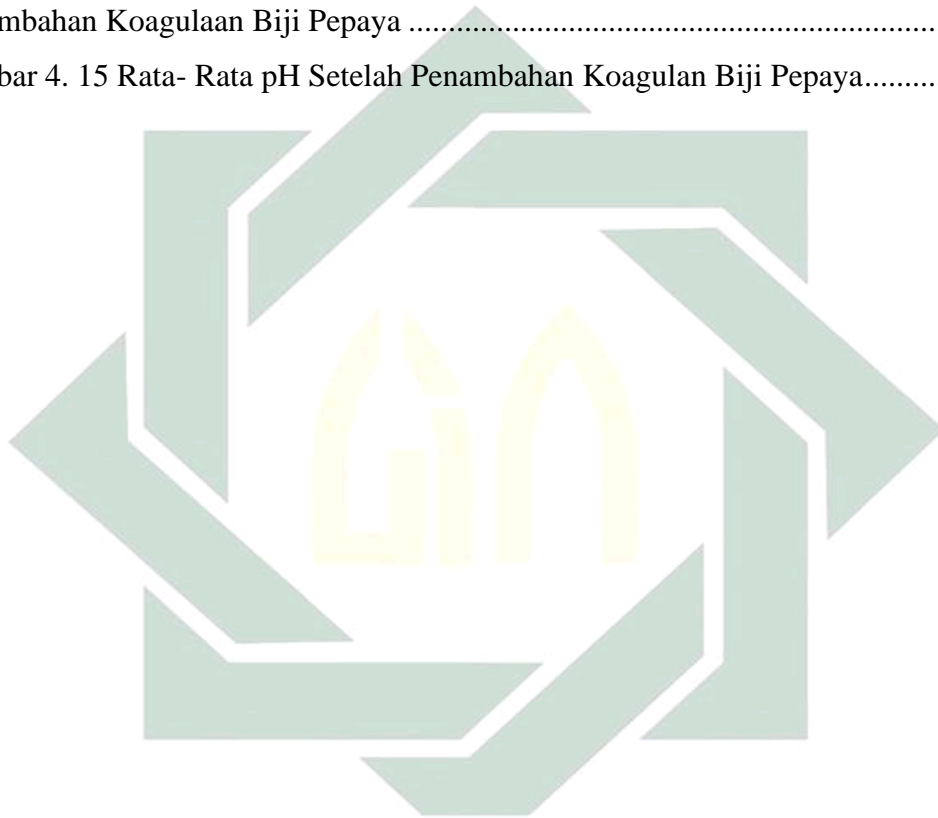


Tabel 4. 19 Uji ANOVA Dua Arah COD.....	72
Tabel 4. 20 Uji Normalitas Shaphiro Wilk Koagulan.....	73
Tabel 4. 21 Uji Normalitas Shaphiro Wilk Dosis Koagulan.....	73
Tabel 4. 22 Uji Homogenitas Koagulan.....	74
Tabel 4. 23 Uji Homogenitas Dosis Koagulan .....	74
Tabel 4. 24 Uji ANOVA Dua Arah BOD.....	75





Gambar 4. 11 Rata- Rata pH Setelah Penambahan Koagulan Biji Melon.....	60
Gambar 4.12 Presentase Penurunan TSS Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulaan Biji Pepaya .....	61
Gambar 4. 13 Presentase Penurunan COD Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulaan Biji Pepaya .....	63
Gambar 4. 14 Presentase Penurunan BOD Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulaan Biji Pepaya .....	65
Gambar 4. 15 Rata- Rata pH Setelah Penambahan Koagulan Biji Pepaya.....	66













## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Limbah**

Air limbah atau buangan adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari daerah pemukiman, perkotaan, perdagangan, dan industri, bersama-sama dengan air tanah, air permukaan, dan air hujan yang mungkin ada (Mallongi,2018).

Menurut Supriyatno (2000), pengertian air limbah adalah air yang telah digunakan manusia dalam berbagai aktivitasnya. Air limbah tersebut dapat berasal dari aktivitas rumah tangga, perkantoran, pertokoan, fasilitas umum, industri maupun dari tempat-tempat lain. Atau, air limbah adalah air bekas yang tidak terpakai yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia dalam memanfaatkan air bersih maka sifat air dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

a. Sifat Fisik

Karakter fisik air limbah meliputi temperatur, bau, warna, dan padatan.

b. Sifat Kimia

Sifat kimia air meliputi senyawa organik dan anorganik. Senyawa organik adalah karbon yang dikombinasikan dengan satu atau lebih elemen-elemen lain. Senyawa anorganik terdiri dari semua kombinasi elemen yang tersusun dari karbon anorganik.

c. Sifat Biologi

Mikroorganisme ditemukan dalam berbagai jenis variasi, hampir disetiap air limbah terdapat bakteri. Keberadaan bakteri dalam air limbah merupakan kunci efisiensi proses biologi

## **2.2 Parameter Kualitas Air Limbah**

### **A. *Chemical Oxygen Demand (COD)***

*Chemical Oxygen Demand (COD)* atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oxygen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. COD menggambarkan jumlah total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didekomposisi secara biologis (*non biodegradable*). Oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi air sampel (Mulia, 2005).

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 terurai maupun yang kompleks dan sulit terurai akan teroksidasi (Atima, 2015)

Limbah rumah tangga dan industri merupakan sumber utama limbah organik dan merupakan penyebab utama tingginya konsentrasi COD, selain itu limbah peternakan juga menjadi penyebab tingginya konsentrasi COD (Lumaela , 2013)

### **B. *Biological Oxygen Demand (BOD)***

Parameter *Biological Oxygen Demand (BOD)* merupakan parameter utama untuk mengetahui jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air buangan secara biologi, dan dinyatakan dengan BOD pada suhu 20°C dalam mg/L atau ppm. BOD dapat mencerminkan tingkat pencemaran suatu badan air oleh buangan organik, semakin tinggi nilai BOD berarti semakin besar tingkat pencemaran. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan

penduduk atau industri, serta untuk mendesain sistem-sistem pengolahan biologis yang tepat untuk air yang tercemar tersebut. Penguraian zat organik merupakan peristiwa ilmiah, jika sewaktu-waktu badan air dicemari oleh zat organik maka bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi tersebut, yang dapat mengakibatkan kematian pada ikan-ikan dalam air dan keadaan menjadi anaerobik dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut (Pamungkas, 2016).

### **C. *Total Suspended Solid (TSS)***

*Total Suspended Solid (TSS)* atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas *millipore* berpori-pori 0,45  $\mu\text{m}$ . Materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi matahari ke dalam badan air, kekeruhan air meningkat yang menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme produser (Agustira, 2013).

Kurangnya intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan akibat tingginya TSS yang terjadi akan menghambat pertumbuhan fitoplankton. Jika suatu perairan memiliki nilai TSS yang tinggi maka semakin rendah nilai produktivitas suatu perairan tersebut. Hal ini berkaitan erat dengan proses fotosintesis dan respirasi organisme perairan (Winnarsih, 2016)

### **D. *Total Dissolve Solid (TDS)***

*Total Dissolve Solid (TDS)* adalah ukuran zat terlarut (baik itu zat organik maupun anorganik, misalnya garam dan sebagainya) yang terdapat pada sebuah larutan. TDS meter menggambarkan jumlah zat terlarut dalam *Part Per Million (PPM)* atau sama dengan milligram per Liter (mg/L) (Agustira, 2013).

Sumber utama untuk TDS dalam perairan adalah limbah dari 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 (Rinawati dkk, 2016)

### **E. Derajat Keasaman (pH)**

Secara umum nilai pH air menunjukkan keadaan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan yang memiliki nilai pH= 7 berarti kondisi air tersebut bersifat netral, dan apabila pH< 7 berarti kondisi air bersifat basa (Pamungkas, 2016).

Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan O<sub>2</sub> maupun CO<sub>2</sub>. Tidak semua makhluk bisa bertahan terhadap perubahan nilai pH, untuk itu alam telah menyediakan mekanisme yang unik agar perubahan tidak terjadi atau terjadi tetapi dengan cara perlahan. Tingkat pH lebih kecil dari 4,8 dan lebih besar dari 9,2 sudah dapat dianggap tercemar . Pada konsentrasi yang besar CO<sub>2</sub> juga masuk kedalam perairan sehingga mengakibatkan perubahan parameter kualitas air khususnya pH air dan sistem karbonat (Rukminasari , 2014)

### **F. Turbiditas**

Turbiditas dalam air disebabkan oleh adanya materi tersuspensi seperti lempung, tanah liat, endapan, partikel organik yang koloid , plankton dan organisme mikroskopik lainnya (Yuniarti, 2007).

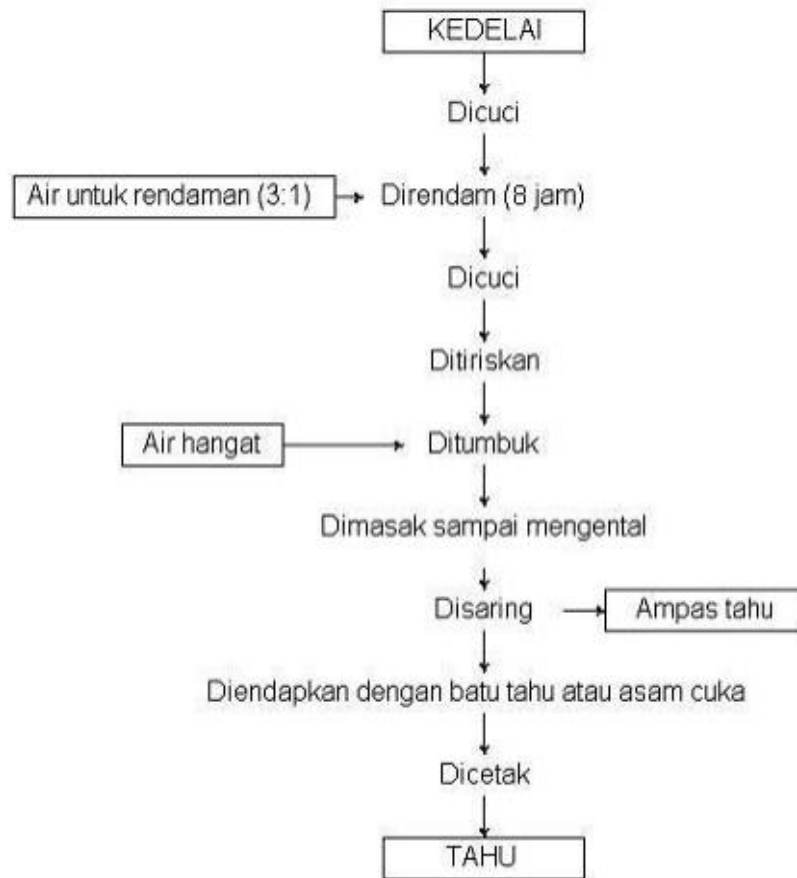
Turbiditas adalah suatu keadaan dimana transparansi suatu zat cair berkurang akibat kehadiran zat-zat lainnya. Kehadiran zat-zat yang dimaksud terlarut dalam zat cair dan membuatnya seperti berkabut atau

tidak jernih. Sifat-sifat optis yang menyebabkan cahaya yang melewati air menjadi terhambur dan terserap dari cahaya yang dipancarkan dalam garis lurus. Arah dari berkas cahaya yang dipancarkan akan berubah ketika cahaya berbenturan dengan partikel di dalam air. Jika level kekeruhan rendah maka sedikit cahaya yang akan dihamburkan dan dibiaskan dari arah asalnya.(Faisal , 2016).

### **2.3Proses Pembuatan Tahu**

Usaha tahu di Indonesia rata-rata masih dilakukan dengan teknologi yang sederhana, sehingga tingkat efisiensi penggunaan sumber daya (air dan bahan baku) dirasakan masih rendah (Coniwanti,2013).

Pembuatan tahu membutuhkan teknologi yang sederhana, yaitu hanya membutuhkan peralatan rumah tangga seperti alat-alat untuk perendaman, panci, perebus. Selain itu, membutuhkan alat khusus seperti, kain penyaring yang besar, mesin penggiling, bak atau box untuk menampung bubur tahu yang telah direbus, juga pemberat. Proses pembuatan tahu diawali dengan pemilihan mutu kedelai yaitu dengan cara memilih yang berbiji besar, kemudian dicuci dengan air bersih lalu direndam dalam air yang banyak selama enam jam. Proses selanjutnya dilakukan pencucian, pengupasan, penghancuran, sampai menjadi bubur kedelai yang baik. Berikutnya pemberian zat pengental, pemadatan, dan pemotongan (Rahmawati, 2013). Proses pembuatan tahu disajikan pada **Gambar 2.1:**



**Gambar 2. 1** Proses Pembuatan Tahu

(Sumber: Rahmawati, 2013)

## A. Limbah Tahu

Limbah tahu adalah limbah yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu. Limbah tersebut berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat dapat dimanfaatkan untuk makanan ternak, namun limbah cair apabila langsung dibuang ke sungai akan menyebabkan air sungai tercemar limbah cair tahu tersebut. Oleh sebab itu, limbah cair tahu harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan untuk mengurangi

konsentrasi kandungan pencemar yang ada pada limbah cair tahu (Bangun dkk, 2013).

## **B. Kandungan Limbah Industri Tahu**

Limbah cair tahu dihasilkan dari proses pencucian kedelai maupun pada proses pembuatan tahu. Limbah cair tahu biasanya keruh, berwarna kuning muda keabuan dan jika dibiarkan akan berwarna hitam dan berbau busuk (Effendi, 2012). Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam limbah cair industri tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam limbah cair tahu dapat berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Di antara senyawa-senyawa tersebut, protein dan lemaklah yang jumlahnya paling besar. 40% - 60% protein, 25% - 50% karbohidrat, dan 10% lemak. Semakin lama jumlah dan jenis bahan organik ini semakin banyak, dalam hal ini akan menyulitkan pengelolaan limbah cair tahu, karena beberapa zat yang sulit diuraikan oleh mikroorganisme di dalam limbah cair tahu (Bangun dkk, 2013).

Suatu hasil studi tentang karakteristik air buangan industri tahu Sumber Makmur yang berada di Jl. Raya Gading Watu No. 189, Boteng, Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik limbah cair tahu memiliki kadar BOD sebesar 3482,27 mg/L, COD sebesar 3828,81 mg/L, dan TSS yang cukup tinggi sebesar 630 mg/L, dan pH 4,44 dimana kadar tersebut telah melewati baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 (Hasil Analisis Laboratorium, 2020).

## **C. Dampak Limbah Industri Tahu**

Permasalahan yang sering muncul terkait pengelolaan limbah tahu adalah pengrajin industri tahu banyak yang berskala rumah tangga (*home industry*), dimana tidak tersedia anggaran yang cukup untuk mengolah limbah cair tahu yang dihasilkan. Selain itu, masih terbatasnya ketersediaan sistem pengolahan limbah cair industri tahu yang murah dan



efisien juga menjadi kendala dalam mengolah limbah cair industri tahu. Permasalahan lain dari belum terkelolanya limbah industri tahu dikarenakan minimnya pemahaman pelaku industri terkait penggunaan kembali (*reuse*) limbah industri tahu untuk kegiatan lainnya (Siswoyo dkk, 2017).

Apabila limbah cair tahu merembes ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur itu tidak dapat dimanfaatkan lagi. Apabila limbah cair tahu dialirkan ke sungai maka akan mencemari air sungai dan bila masih digunakan akan menimbulkan gangguan kesehatan yang berupa penyakit gatal, diare, kolera, radang usus dan penyakit lainnya, khususnya yang berkaitan dengan air yang kotor dan sanitasi lingkungan yang tidak baik (Coniwanti, 2013).

## **2.4 Pengolahan Limbah Industri Tahu**

Edukasi kepada pelaku usaha industri kecil terkait problem penanganan dan pengelolaan limbah hasil usaha sangat penting. Persoalan mendasar penanganan dan pengelolaan limbah yaitu tentang minimnya pengetahuan pelaku usaha, utamanya dari kelompok industri kecil. Limbah cair yang dihasilkan dari industri kecil tahu di berbagai daerah potensial untuk dikembangkan menjadi energi alternatif untuk pemenuhan kebutuhan kegiatan rumah tangga dan lainnya (Saputro, 2015)

Beberapa aspek yang harus diperhatikan terkait urgensi pengolahan limbah hasil produksi di industri tahu yaitu:

### **1. *Reduce***

Meminimalisasi limbah, terutama hasil akhir proses produksi. Tahapan ini biasanya dilakukan dengan sistem filterisasi sehingga semakin tinggi dari tingkatan filterisasi maka secara otomatis limbah yang dihasilkan semakin berkurang, begitu juga sebaliknya.



## 2. *Reuse*

Pemanfaatan kembali limbah yang dihasilkan selama proses produksi. Pemanfaatan bisa dalam bentuk proses lanjutan atau pemanfaatan untuk kegiatan di bidang yang lain, misalnya pakan ternak

## 3. *Recycle*

Daur ulang dari limbah yang telah dihasilkan sehingga bisa dimanfaatkan untuk kepentingan lain tanpa mengurangi produksi. *Recycle* dapat dilakukan dengan proses kimia atau non-kimia. *Recycle* juga bisa dilakukan dengan cara alamiah, meski ini membutuhkan waktu yang lebih lama terutama jika dibandingkan dengan cara yang menggunakan proses percepatan. Selain itu, proses ini juga dimungkinkan dengan pemanfaatan yang bersifat non-ekonomi.

Menurut Kaswinarni (2007) teknologi pengolahan limbah tahu dapat dilakukan dengan proses biologis sistem anaerobik, aerobik dan kombinasi anaerob-aerob. Teknologi pengolahan limbah tahu yang ada saat ini pada umumnya berupa pengolahan limbah dengan sistem anaerob, hal ini disebabkan karena biaya operasionalnya lebih murah. Dengan proses biologis anaerob, efisiensi pengolahan hanya sekitar 70%-80%

### 1. Pengolahan limbah cair tahu secara anaerobik

Proses biologi anaerobik merupakan salah satu sistem pengolahan air limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme yang bekerja pada kondisi anaerob. Kumpulan mikroorganisme, umumnya bakteri, terlibat dalam transformasi senyawa kompleks organik menjadi metana. Selebihnya terdapat interaksi sinergis antara bermacam-macam kelompok bakteri yang berperan dalam penguraian limbah. Ada tiga tahapan dasar yang termasuk dalam keseluruhan proses pengolahan limbah secara oksidasi

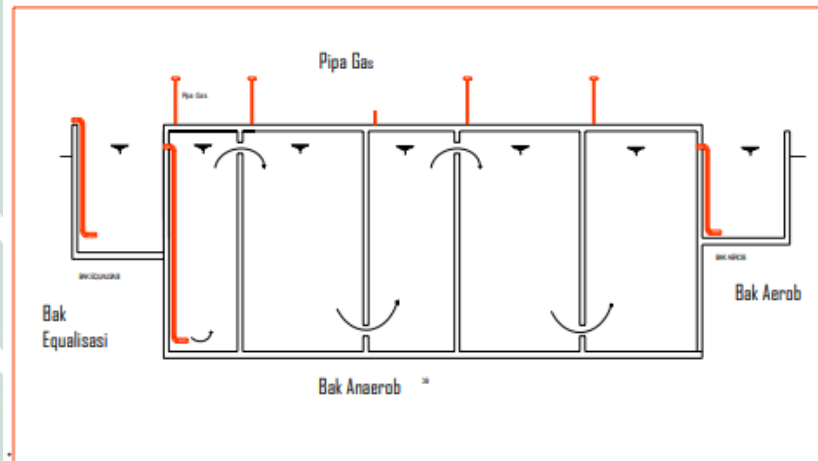
anaerobik, yaitu : hidrolisis, fermentasi (yang juga dikenal dengan sebutan asidogenesis), dan metanogenesis

a. Anaerobik-Biogas

Proses anaerobik akan menghasilkan gas Methana (Biogas). Biogas (gas bio) adalah gas yang dihasilkan dari pembusukan bahan-bahan organik oleh bakteri pada kondisi anaerob (tanpa ada oksigen bebas).

b. Anaerobik *Baffled Reactor*

Proses pengolahan air limbah anaerobik dengan mengatur aliran dari bawah ke atas menggunakan sekat-sekat.



**Gambar 2. 2** Anaerobik Baffled Reaktor

(Sumber: Kaswinarni, 2007)

2. Pengolahan limbah cair tahu secara aerobik

Proses lanjutan untuk mendegradasi kandungan senyawa organik air limbah yang masih tersisa setelah proses anaerobik. Sistem penanganan aerobik digunakan sebagai pencegah timbulnya masalah bau selama penanganan limbah, agar memenuhi persyaratan *effluent* dan untuk stabilisasi limbah sebelum dialirkan ke badan penerima.

Proses pengolahan limbah aerobik berarti proses dimana terdapat oksigen terlarut. Oksidasi bahan-bahan organik menggunakan molekul

oksigen sebagai aseptor elektron akhir adalah proses utama yang menghasilkan energi kimia untuk mikroorganisme dalam proses ini. Mikroba yang menggunakan oksigen sebagai aseptor elektron akhir adalah mikroorganisme aerobik

### 3. Pengolahan limbah cair tahu kombinasi aerobik dan anaerobik

Proses pengolahan kombinasi ini dibagi menjadi dua tahap yakni pertama proses penguraian anaerobik dan yang kedua proses pengolahan lanjut dengan sistem *biofilter* anaerobik-aerobik

- a. Penguraian anaerobik. Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu dikumpulkan melalui saluran limbah, kemudian dialirkan ke bak kontrol untuk memisahkan buangan padat. Selanjutnya limbah dialirkan ke bak pengurai anaerobik.
- b. Proses pengolahan lanjut. Proses pengolahan limbah dengan proses *biofilter* anaerobik-aerobik terdiri dari beberapa bagian yakni bak pengendap awal, *biofilter* anaerobik, *biofilter* aerobik, bak pengendap akhir, dan jika perlu dilengkapi dengan bak klorinasi.

## 2.5 Koagulasi-Flokulasi

### A. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel koloid dengan penambahan senyawa kimia yang disebut koagulan . Prinsip dasar proses koagulasi yaitu untuk menetralkan atau mengurangi muatan negatif pada partikel sehingga mengijinkan gaya tarik *van der waals* untuk mendorong terjadinya agregasi koloid dan zat-zat tersuspensi halus untuk membentuk *microfloc*(Kristijarti, 2013).

Menurut Rohana (2019) terdapat empat mekanisme destabilisasi koloid yaitu:

1. Kompresi lapisan ganda

Apabila suatu elektrolit ditambahkan pada dispersi koloid akan meningkatkan kerapatan muatan di dalam lapisan difuse dan mengakibatkan penyempitan lapisan difuse untuk menetralkan muatan pada partikel koloid tersebut, sehingga terjadi penurunan gaya tolak.

2. Adsorpsi dan netralisasi muatan

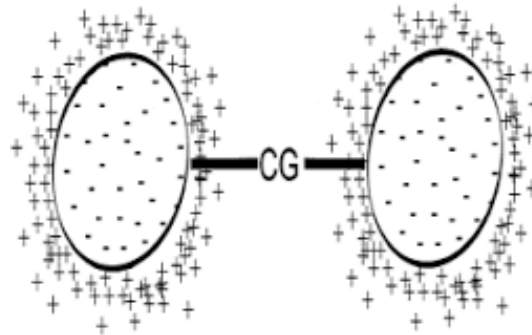
Destabilisasi dengan adsorpsi dan netralisasi muatan berbeda dari destabilisasi dengan kompresi lapisan ganda. Terjadinya netralisasi muatan pada partikel koloid disebabkan oleh adsorpsi terhadap molekul-molekul ion yang besar dan muatannya berlawanan dengan partikel koloid tersebut, sehingga partikel koloid menjadi ternetralkan.

3. Penjeratan pada pengendapan

Penambahan garam-garam logam yang membentuk hidroksida akan mengelilingi partikel koloid atau akan menjerat partikel koloid.

4. Adsorpsi dan pembentukan jembatan antar partikel

Polimer-polimer (polielektrolit) membentuk sebuah rantai molekular yang panjang dan akan menjembatani beberapa partikel koloid untuk bersatu. “ekor” dari polimer yang telah teradsorpsi oleh partikel koloid akan menyerang situs yang kosong dari partikel koloid lainnya sehingga membentuk suatu jembatan antar partikel dan membentuk partikel dengan ukuran besar



**Gambar 2. 3** Proses Pengikatan Partikel Koloid Oleh Koagulan (CG)

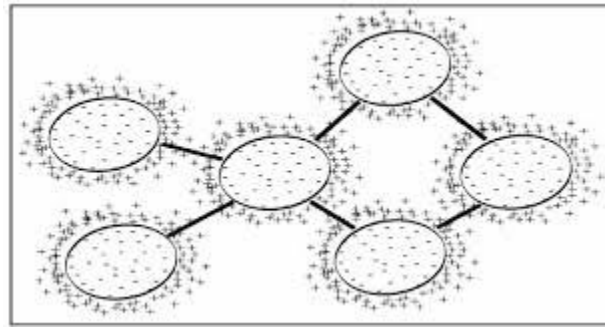
(Sumber: Syaiful, 2014)

## **B. Flokulasi**

Flokulasi merupakan proses kelanjutan dari proses koagulasi, Partikel dalam air susah mengendap secara normal. Partikel koloid mempunyai muatan, penambahan koagulan akan menetralkan muatan tersebut. Dimana mikroflok hasil koagulasi mulai menggumpalkan partikel-partikel koloid menjadi flok-flok yang lebih besar yang dapat diendapkan dan proses ini dibantu dengan pengadukan lambat. (Bangun dkk, 2013).

Tujuan dilakukan flokulasi pada air limbah selain lanjutan dari proses koagulasi adalah:

- a. Meningkatkan penyisihan *Suspended Solid* (SS) dan COD dari pengolahan fisik
- b. Memperlancar proses *conditioning* air limbah khususnya limbah industri
- c. Meningkatkan kinerja *secondary-clarifier* dan proses lumpur aktif
- d. Sebagai *pretreatment* untuk proses pembentukan *secondary effluent* dalam filtrasi

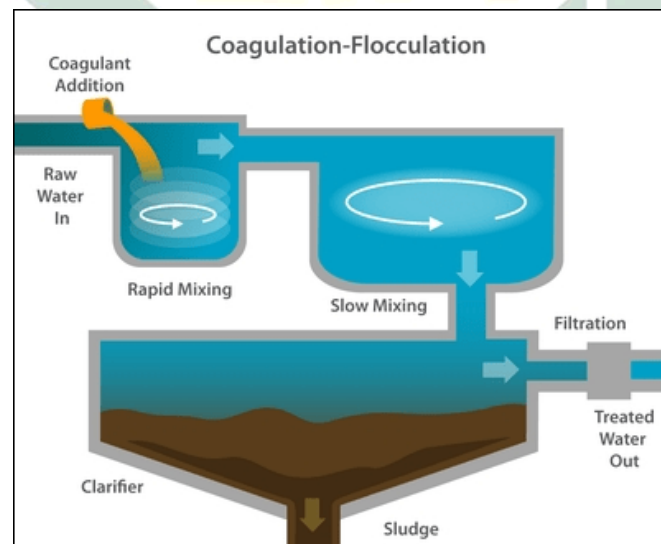


**Gambar 2. 4** Proses pengikatan partikel koloid oleh flokulan

(Sumber: Setyawati, 2016)

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi-flokulasi:

- a. Jenis Koagulan
- b. Dosis Koagulan
- c. Kecepatan Pengadukan
- d. Derajat Keasaman
- e. Waktu Pengendapan
- f. Tingkat Kekeruhan



**Gambar 2. 5** Unit Koagulasi- Flokulasi

(Sumber: slideshare.net)

Mekanisme pembentukan flok-flok dalam proses koagulasi flokulasi terdiri dari tiga tahap yaitu tahap destabilisasi partikel-partikel koloid, tahap pembentukan mikrofilik dan tahap pembentukan makrofilik. Tahap pertama dan kedua berlangsung selama proses koagulasi, sedangkan tahap ketiga berlangsung selama proses flokulasi. Pembentukan makrofilik dalam proses flokulasi terjadi karena tumbukan-tumbukan antara partikel koloid (Bangun dkk, 2013).

Koagulasi dan flokulasi merupakan proses yang sangat berkaitan erat dimana keberhasilan proses flokulasi sangat bergantung pada proses koagulasi yang merupakan rangkaian proses pembentukan flok-flok. Pada kedua proses ini dibutuhkan koagulan untuk membantu proses pembentukan flok. Penggunaan polimer sintesis sebagai bahan kimia pendestabilisasi pada pengolahan air bersih dan limbah cair semakin meningkat (Weber, 1972).

Proses koagulasi dan flokulasi dapat dikatakan berhasil jika dilihat dari faktor yang pertama yaitu dosis koagulan yang ditambahkan, suhu limbah, pH dan alkalinitas. Dosis koagulan yang ditambahkan disesuaikan dengan karakteristik limbah cair yang akan di proses. Untuk mengetahui dosis optimum koagulan dilakukan pengujian di laboratorium menggunakan alat *jar test* (Yulia, 2006).

## **2.6 Jar Test**

*Jar test* adalah percobaan skala laboratorium yang berfungsi untuk menentukan dosis optimum dari koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan air bersih. Apabila percobaan dilakukan secara tepat informasi yang berguna akan diperoleh untuk membantu operator instalasi dalam mengoptimalkan proses-proses koagulasi-flokulasi dan penjernihan (Mashuri, 2016).

*Jar Test* mensimulasikan beberapa tipe pengadukan dan pengendapan yang terjadi di *clarification plant* pada skala laboratorium. *Jar Test* memiliki

variabel kecepatan putar pengaduk yang dapat mengontrol energi yang diperlukan untuk proses. Penambahan bahan kimia tidak dapat dilakukan sembarangan, harus dengan dosis yang tepat dan bahan kimia yang cocok serta harus memperhatikan pH nya. Tujuan *Jar Test* yaitu untuk mengoptimalkan pengurangan polutan dengan mengevaluasi koagulan dan flokulan, menentukan dosis bahan kimia, mencari pH yang optimal (Nuryani, 2016)



**Gambar 2. 6 Jar Test**  
(Sumber: Raypa.com)

## 2.7 Koagulan

Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan air untuk menetralkan muatan koloid dan mengikat partikel sehingga membentuk flok atau gumpalan (Hammer, 1986). Koagulan merupakan substansi kimia yang dimasukkan ke dalam air untuk menghasikan efek koagulasi. Hal penting yang harus diperhatikan pada suatu koagulan yaitu:

1. Kation bervalensi tiga. Kation bervalensi tiga merupakan kation yang sangat efektif untuk menetralkan muatan listrik koloid.
2. Tidak beracun.
3. Tidak larut dalam kisaran pH netral.



Koagulan yang biasa digunakan dalam industri pengolahan air adalah koagulan kimia seperti tawas, kapur, alum, dan polielektrolit . Polielektrolit dapat berupa kation, anion, nonionik. Garam-garam besi seperti feri klorida dan besi sulfat dapat digunakan sebagai koagulan.

Tawas dan PAC (*poly aluminium chloride*) merupakan koagulan anorganik yang sering digunakan. Tawas banyak digunakan karena efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Tawas merupakan bahan yang paling ekonomis dan mudah didapat serta penyimpanannya yang sangat mudah. PAC merupakan koagulan yang tersusun dari polimer makromolekul yang mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Tingkat adsorpsi yang kuat
2. Mempunyai kekuatan yang lekat
3. Pembentukan flok-flok yang tinggi dengan dosis kecil
4. Tingkat sedimentasi cepat

Oleh karena itu PAC adalah sebuah produk dalam proses penjernihan air dengan efisiensi tinggi, cepat dalam proses pengolahan air (Echanpin, 2005).

PAC dapat digunakan untuk beranekaragam kekeruhan, kebasaaan dan jumlah bahan organik di dalam air. Apabila dibandingkan dengan tawas, PAC memiliki efek koagulasi yang lebih baik , baik digunakan dalam temperatur rendah, flok terbentuk sangat cepat, kebasaaan rendah untuk hidrolisis, dan memiliki waktu singkat untuk bereaksi dan mengendap (Wenbin *et al*, 1999).

Meskipun koagulan kimia lebih efektif dari koagulan alami akan tetapi koagulan kimia dalam dosis yang tinggi dapat menyebabkan endapan yang sulit untuk ditangani, sehingga koagulan alami adalah salah satu alternatif yang dapat dijadikan sebagai pengganti koagulan kimia. Koagulan alami yang biasa digunakan pada umumnya berasal dari biji tanaman (Coniwanti, 2013).



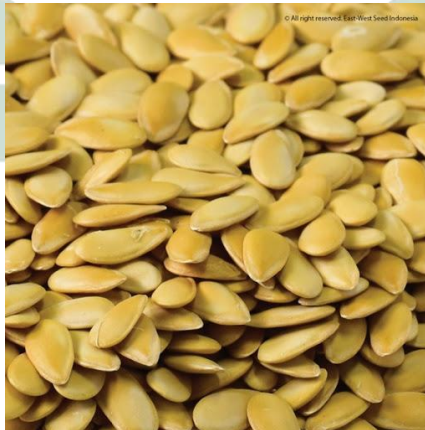


**Gambar 2. 7** Tanaman Melon

(Sumber: sipendik.com)

### **B. Biji Melon Sebagai Koagulan**

Biji melon memiliki kandungan karbohidrat sebesar 8,2%, protein sebesar 28,4%, dan serat 2,7% (Ajibola, 2002). Kandungan protein yang ada dalam biji melon ini berperan sebagai koagulan (Ratnayani, 2017).



**Gambar 2. 8** Biji Melon

(Sumber: sakadoci.com)

## 2.9 Biji Pepaya (*Carica papaya L.*)

### A. Pepaya (*Carica papaya L.*)

Pepaya (*Carica papaya L.*) merupakan tanaman buah berupa herba dari family *Caricaceae*. Pepaya merupakan tanaman asli Amerika tropis yang berasal dari persilangan alami *Carica peltata Hook. & Arn.* dan sekarang tersebar luas di seluruh daerah tropik dan subtropik di seluruh dunia. Indonesia yang merupakan salah satu daerah tropika, hampir di seluruh daerahnya terdapat tanaman pepaya. buah pepaya mengandung 10% gula, vitamin A dan vitamin C. Kandungan gula utamanya adalah sukrosa 48.3%, glukosa 29.8% dan fruktosa 21.9%. Perkiraan kandungan vitamin A 450 mg dan vitamin C 74 mg dari 100 g bagian yang dapat dimakan (Febjibslami, 2018)

Pepaya merupakan tanaman dari suku *Caricaceae* dengan Marga *Carica*. Marga ini memiliki kurang lebih 40 spesies, tetapi yang dapat dikonsumsi hanya tujuh spesies, diantaranya *Carica papaya L.* Tanaman pepaya berdasarkan struktur klasifikasi adalah sebagai berikut : (Agustina, 2017).

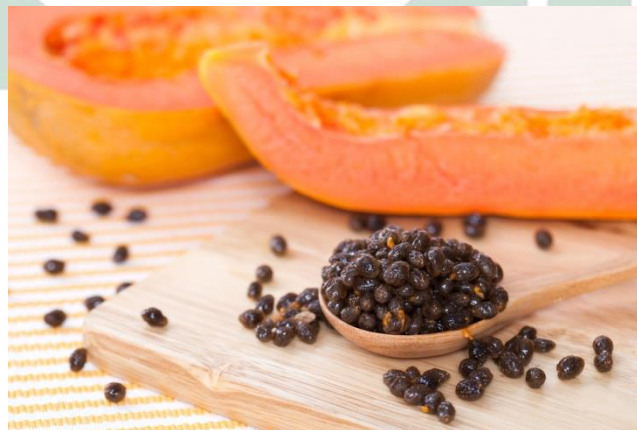
<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Divisi</i>	: <i>Spermatophyta</i>
<i>Class</i>	: <i>Dicotyledoneae</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Brassicales</i>
<i>Famili</i>	: <i>Caricaceae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Carica</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Carica papaya L.</i>



**Gambar 2. 9** Tanaman Pepaya  
(Sumber: baktikunegeriku.com)

## **B. Biji Pepaya Sebagai Koagulan**

Biji pepaya mengandung beberapa senyawa-senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, glikosida antrakinon, tanin, triterpenoid/steroid, dan saponin. Selain itu, biji pepaya juga memiliki kandungan lemak sekitar 26%, protein 25%, dan serat 29% (Azevedo , 2014). Kandungan protein yang ada dalam biji papaya ini berperan sebagai koagulan (Ratnayani, 2017).



**Gambar 2. 10** Biji Pepaya  
(Sumber: hallosehat.com)



## 2.10 Integrasi Keilmuan

Semua makhluk dimuka bumi diciptakan dengan berbagai jenis. Dan ukuran yang ditundukkan untuk kepentingan manusia atas kehendak Allah SWT. Nikmat Allah yang diberikan pada Hambanya merupakan bukti nyata

وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

bahwa Allah menyayangi setiap makhluknya (Sya'banah, 2016).

Artinya :

“Dan Dia telah menundukkan untukmu apa yang di langit dan apa yang di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir” (QS. AL Jatsiyah:13).

Tumbuhan merupakan salah satu sumber daya alam penting yang mempunyai nilai khusus dalam segi ekonomi . tumbuhan yang disediakan Allah sangat banyak dan memiliki manfaat yang sangat banyak agar manusia selalu mengingat dan bersyukur kepada Allah SWT (Sya'banah, 2016).

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya :

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







7. Siti Suwaibatul Aslamiah, Eny Yulianti dan Akyunul Jannah, (2013) dengan judul penelitian “**Aktivitas Koagulasi Ekstrak Biji Kelor (*Moringa Oleifera L.*) Dalam Larutan NaCl Terhadap Limbah Cair Ipal Pt. Sier Pier Pasuruan**”. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui efektifitas koagulan ekstrak NaCl biji kelor dan tawas terhadap parameter air limbah dan mengetahui karakterisasi koagulan biji kelor.
8. Astrid Herawati, Riistika Asti, Bambang Ismuyanto, Juliananda, dan A.S. Dwi Saptati N. Hidayati, (2017) dengan judul penelitian “**Pengaruh pH Dan Dosis Koagulan Ekstrak Biji Kelor Dalam Koagulasi Terhadap Pengurangan Kekeruhan Limbah Cair**”. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengurangi kekeruhan sampel limbah cair sintetik kaolin melalui proses koagulasi–flokulasi menggunakan koagulan biji kelor yang telah diekstrak dengan NaCl 1 M
9. Eka Prihatinningtyas dan Agus Jatnika Effendi, (2012) dengan judul penelitian “**Aplikasi Tepung Jagung Sebagai Koagulan Alami Untuk Mengolah Limbah Cair Tahu**”. Tujuan penelitian ini yaitu mencari kondisi optimum pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan koagulan alami yang terbuat dari tepung jagung.
10. Hairudin Rasako dan Rahwan Ahmad, (2013) dengan judul penelitian “**Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu Negeri Batu Merah Kota Ambon Tahun 2013**” tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kadar COD, TSS, dan kekeruhan sebelum dan sesudah pembubuhan koagulan biji kelor
11. Leonardus Nanda Arisoma H., Nikodemus Masan Sang, Adriana Anteng , Yohanes Sudaryanto, (2018) dengan judul penelitian “**Penjernihan Air Limbah Sintetis Menggunakan Koagulan Alami**”. Tujuan penelitian ini yaitu mempelajari pengaruh konsentrasi larutan pengestrak terhadap kadar protein yang terdapat dalam biji kelor, kacang tolo dan biji melinjo.

12. Reena Abraham, Harsa P., (2019) dengan judul penelitian ***“Efficiency Of Tamarind And Papaya Seed Powder As Natural Coagulants”***. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui efisiensi biji asam jawa dan biji pepaya sebagai koagulan alami untuk mereduksi air limbah dapur dari kantin perguruan tinggi KMCT.
13. Arya Chandran J., Duithy George (2015) dengan judul penelitian ***“Use Of Papaya Seed As Natural Coagulant For Water Purification”***. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui dosis optimum dan waktu kontak menggunakan biji pepaya sebagai koagulan alami untuk mereduksi air dari sungai Kallada di Panalur town, Kollam.
14. S.E. Elpani, M.J., Gunawan, E. Aviventi, R.A. Sabila (2019) dengan judul penelitian ***“Utilization Of Natural Coagulant Substance (Tmrind Nd Winged Bean Seed) On The Quality Of Tofu Wastewater In Muntilan, Magelang”***. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh berbagai masa pada biji asam jawa dan biji kacang bersayap pada pH, TDS, dan COD air limbah pabrik tahu.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Waktu penelitian ini dilakukan selama bulan Februari 2020 hingga bulan Juni 2020. Penelitian mandiri ini dilakukan di Jl. Veteran 5a Dalam No. 07 Kebomas, Gresik meliputi dehidrasi, proses koagulasi-flokulasi menggunakan *magnetic stirer*, sementara pengujian parameter TSS, COD, BOD dan pH dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya. Pengambilan sampel dilakukan di salah satu industri tahu Sumber Makmur yang berada di Jl. Raya Gading Watu No. 189, Boteng, Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik.

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

Dalam penelitian yang berjudul “Efektivitas Biji Melon dan Biji Pepaya Sebagai Koagulan Alami untuk Menurunkan Parameter Pencemar Air Limbah Industri Tahu” dibutuhkan alat dan bahan sebagai berikut:

#### **A. Alat**

Dalam penelitian ini menggunakan alat jerigen, *magnetic stirer*, oven, ayakan, *Beaker Glass*, blender, neraca analitik, corong, dan pH meter.

#### **B. Bahan**

Biji melon, biji pepaya, limbah cair tahu, dan kertas saring

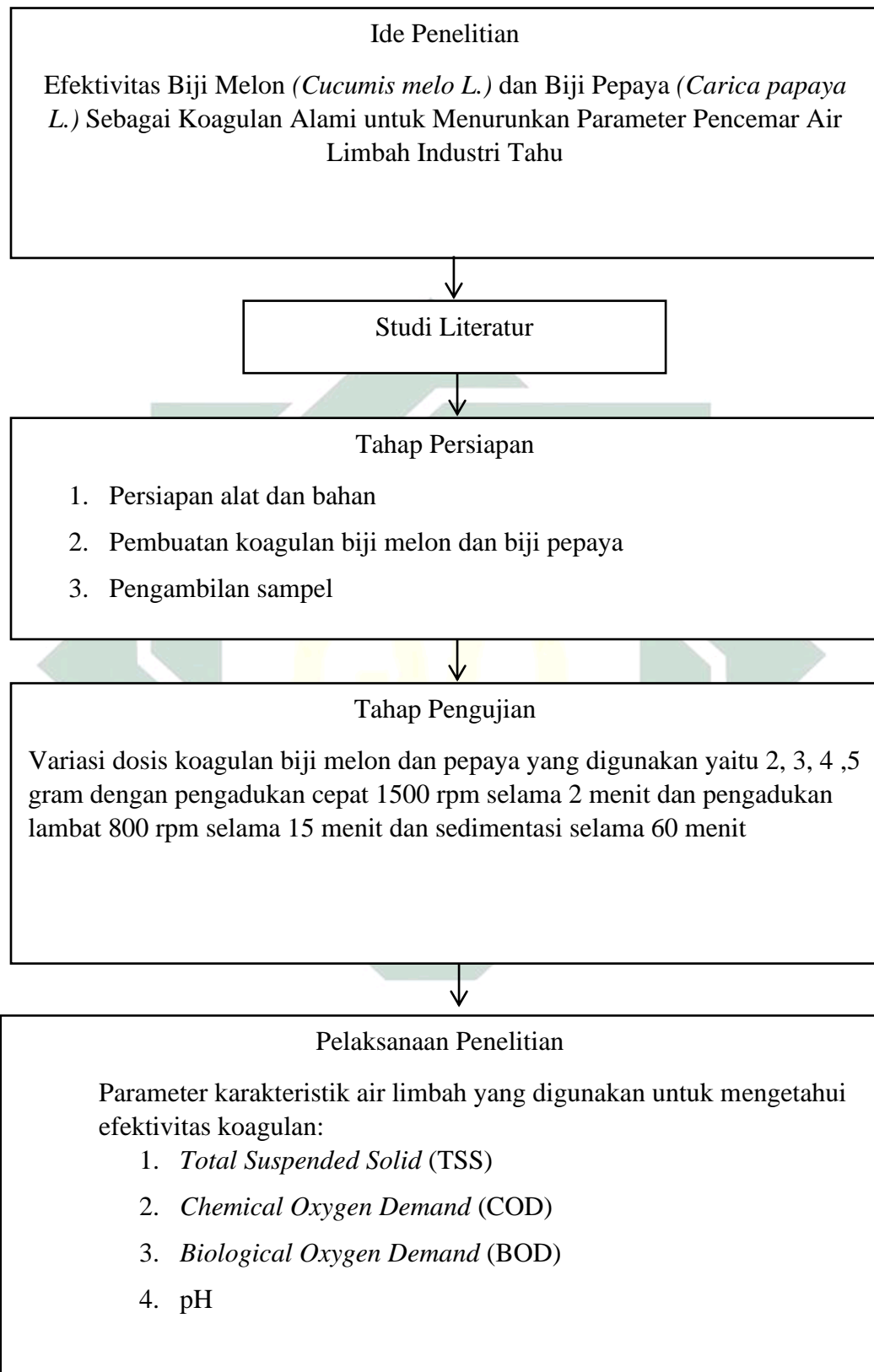
### **3.3 Tahapan Penelitian**

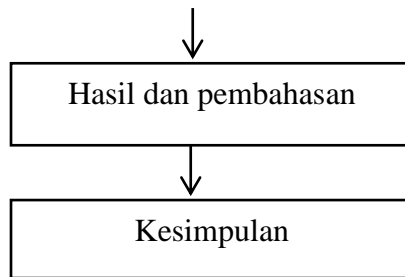
#### **A. Langkah- langkah penelitian**

##### **1. Dehidrasi**

Biji melon dan biji pepaya dibersihkan dengan air, kemudian dipanaskan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Lalu biji melon dan pepaya masing- masing diblender hingga menjadi serbuk kemudian diayak menggunakan ayakan yang berukuran 70 mesh untuk







**Gambar 3. 1** Diagram Alir Tahap Penelitian

## **B. Kerangka Pikir Penelitian**

Alur sistematis penelitian ini disajikan dalam bentuk kerangka penelitian.

Kerangka penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.2**

### **3.4 Rancangan Percobaan**

Pada percobaan ini menggunakan variasi dosis koagulan yaitu 2, 3, 4, dan 5 gram. Kemudian dilakukan proses koagulasi-flokulasi menggunakan alat *magnetic stirrer*. Sampel limbah cair industri tahu sebanyak 500 ml ditambahkan dengan koagulan sesuai dosis yang telah ditentukan kemudian dilakukan pengadukan cepat (*rapid mixing*) dengan kecepatan 1500 rpm selama 2 menit dengan tujuan untuk mencampur koagulan dengan air sehingga terjadi netralisasi muatan koloid oleh koagulan (proses koagulasi). Selanjutnya dilakukan pengadukan lambat (*slow mixing*) dengan kecepatan 800 rpm selama 15 menit agar partikel-partikel tersebut bergabung satu sama lain membentuk flok yang lebih besar (flokulasi). Dan dilakukan sedimentasi selama 60 menit.

**Tabel 3. 1** Variasi Dosis Koagulan Yang Digunakan

Koagulan	Variasi dosis (gram/500 ml)			
	1	2	3	4
Biji Melon	2 gram	3 gram	4 gram	5 gram
Biji Pepaya	2 gram	3 gram	4 gram	5 gram







### 3.5 Analisa Data

#### A. Menghitung presentase Penurunan

Presentase penurunan TSS, COD, BOD dihitung berdasarkan konsentrasi awal dan konsentrasi setelah kontak dengan koagulan untuk setiap perlakuan.

Dihitung dengan rumus:

$$\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Konsentrasi Awal

B = Konsentrasi Akhir

#### B. Deskriptif Kuantitatif

Dalam penelitian ini analisis data menggunakan metode analisa deskriptif kuantitatif. Penggunaan metode analisa deskriptif kuantitatif ini untuk menjelaskan data yang diteliti dengan adanya studi kepustakaan sehingga dapat lebih memperkuat hasil analisa untuk membuat suatu kesimpulan dalam penelitian. Dimana hasil penelitian diperoleh dari hasil perhitungan indikator - indikator variabel penelitian dan data yang disajikan.

#### C. Anova Dua Arah (*Two Way*)

Dalam penelitian ini data dianalisis untuk melihat perbedaan koagulan dan dosis. Oleh karena itu digunakan uji Anova dua arah. Setelah didapatkan hasil penelitian, selanjutnya data tersebut ditranslasikan kedalam bentuk program SPSS, yang dimulai dengan uji pendahuluan yaitu uji normalitas Saphiro- Wilk kemudian uji homogenitas dan dilanjutkan dengan uji ANOVA dua arah (Raharjo, 2015).

##### 1. Uji Normalitas Saphiro-Wilk

Uji norrmalitas ini bertujuan sebagai uji pendahuluan untuk menguji apakah data yang digunakan pada penelitian ini berdistribusi

normal ataukah tidak. Uji Saphiro Wilk pada umumnya digunakan untuk sampel yang jumlahnya kecil (kurang dari 50 data). Adapun pedoman pengambilan keputusan uji normalitas Saphiro Wilk adalah sebagai berikut:

1. Jika nilai Sig. (signifikansi)  $> 0,05$  maka distribusi data adalah normal
2. Jika nilai Sig. (signifikansi)  $< 0,05$  maka distribusi data adalah tidak normal

## 2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah variasi beberapa data sama atau tidak. Adapun pedoman dalam uji homogenitas adalah sebagai berikut:

1. Jika nilai Sig. (signifikansi)  $> 0,05$  maka dikatakan bahwa varians dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah sama (homogen)
2. Jika nilai Sig. (signifikansi)  $< 0,05$  maka dikatakan bahwa varians dari dua atau lebih kelompok populasi adalah tidak sama (tidak homogen)

## 3. Uji ANOVA Dua Arah

Untuk menganalisis data pada uji ANOVA dua arah terdapat persyaratan yang harus terpenuhi yaitu:

1. Nilai standardized residual haruslah berdistribusi normal
2. Populasi-populasi dari varian data adalah sama (homogen)

Dasar pengambilan keputusan dalam uji ANOVA dua arah yaitu sebagai berikut:

1. Jika nilai Sig. (signifikansi)  $> 0,05$  maka tidak ada perbedaan



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### A. Proses Pembuatan Kogulan Biji Pepaya (*Carica pepaya L.*)

Proses pembuatan koagulan biji pepaya dilakukan sesuai metode yang dijabarkan pada sub bab 3.3. Tahapan pembuatan koagulan biji pepaya yaitu pisahkan biji pepaya dengan dagingnya. Cuci agar tidak lengket, dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Blender hingga halus, serbuk biji pepaya diayak dengan ayakan 70 mesh. Serbuk biji pepaya siap digunakan sebagai koagulan. Proses pembuatan dapat dilihat pada **Gambar 4.1** (a sampai d)



(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 4. 1** (a) Biji Pepaya Setelah Dioven (b) Biji Pepaya Diblender (c) Serbuk Biji Pepaya Diayak (d) Serbuk Biji Pepaya Siap Digunakan  
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020)

## **B. Proses Pembuatan Koagulan Biji Melon (*Cucumis melo L.*)**

Proses pembuatan koagulan biji melon dilakukan sesuai metode yang dijabarkan pada sub bab 3.3. Tahapan pembuatan dalam koagulan biji melon yaitu pisahkan biji melon dengan dagingnya. Biji melon dicuci agar tidak lengket, dioven dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam. Blender biji melon hingga halus, serbuk biji melon diayak menggunakan ayakan 70 mesh. Serbuk biji melon siap digunakan sebagai koagulan. Proses pembuatan dapat dilihat pada

**Gambar 4.2** (a sampai d).



(a)



(b)







(a)



(b)

**Gambar 4. 3** (a) Pengambilan Sampel Limbah Cair Tahu (b) Air Limbah Tahu

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020)

Limbah cair tahu adalah berwarna putih keruh, berbau, dan berbusa. Kekeruhan disebabkan oleh adanya koloid di dalam air yang berasal dari buangan organik seperti sisa-sisa proses produksi tahu. Bau pada limbah cair tahu berasal dari pembusukan bahan cemaran organik oleh mikroorganisme. Warna putih keruh pada limbah cair tahu berasal dari pembuangan air pencucian dan perebusan yang masih banyak mengandung pati.

#### **D. Karakteristik Limbah Cair Tahu**

Limbah cair tahu dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu. Limbah cair tahu mengandung TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) yang tinggi (Pradana dkk, 2018). Senyawa-senyawa organik didalam buangan limbah cair tahu berupa protein, karbohidrat, dan lemak akan mengalami perubahan fisika, dan kimia (Setyawati, 2016).

Berdasarkan analisis laboratorium yang telah dilakukan terhadap sampel limbah cair tahu. Karakteristik awal limbah cair tahu sebelum pengolahan dapat dilihat pada **Tabel 4.1**



**Tabel 4. 1** Hasil Analisis Karakteristik Awal Limbah Cair Tahu

No	Parameter	Hasil	Baku Mutu (PerGub Jatim No. 72 Th. 2013)	Satuan
1	TSS	245	100	mg/l
2	COD	210	300	mg/l
3	BOD	193	150	mg/l
4	pH	3,9	6-9	-

(Sumber : Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan hasil uji karakteristik awal di atas, limbah cair industri tahu UD Sumber Makmur memiliki parameter pencemar yang melebihi baku mutu, yaitu parameter TSS, BOD, dan pH. Jika air limbah tahu tersebut langsung dibuang ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu, maka dapat mencemari lingkungan.

#### **E. Proses Koagulasi-flokulasi**

Efektivitas koagulasi biji melon dan biji pepaya ditentukan oleh kandungan protein. Zat aktif yang terkandung dalam biji melon dan biji pepaya mampu mengadsorpsi partikel-partikel air limbah. Dengan perubahan bentuk menjadi bentuk yang lebih kecil. Apabila kandungan air di dalam biji melon dan biji pepaya besar, maka kemampuannya dalam menyerap limbah cair semakin kecil (Harimbi, 2016)

Serbuk biji melon dan biji pepaya ketika diaduk dengan air, protein terlarutnya memiliki muatan positif. Ion koagulan dengan muatan serupa dengan muatan koloid akan ditolak, sebaliknya ion yang berbeda muatan akan ditarik. Prinsip perbedaan muatan antara koagulan dan koloid inilah yang menjadi dasar proses koagulasi. Semakin tinggi ion yang berbeda muatan semakin cepat terjadi koagulasi (Harimbi, 2016). Dalam reaksi ini zat organik yang terkandung dalam air limbah memiliki muatan negatif mengikat dengan ion positif yang terkandung dalam koagulan dan membuat sistem koloid didalam air menjadi tidak stabil. Ikatan ini akan membentuk flok yang lebih

besar setelah proses pengadukan yang lambat karena partikel-partikelnya bertabrakan satu sama lain dan tetap bersatu untuk kemudian mengendap sebagai sedimen (Elpani , 2019).

Untuk mengetahui ada atau tidak adanya perbedaan dosis koagulan biji melon dan koagulan biji pepaya terhadap TSS, COD, BOD, dan pH limbah cair industri tahu pada proses koagulasi-flokulasi menggunakan prinsip percobaan jarrest, maka dilakukan prosedur penelitian sebagai berikut:

1. Dimasukkan sampel limbah cair industri tahu yang belum ditambahkan koagulan ke dalam botol gelap, dilakukan pengukuran konsentrasi awal TSS, COD, BOD, dan pH. Dapat dilihat pada **Gambar 4. 4**

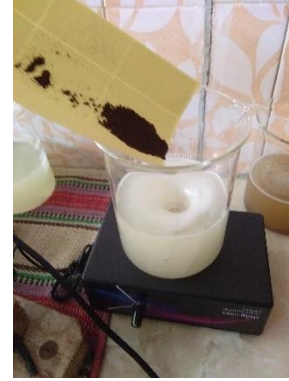


**Gambar 4. 4** Pengambilan Sampel Limbah Cair Industri Tahu Untuk Dimasukkan Kedalam Botol  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020)

2. Dimasukkan sampel limbah cair tahu sebanyak 500 ml kedalam *beaker glass* ukuran 1000 ml letakkan *beaker glass* diatas *magnetic stirrer*, tambahkan koagulan (biji melon dan pepaya) masing-masing dengan variasi dosis 2, 3, 4, 5 gram kedalam sampel limbah cair industri tahu. Dapat dilihat pada **Gambar 4.5** (a sampai b).



(a)



(b)

**Gambar 4. 5** (a) Penambahan Sampel Limbah Cair Tahu Kedalam Beaker Glass (b) Penambahan Koagulan Kedalam Beaker Glass  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020)

3. Sampel diaduk cepat selama 2 menit dengan kecepatan 1500 rpm dan diikuti pengadukan lambat selama 15 menit dengan kecepatan 800 rpm, setelah pengadukan diendapkan selama 60 menit. Dapat dilihat pada

**Gambar 4.6** (a sampai b).



(a)



(b)

**Gambar 4. 6** (a) Pengadukan Cepat 1500 Rpm (b) Pengadukan Lambat 800 Rpm  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020)

4. Sampel disaring dengan kertas saring whatman dan dimasukkan ke dalam botol untuk diuji konsentrasinya setelah penambahan koagulan. Dapat dilihat pada **Gambar 4.7**



**Gambar 4. 7** Proses Penyaringan  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020)

## F. Hasil Analisis Limbah Cair Tahu

Analisis data yang dilakukan yaitu analisis limbah cair tahu sebelum penambahan koagulan dan analisis limbah cair tahu setelah penambahan koagulan. Koagulan yang ditambahkan adalah variasi koagulan dan variasi dosis. Hasil analisis yang diperoleh pada pengujian parameter limbah cair industri tahu dapat dilihat pada **Tabel 4.2** hingga **Tabel 4.9**.

### 1. Koagulan Biji Melon

Berikut tabel hasil analisis parameter limbah cair tahu sebelum penambahan koagulan dan sesudah penambahan koagulan dapat dilihat pada **Tabel 4.2** hingga **Tabel 4.5**

**Tabel 4. 2** Hasil Analisis Parameter TSS Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulan Biji Melon

No	Konsentrasi TSS Awal (mg/l)	Pengulangan	Dosis Koagulan Biji Melon (gram/500 ml)	Konsentrasi TSS Akhir (mg/l)
1		1	2	95
2		2		105
3		1	3	120

No	Konsentrasi TSS Awal (mg/l)	Pengulangan	Dosis Koagulan Biji Melon (gram/500 ml)	Konsentrasi TSS Akhir (mg/l)
4	245	2	4	125
5		1		125
6		2	5	140
7		1		155
8		2		160

(Sumber : Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan hasil uji pada tabel 4.2 diatas dapat diketahui konsentrasi awal TSS limbah cair tahu sebelum ditambahkan koagulan yaitu 245 mg/l. setelah penambahan koagulan biji melon pada dosis 2 gram pengulangan 1 sebesar 95 mg/l, pengulangan 2 sebesar 105 mg/l; dosis 3 gram pengulangan 1 sebesar 120 mg/l, pengulangan 2 sebesar 125 mg/l; dosis 4 gram pengulangan 1 sebesar 125 mg/l, pengulangan 2 sebesar 140 mg/l; dosis 5 gram pengulangan 1 sebesar 155 mg/l, pengulangan 2 sebesar 160 mg/l.

**Tabel 4. 3** Hasil Analisis Parameter COD Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulan Biji Melon

No	Konsentrasi COD Awal (mg/l)	Pengulangan	Dosis Koagulan Biji Melon (gram/ 500 ml)	Konsentrasi COD Akhir (mg/l)
1	210	1	2	161
2		2		162
3		1	3	141
4		2		140
5		1	4	117
6		2		117
7		1	5	99
8		2		98

(Sumber : Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan hasil uji pada tabel 4.3 diatas dapat diketahui konsentrasi awal COD limbah cair tahu sebelum ditambahkan koagulan yaitu 210 mg/l. setelah penambahan koagulan biji melon

pada dosis 2 gram pengulangan 1 sebesar 161 mg/l, pengulangan 2 sebesar 162 mg/l; dosis 3 gram pengulangan 1 sebesar 141 mg/l, pengulangan 2 sebesar 140 mg/l; dosis 4 gram pengulangan 1 sebesar 117 mg/l, pengulangan 2 sebesar 117 mg/l; dosis 5 gram pengulangan 1 sebesar 99 mg/l, pengulangan 2 sebesar 98 mg/l.

**Tabel 4. 4** Hasil Analisis Parameter BOD Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulan Biji Melon

No	Konsentrasi BOD Awal (mg/l)	Pengulangan	Dosis Koagulan Biji Melon (gram/500 ml)	Konsentrasi BOD Akhir (mg/l)
1	193	1	2	149
2		2		127
3		1	3	109
4		2		109
5		1	4	96
6		2		96
7		1	5	77
8		2	5	81

(Sumber : Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan hasil uji pada tabel 4.4 diatas dapat diketahui konsentrasi awal BOD limbah cair tahu sebelum ditambahkan koagulan yaitu 193 mg/l. setelah penambahan koagulan biji melon pada dosis 2 gram pengulangan 1 sebesar 149 mg/l, pengulangan 2 sebesar 127 mg/l; dosis 3 gram pengulangan 1 sebesar 109mg/l, pengulangan 2 sebesar 109 mg/l; dosis 4 gram pengulangan 1 sebesar 96 mg/l, pengulangan 2 sebesar 96 mg/l; dosis 5 gram pengulangan 1 sebesar 77 mg/l, pengulangan 2 sebesar 81 mg/l.

**Tabel 4. 5** Hasil Analisis Parameter pH Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulan Biji Melon

No	Konsentrasi PH Awal	Pengulangan	Dosis Koagulan Biji Melon (gram/500 ml)	Konsentrasi PH Akhir
1	3,9	1	2	3,8
2		2		5,0
3		1	3	3,7
4		2		4,3
5		1	4	3,9
6		2		4,5
7		1	5	4,1
8		2		4,2

(Sumber : Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan hasil uji pada tabel 4.5 diatas dapat diketahui konsentrasi awal pH limbah cair tahu sebelum ditambahkan koagulan yaitu 3,9. setelah penambahan koagulan biji melon pada dosis 2 gram pengulangan 1 sebesar 3,8, pengulangan 2 sebesar 5,0; dosis 3 gram pengulangan 1 sebesar 3,7, pengulangan 2 sebesar 4,3; dosis 4 gram pengulangan 1 sebesar 3,9 , pengulangan 2 sebesar 4,5 ; dosis 5 gram pengulangan 1 sebesar 4,1, pengulangan 2 sebesar 4,2.

## 2. Koagulan Biji Pepaya

Berikut tabel hasil analisis parameter limbah cair tahu sebelum penambahan koagulan dan sesudah penambahan koagulan. Dapat dilihat pada **Tabel 4.6** hingga **Tabel 4.9**

**Tabel 4. 6** Hasil Analisis Parameter TSS Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulan Biji Pepaya

No	Konsentrasi TSS Awal (mg/l)	Pengulangan	Dosis Koagulan Biji Pepaya (gram/500 ml)	Konsentrasi TSS Akhir (mg/l)
1	245	1	2	90
2		2		85



No	Konsentrasi TSS Awal (mg/l)	Pengulangan	Dosis Koagulan Biji Pepaya (gram/500 ml)	Konsentrasi TSS Akhir (mg/l)
3		1	3	113
4		2		115
5		1	4	145
6		2		150
7		1	5	130
8		2		135

(Sumber : Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan hasil uji pada tabel 4.6 diatas dapat diketahui konsentrasi awal TSS limbah cair tahu sebelum ditambahkan koagulan yaitu 245 mg/l. setelah penambahan koagulan biji pepaya pada dosis 2 gram pengulangan 1 sebesar 90 mg/l, pengulangan 2 sebesar 85 mg/l; dosis 3 gram pengulangan 1 sebesar 113 mg/l, pengulangan 2 sebesar 115 mg/l; dosis 4 gram pengulangan 1 sebesar 145 mg/l, pengulangan 2 sebesar 150 mg/l; dosis 5 gram pengulangan 1 sebesar 130 mg/l, pengulangan 2 sebesar 135 mg/l.

**Tabel 4. 7** Hasil Analisis Parameter COD Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulan Biji Pepaya

No	Konsentrasi COD Awal (mg/l)	Pengulangan	Dosis Koagulan Biji Pepaya (gram/500 ml)	Konsentrasi COD Akhir (mg/l)
1	210	1	2	160
2		2		159
3		1	3	123
4		2		121
5		1	4	104
6		2		104
7		1	5	80
8		2		80

Sumber : Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan hasil uji pada tabel 4.7 diatas dapat diketahui konsentrasi awal COD limbah cair tahu sebelum ditambahkan koagulan yaitu 210 mg/l. setelah penambahan koagulan biji pepaya pada dosis 2 gram pengulangan 1 sebesar 160 mg/l, pengulangan 2 sebesar 159 mg/l; dosis 3 gram pengulangan 1 sebesar 123 mg/l, pengulangan 2 sebesar 121 mg/l; dosis 4 gram pengulangan 1 sebesar 104 mg/l, pengulangan 2 sebesar 104 mg/l; dosis 5 gram pengulangan 1 sebesar 80 mg/l, pengulangan 2 sebesar 80 mg/l.

**Tabel 4. 8** Hasil Analisis Parameter BOD Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulan Biji Pepaya

No	Konsentrasi BOD Awal (mg/l)	Pengulangan	Dosis Koagulan Biji Pepaya (gram/500 ml)	Konsentrasi BOD Akhir (mg/l)
1	193	1	2	134
2		2		134
3		1	3	109
4		2		109
5		1	4	100
6		2		100
7		1	5	73
8		2		73

(Sumber : Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan hasil uji pada tabel 4.8 diatas dapat diketahui konsentrasi awal BOD limbah cair tahu sebelum ditambahkan koagulan yaitu 193 mg/l. setelah penambahan koagulan biji pepaya pada dosis 2 gram pengulangan 1 sebesar 134 mg/l, pengulangan 2 sebesar 134 mg/l; dosis 3 gram pengulangan 1 sebesar 109mg/l, pengulangan 2 sebesar 109 mg/l; dosis 4 gram pengulangan 1 sebesar 100 mg/l, pengulangan 2 sebesar 100 mg/l; dosis 5 gram pengulangan 1 sebesar 73 mg/l, pengulangan 2 sebesar 73 mg/l.

**Tabel 4. 9** Hasil Analisis Parameter pH Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulan Biji Pepaya

No	Konsentrasi pH Awal	Pengulangan	Dosis Koagulan Biji Pepaya (gram/500 ml)	Konsentrasi pH akhir
1	3,9	1	2	3,8
2		2		4,5
3		1	3	4,4
4		2		4,1
5		1	4	4,1
6		2		3,9
7		1	5	4,0
8		2		4,7

(Sumber : Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan hasil uji pada tabel 4.9 diatas dapat diketahui konsentrasi awal pH limbah cair tahu sebelum ditambahkan koagulan yaitu 3,9. setelah penambahan koagulan biji pepaya pada dosis 2 gram pengulangan 1 sebesar 3,8, pengulangan 2 sebesar 4,5; dosis 3 gram pengulangan 1 sebesar 4,4, pengulangan 2 sebesar 4,1; dosis 4 gram pengulangan 1 sebesar 4,1 , pengulangan 2 sebesar 3,9 ; dosis 5 gram pengulangan 1 sebesar 4,0, pengulangan 2 sebesar 4,7.

## 4.2 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penurunan parameter pencemar limbah cair industri tahu dengan penambahan koagulan alami biji melon dan biji pepaya. Koagulasi merupakan proses penambahan bahan kimia (koagulan) yang memiliki kemampuan untuk menjadikan partikel koloid yang tidak stabil sehingga partikel membentuk flok yang kemudian akan mengendap.

Pemberian koagulan biji melon dan koagulan biji pepaya pada pengolahan limbah cair industri tahu dimaksudkan untuk menyatukan bahan-bahan koloid yang larut dalam air menjadi gumpalan yang lebih besar yang disebut flok.

Koagulan yang bermuatan positif akan mengikat butiran koloid yang bermuatan negatif yang cukup besar sehingga mudah diendapkan.

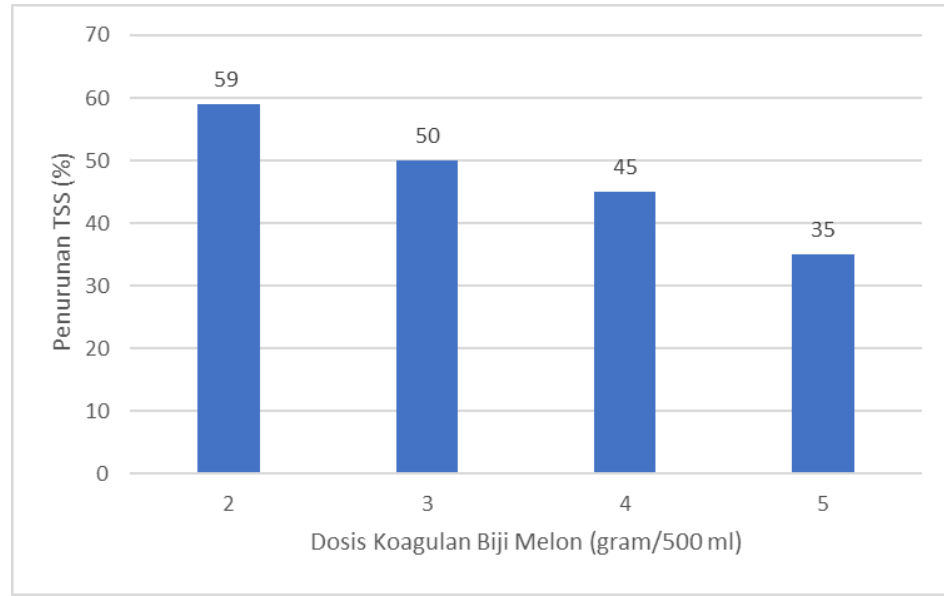
Analisis sampel limbah cair industri tahu dilakukan dengan variasi koagulan agar dapat mengetahui koagulan dan dosis manakah yang lebih efektif untuk menurunkan parameter pencemar limbah yaitu TSS, BOD, COD dan pH . limbah cair industri tahu telah melewati proses koaguasi, flokuasi dan pengendapan. Selanjutnya dilakukan analisis sifat fisik dan kimianya berupa TSS, COD, BOD, dan pH..

#### **A. Kemampuan Penambahan Koagulan Biji Melon terhadap Penurunan TSS, COD, BOD, dan pH Limbah Cair Tahu**

Kemampuan biji melon (*Cucumis melo L.*) sebagai koagulan alami telah mengalami penelitian yang menyatakan bahwa biji melon berpotensi sebagai koagulan alami, dalam penelitian koagulan biji melon dapat menurunkan kekeruhan pada air keruh sebesar 44,71% (Ariati dkk, 2017).

##### **1. TSS**

Kemampuan biji melon dalam menurunkan TSS limbah cair industri tahu disajikan pada **Gambar 4.8**



**Gambar 4. 8** Presentase Penurunan TSS Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulan Biji Melon (Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Dari grafik pada gambar 4.8 dapat dilihat Pada penambahan koagulan biji melon dengan dosis 2 gram mengalami penurunan 59 %, dosis 3 gram mengalami penurunan 50%, dosis 4 gram mengalami penurunan 45 %, dan dosis 5 gram mengalami penurunan 35 %. Penurunan TSS disebabkan oleh sifat biji melon yang mengandung protein yang larut dalam air dan apabila dilarutkan biji melon menghasilkan muatan-muatan positif dalam jumlah yang banyak. Larutan biji melon bereaksi sebagai koagulan polimer alamiah bermuatan positif. Ketika ditambahkan kedalam sampel limbah cair dan diikuti pengadukan cepat selama 2 menit, protein kationik yang dihasilkan biji melon tersebut terdistribusi keseluruh bagian limbah dan kemudian berinteraksi dengan partikel-partikel bermuatan negatif penyebab kekeruhan. Akibatnya partikel-partikel koloid limbah membentuk flok-flok mikro melalui mekanisme adsorpsi (Irmayana, 2017)

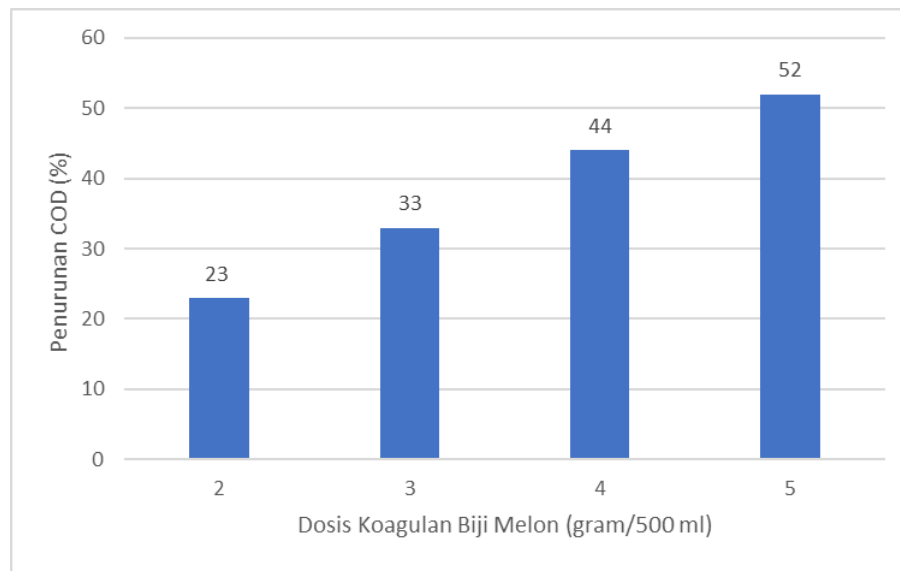
Penurunan optimum TSS limbah cair tahu dengan koagulan biji melon adalah pada dosis 2 gram yang mengalami penurunan dengan presentase sebesar 59 %. Dalam hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa dengan bertambahnya dosis , maka akan menyebabkan larutan semakin jenuh sehingga koagulan yang tersisa akan mengotori larutan yang ada (Coniwanti, 2013). Penelitian lain juga menyatakan bahwa dosis koagulan yang semakin tinggi membuat kadar TSS semakin meningkat sehingga air menjadi lebih keruh, hal ini disebabkan karena tidak semua partikel berinteraksi dengan partikel koloid membentuk flok-flok dalam air (Wardhani, 2014).

Pada dosis 5 gram mengalami penurunan dengan presentase paling rendah yaitu 35 %. Hal ini sejalan dengan penelitian lain yang menyatakan bahwa dosis yang diberikan melewati kemampuan koagulan maka menyebabkan larutan menjadi jenuh dan pengotor yang berlebihan menyebabkan meningkatnya padatan suspensi dalam limbah cair tahu (Rasako,2014).

Dosis koagulan sangat berpengaruh terhadap penyisihan TSS limbah cair industri tahu karena dengan memberikan dosis yang tepat maka penyisihan TSS sampel akan semakin signifikan. Suatu koagulan dikatakan efektif, apabila mampu mengurangi nilai TSS sebesar 50% sehingga koagulan biji melon efektif untuk menurunkan TSS limbah cair industri tahu (Putra dkk, 2013).

## 2. COD

Kemampuan biji melon dalam menurunkan COD limbah cair industri tahu disajikan pada **Gambar 4.9**



**Gambar 4. 9** Presentase Penurunan COD Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulaan Biji Melon (Sumber: Hasil Analisa,2020)

Dari grafik pada gambar 4.9 dapat dilihat pada penambahan koagulan biji melon dengan dosis 2 gram memiliki presentase penurunan 23 % , dosis 3 gram mengalami presentase penurunan 33 % , dosis 4 gram mengalaami presentase penurunan 44 % , dan dosis 5 gram mengalami presentase penurunan 52 %.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar dosis koagulan yang digunakan maka presentase penurunan COD juga meningkat. Penurunan optimum COD pada limbah cair tahu dengan penambahan koagulan biji melon adalah pada dosis 5 gram yang mengalami penurunan dengan presentase sebesar 52 %. Hal ini sejalan dengan penelitian yang mengatakan bahwa dengan menurunnya gaya tolak-menolak antarpartikel maka oksigen akan mudah terdistribusi yang kemudian dapat menguraikan zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair tahu sehingga menyebabkan COD menjadi turun (Rasako, 2014). Penelitian lain juga menyebutkan bahwa penurunan COD

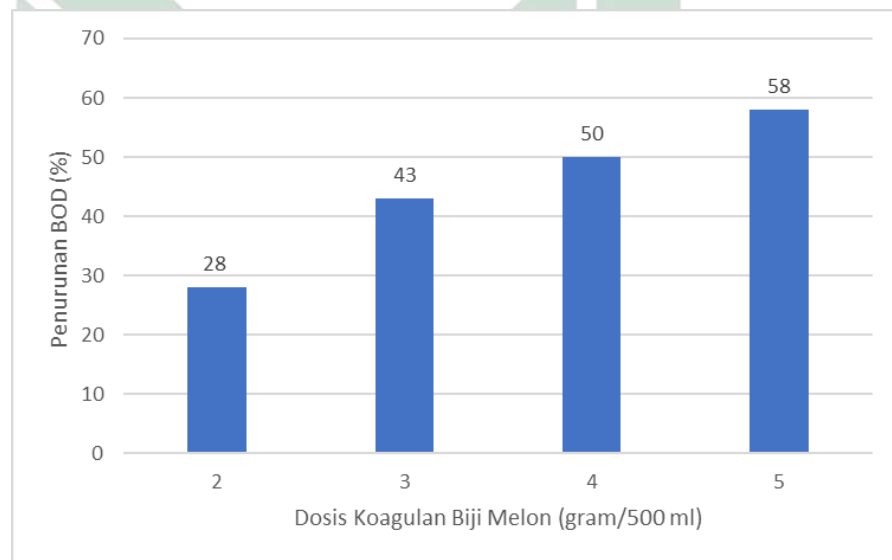


dikarenakan pada saat penambahan koagulan disertai pengadukan cepat dan lambat, maka protein kationik yang dihasilkan akan terdistribusi ke seluruh bagian limbah cair tahu dan akan berinteraksi dengan partikel-partikel negatif dan senyawa organik sehingga membentuk flok-flok. Dengan berkurangnya senyawa organik dan padatan tersuspensi dalam limbah cair tahu maka kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi senyawa tersebut semakin berkurang sehingga nilai COD pun menurun (Coniwanti, 2013).

Pada dosis 2 gram mengalami penurunan dengan presentase paling rendah yaitu 23 %. Hasil pada dosis 2 gram belum optimal dikarenakan pada saat proses pengadukan yang belum sempurna (Rasako, 2014).

### 3. BOD

Kemampuan biji melon dalam menurunkan TSS limbah cair industri tahu disajikan pada **Gambar 4.1**



**Gambar 4. 10** Presentase Penurunan BOD Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulaan Biji Melon (Sumber: Hasil Analisa, 2020)

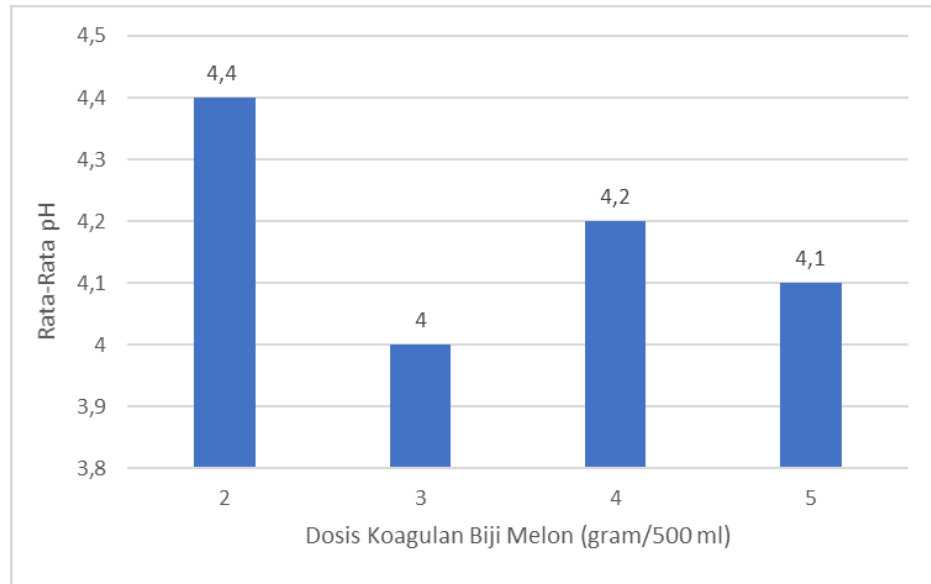
Dari grafik pada gambar 4.10 dapat dilihat pada penambahan koagulan biji melon dengan dosis 2 gram mengalami presentase penurunan 28 % , dosis 3 gram mengalami presentase penurunan 43 %, dosis 4 gram mengalami presentase penurunan 50 %, dan dosis 5 gram mengalami presentase penurunan 58 %.

BOD dapat disebabkan oleh faktor pencampuran dan faktor pengendapan sehingga proses koagulasi bahan organik penyebab tingginya nilai BOD dalam limbah tidak sempurna terjadi (Irmayana, 2017).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar dosis koagulan yang digunakan maka presentase penurunan BOD juga meningkat. Penurunan optimum BOD pada limbah cair tahu dengan penambahan koagulan biji melon adalah pada dosis 5 gram yang mengalami penurunan dengan presentase sebesar 58 %. Hal ini sesuai dengan penelitian yang mengatakan bahwa semakin besar penambahan konsentrasi koagulan akan menyebabkan nilai BOD semakin menurun (Nurika dkk, 2007). Penelitian lain juga menyebutkan bahwa semakin banyak dosis koagulan yang digunakan semakin besar pula terjadinya penurunan BOD (Ulwia, 2017). Pada dosis 2 gram mengalami penurunan dengan presentase paling rendah yaitu 28 %.

#### 4. pH

Kemampuan biji melon dalam menaikkan pH limbah cair industri tahu disajikan pada **Gambar 4.11**



**Gambar 4. 11** Rata- Rata pH Setelah Penambahan Koagulan Biji Melon  
(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan tabel 4.5 pH awal limbah cair tahu sebelum penambahan koagulan biji melon yaitu 3,9 yang bersifat asam. Hasil penelitian pada grafik 4.11 menunjukkan bahwa tidak ada perubahan signifikan pada pH sebelum dan sesudah percobaan. Nilai pH meningkat dari kondisi awal setelah penambahan koagulan. Adanya senyawa tanin dalam biji melon. Tanin adalah zat yang tersebar luas pada tanaman. Zat koagulan mampu meningkatkan pH sampel meskipun hasilnya tidak signifikan karena kenaikan nilai pH hanya sekitar 0,1 (Elpani *et al* , 2019).

pH limbah cair tahu tidak bisa berubah menjadi netral. Ada beberapa faktor yang menyebabkan pH pada limbah cair tidak bisa menjadi netral yaitu karena pH asli limbah cair industri tahu adalah asam. Faktor lain yaitu karena *human error* ketika proses koagulasi-flokulasi terjadi. Perbedaan alat yang digunakan juga dapat

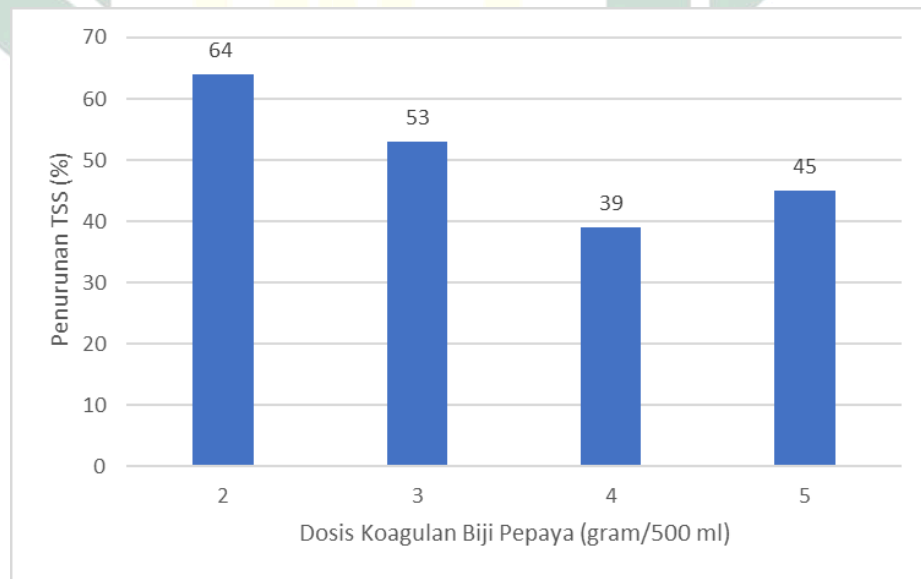
mempengaruhi hasil pengadukan. Koagulasi-flokulasi tidak bisa membuat pH limbah cair menjadi netral. Untuk air limbah yang bersifat asam atau basa harus ditambahkan larutan buffer untuk menetralkan pH (Bangun, dkk 2013).

## **B. Kemampuan Penambahan Koagulan Biji Pepaya terhadap Penurunan TSS, COD, BOD, dan pH Limbah Cair Tahu**

Kemampuan biji pepaya (*Carica papaya L.*) sebagai koagulan alami telah mengalami penelitian yang menyatakan bahwa biji pepaya berpotensi sebagai koagulan alami, dalam penelitian tersebut koagulan biji pepaya dapat menurunkan pada air limbah kantin. Penurunan TSS sebesar 43,5%, COD sebesar 47,14%, dan BOD sebesar 44,92% (Abraham, 2019).

### **1. TSS**

Kemampuan biji pepaya dalam menurunkan TSS limbah cair industri tahu disajikan pada **Gambar 4.12**



**Gambar 4. 12** Presentase Penurunan TSS Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulaan Biji Pepaya (Sumber: Hasil Analisa,2020)

Dari grafik pada gambar 4.12 dapat dilihat pada penambahan koagulan biji pepaya dengan dosis 2 gram mengalami presentase penurunan 64 % , dosis 3 gram mengalami presentase penurunan 53 %, dosis 4 gram mengalami presentase penurunan 39 %, dan dosis 5 gram mengalami presentase penurunan 45 %. Penurunan TSS disebabkan oleh sifat biji pepaya yang mengandung protein yang larut dalam air dan apabila dilarutkan biji pepaya menghasilkan muatan-muatan positif dalam jumlah yang banyak. Larutan biji pepaya bereaksi sebagai koagulan polimer alamiah bermuatan positif. Ketika ditambahkan kedalam sampel limbah cair dan diikuti pengadukan cepat selama 2 menit, protein kationik yang dihasilkan biji pepaya tersebut terdistribusi keseluruh bagian limbah dan kemudian berinteraksi dengan partikel-partikel bermuatan negatif penyebab kekeruhan. Akibatnya partikel-partikel koloid limbah membentuk flok-flok mikro melalui mekanisme adsorpsi (Irmayana, 2017)

Penurunan optimum TSS limbah cair tahu dengan koagulan biji pepaya adalah pada dosis 2 gram yang mengalami penurunan dengan presentase sebesar 64 %. Dalam hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa dengan bertambahnya dosis , maka akan menyebabkan larutan semakin jenuh sehingga koagulan yang tersisa akan mengotori larutan yang ada (Coniwanti, 2013). Penelitian lain juga menyatakan bahwa dosis koagulan yang semakin tinggi membuat kadar TSS semakin meningkat sehingga air menjadi lebih keruh, hal ini disebabkan karena tidak semua partikel berinteraksi dengan partikel koloid membentuk flok-flok dalam air (Wardhani, 2014).

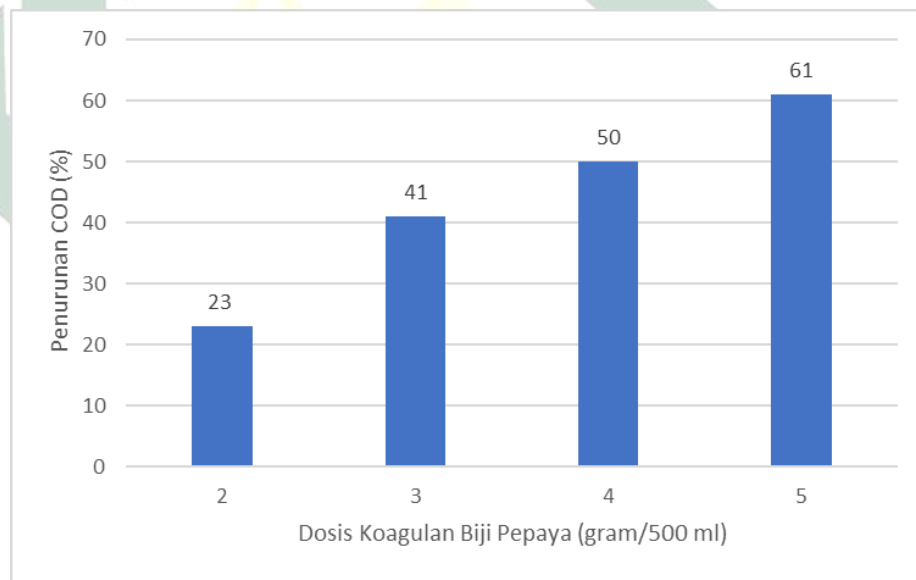
Pada dosis 4 gram mengalami penurunan dengan presentase paling rendah yaitu 39 %. Hal ini sejalan dengan penelitian lain yang menyatakan bahwa dosis yang diberikan melewati kemampuan koagulan maka menyebabkan larutan menjadi jenuh dan pengotor

yang berlebihan menyebabkan meningkatnya padatan suspensi dalam limbah cair tahu (Rasako,2014)

Dosis koagulan sangat berpengaruh terhadap penyisihan TSS limbah cair industri tahu karena dengan memberikan dosis yang tepat maka penyisihan TSS sampel akan semakin signifikan. Suatu koagulan dikatakan efektif, apabila mampu mengurangi nilai TSS sebesar 50% sehingga koagulan biji melon efektif untuk menurunkan TSS limbah cair industri tahu (Putra dkk, 2013).

## 2. COD

Kemampuan biji pepaya dalam menurunkan COD limbah cair industri tahu disajikan pada **Gambar 4.13**



**Gambar 4. 13** Presentase Penurunan COD Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulaan Biji Pepaya (Sumber: Hasil Analisa,2020)

Dari hasil penelitian diperoleh hasil pengujian seperti yang terdapat pada gambar 4.13 diatas. Pada penambahan koagulan biji pepaya dengan dosis 2 gram memiliki presentase penurunan 23 % , dosis 3 gram mengalami presentase penurunan 41 % , dosis 4 gram mengalami

presentase penurunan 50 %, dan dosis 5 gram mengalami presentase penurunan 61 %.

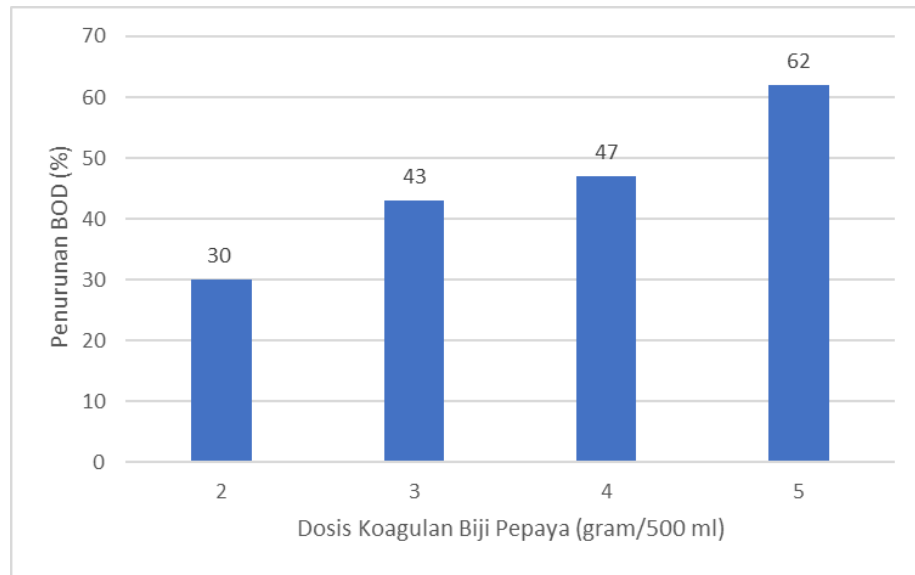
Penelitian menunjukkan bahwa semakin besar dosis koagulan yang digunakan maka presentase penurunan COD juga meningkat. Penurunan optimum COD pada limbah cair tahu dengan penambahan koagulan biji pepaya adalah pada dosis 5 gram yang mengalami penurunan dengan presentase sebesar 61%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang mengatakan bahwa dengan menurunnya gaya tolak-menolak antarpartikel maka oksigen akan mudah terdistribusi yang kemudian dapat menguraikan zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair tahu sehingga menyebabkan COD menjadi turun (Rasako, 2014). Penelitian lain juga menyebutkan bahwa penurunan COD dikarenakan pada saat penambahan koagulan disertai pengadukan cepat dan lambat, maka protein kationik yang dihasilkan akan terdistribusi ke seluruh bagian limbah cair tahu dan akan berinteraksi dengan partikel-partikel negatif dan senyawa organik sehingga membentuk flok-flok. Dengan berkurangnya senyawa organik dan padatan tersuspensi dalam limbah cair tahu maka kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi senyawa tersebut semakin berkurang sehingga nilai COD pun menurun (Coniwanti, 2013).

Pada dosis 2 gram mengalami penurunan dengan presentase paling rendah yaitu 23 %. Hasil pada dosis 2 gram belum optimal dikarenakan pada saat proses pengadukan yang belum sempurna (Rasako, 2014).

### 3. BOD

Kemampuan biji pepaya dalam menurunkan BOD limbah cair industri tahu disajikan pada **Gambar 4.14**





**Gambar 4. 14** Presentase Penurunan BOD Limbah Cair Industri Tahu Setelah Penambahan Koagulaan Biji Pepaya (Sumber: Hasil Analisa,2020)

Dari grafik pada gambar 4.14 dapat dilihat Pada penambahan koagulan biji pepaya dengan dosis 2 gram mengalami presentase penurunan 30 % , dosis 3 gram mengalami presentase penurunan 43 % , dosis 4 gram mengalami presentase penurunan 47 % , dan dosis 5 gram mengalami presentase penurunan 62 %.

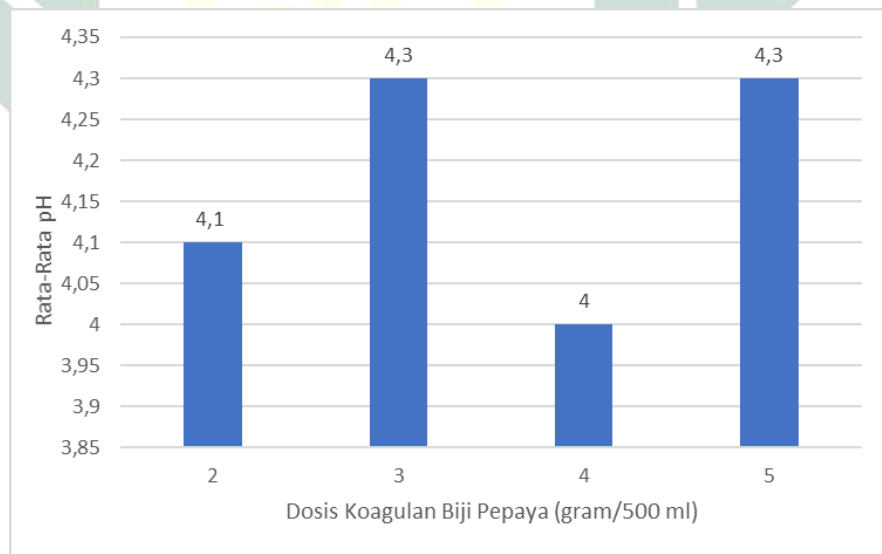
BOD dapat disebabkan oleh faktor pencampuran dan faktor pengendapan sehingga proses koagulasi bahan organik penyebab tingginya nilai BOD dalam limbah tidak sempurna terjadi (Irmayana, 2017).

Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar dosis koagulan yang digunakan maka presentase penurunan BOD juga meningkat. Penurunan optimum BOD pada limbah cair tahu dengan penambahan koagulan biji pepaya adalah pada dosis 5 gram yang mengalami penurunan dengan presentase sebesar 62 %. Hal ini sesuai dengan penelitian yang mengatakan bahwa semakin besar penambahan

konsentrasi koagulan akan menyebabkan nilai BOD semakin menurun (Nurika dkk, 2007). Penelitian lain juga menyebutkan bahwa semakin banyak dosis koagulan yang digunakan semakin besar pula terjadinya penurunan BOD. Adanya beberapa senyawa yang terkandung dalam biji pepaya salah satunya adalah senyawa tanin yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba yaitu dengan cara menghambat kerja enzim seperti selulosa, pektinase, peroksida oksidatif (Ulwia, 2017). Pada dosis 2 gram mengalami penurunan dengan presentase paling rendah yaitu 30 %.

#### 4. pH

Kemampuan biji pepaya dalam menaikkan pH limbah cair industri tahu disajikan pada **Gambar 4.15**



**Gambar 4. 15** Rata- Rata pH Setelah Penambahan Koagulan Biji Pepaya  
(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan tabel 4.9 pH awal limbah cair tahu sebelum penambahan koagulan biji pepaya yaitu 3,9 yang bersifat asam. Pada gambar 4.15 menunjukkan bahwa tidak ada perubahan signifikan pada pH sebelum dan sesudah percobaan. Nilai pH meningkat dari kondisi awal setelah penambahan koagulan. Adanya senyawa tanin dalam biji pepaya. Tanin adalah zat yang tersebar luas pada tanaman. Zat koagulan mampu meningkatkan pH sampel meskipun hasilnya tidak signifikan karena kenaikan nilai pH hanya sekitar 0,1 (Elpani *et al*, 2019).

pH limbah cair tahu tidak bisa berubah menjadi netral. Dalam hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa koagulan biji pepaya tidak memiliki potensi yang dapat diukur untuk menetralkan air limbah (J. Chandran, 2015). Ada beberapa faktor yang menyebabkan pH pada limbah cair tidak bisa menjadi netral yaitu karena pH asli limbah cair industri tahu adalah asam. Faktor lain yaitu karena *human error* ketika proses koagulasi-flokulasi terjadi. Perbedaan alat yang digunakan juga dapat mempengaruhi hasil pengadukan. Koagulasi-flokulasi tidak bisa membuat pH limbah cair menjadi netral. Untuk air limbah yang bersifat asam atau basa harus ditambahkan larutan buffer untuk menetralkan pH (Bangun, dkk 2013).

## **C. Uji Statistik Pemberian Koagulan Dan Dosis Terhadap TSS, COD, BOD Limbah Cair Tahu**

Adapun hasil uji statistik dapat dilihat pada **Tabel 4.10** hingga **Tabel 4.24**

### **1. Hasil TSS**

Hasil uji statistik TSS dengan uji normalitas, uji homogenitas dan uji ANOVA dua arah disajikan dalam **Tabel 4.10** hingga **Tabel 4.14**

**Tabel 4. 10** Uji Normalitas Shaphiro Wilk Koagulan

	Koagulan	Statistic	df	Sig.	Keterangan
<b>Hasil TSS</b>	Biji Melon	,956	8	,773	Normal
	Biji Pepaya	,932	8	,535	Normal

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

**Tabel 4. 11** Uji Normalitas Shaphiro Wilk Dosis Koagulan

	Dosis Koagulan	Statistic	df	Sig.	Keterangan
<b>Hasil TSS</b>	2	0,971	4	,850	Normal
	3	0,95	4	,717	Normal
	4	0,927	4	,577	Normal
	5	0,882	4	,348	Normal

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan tabel 4.10 dan tabel 4.11 diketahui nilai df (derajat kebebasan) untuk koagulan biji melon dan pepaya adalah 8 dan untuk dosis koagulan adalah 4. Maka itu artinya jumlah sampel data untuk masing-masing kelompok kurang dari 50. Sehingga penggunaan teknik shapiro wilk untuk mendeteksi kenormalan data dalam penelitian ini dikatakan berhasil.

Dari tabel 4.10 diketahui nilai Sig. untuk koagulan biji melon sebesar 0,773 dan nilai Sig. untuk koagulan biji pepaya sebesar 0,535. Karena nilai Sig. untuk kedua koagulan tersebut  $> 0,05$ , maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas shapiro wilk, dapat disimpulkan bahwa data hasil TSS untuk koagulan biji melon dan biji pepaya adalah berdistribusi normal.

Dari tabel 4.11 diketahui nilai Sig. untuk dosis koagulan 2 gram sebesar 0,850; 3 gram 0,717; 4 gram 0,577; 5 gram 0,348. Karena nilai Sig. untuk keempat koagulan tersebut  $> 0,05$ , maka sebagaimana dasar

pengambilan keputusan dalam uji normalitas shapiro wilk, dapat disimpulkan bahwa data hasil TSS untuk dosis koagulan 2,3,4,5 gram adalah berdistribusi normal.

**Tabel 4. 12 Uji Homogenitas Koagulan**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keterangan
<b>Based On Mean</b>	0,105	1	14	,751	Homogen

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

**Tabel 4. 13 Uji Homogenitas Dosis Koagulan**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keterangan
<b>Based On Mean</b>	0,105	3	12	,099	Homogen

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan tabel 4.12, diketahui hasil TSS koagulan nilai Sig. Based on Mean adalah sebesar 0,751 karena nilai Sig.  $0,751 > 0,05$ , maka dapat disimpulkan bahwa varians data hasil TSS pada koagulan biji melon dn biji pepaya adalah homogen.

Berdasarkan tabel 4.13, diketahui hasil TSS dosis koagulan nilai Sig. Based on Mean adalah sebesar 0,099 karena nilai Sig.  $0,099 > 0,05$ , maka dapat disimpulkan bahwa varians data hasil TSS pada dosis koagulan 2, 3, 4, 5 gram adalah homogen.

**Tabel 4. 14 Uji ANOVA Dua Arah TSS**

Source	F	Sig.	Keterangan
<b>Koagulan</b>	8,467	,020	Ada perbedaan
<b>Dosis</b>	77,292	,000	Ada perbedaan
<b>Koagulan * Dosis</b>	9,847	,005	Ada perbedaan

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Perbedaan hasil TSS koagulan antara biji melon dan biji pepaya berdasarkan tabel 4.14 diperoleh harga F sebesar 8,467 dan signifikansi 0,020. Karena signifikansi  $0,020 < 0,05$  maka H1 diterima dan H0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil TSS koagulan antara biji melon dan biji pepaya ada perbedaan.

Perbedaan hasil TSS dosis koagulan antara 2, 3, 4, 5 gram berdasarkan tabel 4.14 diperoleh harga F sebesar 77,292 dan signifikansi 0,000. Karena signifikansi  $0,000 < 0,05$  maka H1 diterima dan H0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil TSS koagulan antara biji melon dan biji pepaya ada perbedaan.

Perbedaan hasil TSS koagulan dan dosis yang diberikan berdasarkan tabel 4.14 diperoleh harga F sebesar 9,847 dan signifikansi 0,005. Karena signifikansi  $0,005 > 0,05$  maka H1 diterima dan H0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil TSS koagulan dan dosis ada perbedaan.

## 2. Hasil COD

Hasil uji statistik COD dengan uji normalitas, uji homogenitas dan uji ANOVA dua arah disajikan dalam **Tabel 4.15** hingga **Tabel 4.19**

**Tabel 4. 15** Uji Normalitas Shaphiro Wilk Koagulan

	Koagulan	Statistic	df	Sig.	Keterangan
Hasil COD	Melon	0,898	8	,277	Normal
	Pepaya	0,896	8	,267	Normal

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

**Tabel 4. 16** Uji Normalitas Shaphiro Wilk Dosis Koagulan

	Dosis Koagulan	Statistic	df	Sig.	Keterangan
Hasil COD	2	0,997	4	,989	Normal
	3	0,808	4	,117	Normal
	4	0,747	4	,036	Normal

Dosis Koagulan	Statistic	df	Sig.	Keterangan	
	5	0,736	4	,029	Normal

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan tabel 4.15 dan tabel 4.16 diketahui nilai df (derajat kebebasan) untuk koagulan biji melon dan pepaya adalah 8 dan untuk dosis koagulan adalah 4. Maka itu artinya jumlah sampel data untuk masing-masing kelompok kurang dari 50. Sehingga penggunaan teknik shapiro wilk untuk mendeteksi kenormalan data dalam penelitian ini dikatakan berhasil.

Dari tabel 4.15 diketahui nilai Sig. untuk koagulan biji melon sebesar 0,277 dan nilai Sig. untuk koagulan biji pepaya sebesar 0,267. Karena nilai Sig. untuk kedua koagulan tersebut  $> 0,05$ , maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas shapiro wilk, dapat disimpulkan bahwa data hasil COD untuk koagulan biji melon dan biji pepaya adalah berdistribusi normal.

Dari tabel 4.16 diketahui nilai Sig. untuk dosis koagulan 2 gram sebesar 0,989; 3 gram 0,117; 4 gram 0,036; 5 gram 0,029. Karena nilai Sig. untuk keempat koagulan tersebut  $> 0,05$ , maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas shapiro wilk, dapat disimpulkan bahwa data hasil COD untuk dosis koagulan 2,3,4,5 gram adalah berdistribusi normal.

**Tabel 4. 17 Uji Homogenitas Koagulan**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keterangan
<b>Based On Mean</b>	,181	1	14	,677	Homogen

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)



**Tabel 4. 18** Uji Homogenitas Dosis Koagulan

	<b>Levene Statistic</b>	<b>df1</b>	<b>df2</b>	<b>Sig.</b>	<b>Keterangan</b>
<b>Based On Mean</b>	187,755	3	12	,000	Homogen

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan tabel 4.17, diketahui hasil COD koagulan nilai Sig. Based on Mean adalah sebesar 0,677 karena nilai Sig.  $0,677 > 0,05$ , maka dapat disimpulkan bahwa varians data hasil COD pada koagulan biji melon dan biji pepaya adalah homogen.

Berdasarkan tabel 4.18, diketahui hasil COD dosis koagulan nilai Sig. Based on Mean adalah sebesar 0,000 karena nilai Sig.  $0,000 < 0,05$ , maka dapat disimpulkan bahwa varians data hasil COD pada dosis koagulan 2, 3, 4, 5 gram adalah homogen.

**Tabel 4. 19** Uji ANOVA Dua Arah COD

<b>Source</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>Keterangan</b>
<b>Koagulan</b>	1299,578	,000	Ada perbedaan
<b>Dosis</b>	7264,265	,000	Ada perbedaan
<b>Koagulan * Dosis</b>	125,17	,000	Ada perbedaan

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Perbedaan hasil COD koagulan antara biji melon dan biji pepaya berdasarkan tabel 4.18 diperoleh harga F sebesar 1299,578 dan signifikansi 0,000. Karena signifikansi  $0,000 < 0,05$  maka H1 diterima dan H0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil COD koagulan antara biji melon dan biji pepaya ada perbedaan.

Perbedaan hasil COD dosis koagulan antara 2, 3, 4, 5 gram berdasarkan tabel 4.18 diperoleh harga F sebesar 7264,265 dan signifikansi 0,000. Karena signifikansi  $0,000 < 0,05$  maka H1 diterima

dan H0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil COD koagulan antara biji melon dan biji pepaya ada perbedaan.

Perbedaan hasil COD koagulan dan dosis yang diberikan berdasarkan tabel 4.18 diperoleh harga F sebesar 125,17 dan signifikansi 0,000. Karena signifikansi  $0,000 < 0,05$  maka H1 diterima dan H0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil COD koagulan dan dosis ada perbedaan.

### 3. Hasil BOD

Hasil uji statistik BOD dengan uji normalitas, uji homogenitas dan uji ANOVA dua arah disajikan dalam **Tabel 4.20** hingga **Tabel 4.24**

**Tabel 4. 20** Uji Normalitas Shaphiro Wilk Koagulan

	Koagulan	Statistic	df	Sig.	Keterangan
<b>Hasil BOD</b>	Melon	,942	8	,636	Normal
	Pepaya	,895	8	,260	Normal

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

**Tabel 4. 21** Uji Normalitas Shaphiro Wilk Dosis Koagulan

	Dosis Koagulan	Statistic	df	Sig.	Keterangan
<b>Hasil BOD</b>	2	0,904	4	,451	Normal
	3	0,659	4	,003	Normal
	4	0,729	4	,024	Normal
	5	0,863	4	,272	Normal

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan tabel 4.20 dan tabel 4.21 diketahui nilai df (derajat kebebasan) untuk koagulan biji melon dan pepaya adalah 8 dan untuk dosis koagulan adalah 4. Maka itu artinya jumlah sampel data untuk masing-masing kelompok kurang dari 50. Sehingga penggunaan teknik shapiro wilk untuk mendeteksi kenormalan data dalam penelitian ini dikatakan berhasil.

Dari tabel 4.20 diketahui nilai Sig. untuk koagulan biji melon sebesar 0,636 dan nilai Sig. untuk koagulan biji pepaya sebesar 0,260. Karena nilai Sig. untuk kedua koagulan tersebut  $> 0,05$ , maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas shapiro wilk, dapat disimpulkan bahwa data hasil BOD untuk koagulan biji melon dan biji pepaya adalah berdistribusi normal.

Dari tabel 4.21 diketahui nilai Sig. untuk dosis koagulan 2 gram sebesar 0,451; 3 gram 0,003; 4 gram 0,024; 5 gram 0,272. Karena nilai Sig. untuk keempat koagulan tersebut  $> 0,05$ , maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas shapiro wilk, dapat disimpulkan bahwa data hasil BOD untuk dosis koagulan 2,3,4,5 gram adalah berdistribusi normal.

**Tabel 4. 22 Uji Homogenitas Koagulan**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keterangan
Based On Mean	0,003	1	14	,960	Homogen

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

**Tabel 4. 23 Uji Homogenitas Dosis Koagulan**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keterangan
Based On Mean	3,393	3	12	,054	Homogen

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan tabel 4.22, diketahui hasil BOD koagulan nilai Sig. Based on Mean adalah sebesar 0,960 karena nilai Sig.  $0,960 > 0,05$ , maka dapat disimpulkan bahwa varians data hasil BOD pada koagulan biji melon dan biji pepaya adalah homogen.

Berdasarkan tabel 4.23, diketahui hasil BOD dosis koagulan nilai Sig. Based on Mean adalah sebesar 0,054 karena nilai Sig.  $0,054 >$

0,05, maka dapat disimpulkan bahwa varians data hasil BOD pada dosis koagulan 2, 3, 4, 5 gram adalah homogen.

**Tabel 4. 24 Uji ANOVA Dua Arah BOD**

Source	F	Sig.	Keterangan
<b>Koagulan</b>	,254	,628	Tidk Ada perbedaan
<b>Dosis</b>	86,321	,000	Ada perbedaan
<b>Koagulan * Dosis</b>	,660	,599	Tidak Ada perbedaan

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Perbedaan hasil BOD koagulan antara biji melon dan biji pepaya berdasarkan tabel 4.24 diperoleh harga F sebesar 0,254 dan signifikansi 0,628. Karena signifikansi  $0,628 < 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil BOD koagulan antara biji melon dan biji pepaya tidak ada perbedaan.

Perbedaan hasil BOD dosis koagulan antara 2, 3, 4, 5 gram berdasarkan tabel 4.24 diperoleh harga F sebesar 86,321 dan signifikansi 0,000. Karena signifikansi  $0,000 < 0,05$  maka  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil BOD koagulan antara biji melon dan biji pepaya ada perbedaan.

Perbedaan hasil BOD koagulan dan dosis yang diberikan berdasarkan tabel 4.24 diperoleh harga F sebesar 0,660 dan signifikansi 0,660. Karena signifikansi  $0,660 > 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil BOD koagulan dan dosis tidak ada perbedaan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapat informasi bahwa biji melon dan biji pepaya terbukti dapat menurunkan kadar TSS, COD, dan BOD



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Pemberian variasi dosis terdapat perbedaan signifikan terhadap penurunan COD, BOD, dan TSS; Pemberian variasi koagulan tidak terdapat perbedaan yang signifikan
2. Koagulan biji melon yang paling optimum untuk menurunkan COD dan BOD adalah pada dosis 5 gram, TSS paling optimum dosis 2 gram, dan kenaikan pH paling optimum pada dosis 2 gram; Koagulan biji pepaya yang paling optimum untuk menurunkan COD dan BOD adalah pada dosis 5 gram, TSS paling optimum pada dosis 2 gram, dan kenaikan pH paling optimum pada dosis 3 dan 5 gram.

#### **5.2 Saran**

Adapun hal yang disarankan penulis dari penelitian ini adalah

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan alat *jartest* untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal.
2. pH limbah cair tahu cenderung asam untuk menaikkan pH menjadi netral perlu ditambahkan larutan buffer.





- Effendi, E. P. (2012). Aplikasi Tepung Jagung Sebagai Koagulan Alami Untuk Mengolah Limbah Cair Tahu. *Jurnal Teknik Lingkungan Volume 18 Nomor 1*, 97-105.
- Eko Siswoyo, d. J. (2017). Pengaruh Air Limbah Industri Tahu Terhadap Laju Pertumbuhan Tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus Tricolor*). *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*.
- Eneng Endah Nuryani, E. M. (2016). Optimalisasi Penggunaan Poly Aluminium Chloride dan Aquaklor pada Proses Koagulasi Flokulasi dalam Pengolahan Air Limbah di Penambangan PT Cibaliung Sumberdaya, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. *Prosiding Teknik Pertambangan Vol 2, No 1*.
- Hairudin Rasako, R. A. (2014). Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu Negeri Batu Merah Kota Ambon Tahun 2013. *Jurnal Kesehatan Terpadu, Jilid 5, No. 1*.
- Hammer, M.J. (1986). *Water And Wastewater Technology*. Prentice-Hall Int. Inc., New Jersey
- Harimbi Setyawati, W. K. (2016). Serbuk Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu.
- Irmayana, E. P. (2017). Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil Kulit. *Vol. X, No 2*.
- Irnia Nurika, A. R. (2007). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Tahu (Kajian Konsentrasi Serbuk Biji Asam Jawa dan Lama Pengadukan). *Jurnal Teknologi Pertanian, Vol. 8. No. 3*.

- Kaswinarni, F. (2007). Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu.
- Mallongi, R. B. (2018). Studi Karakteristik Dan Kualitas BOD Dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Lanto DG. Pasewang Kabupaten Jeneponto. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan vol 1, No 1*.
- Mashuri, S. A. (2016). Optimasi Parameter Proses Jar Test Menggunakan Metode Taguchi dengan Pendekatan PCR-TOPSIS (Studi Kasus: PDAM Surya Sembada Kota Surabaya). *Jurnal Sains dan Seni ITS Vol 5, No 2*.
- Muhammad Faisal, H. d. (2016). Perancangan Sistem Monitoring Tingkat Keketuhan Air Secara Real Time Menggunakan Sensor TSD-10. *Jurnal Ilmu Fisika (JIF) vOL 8, No 1*.
- Muhammad Syaiful, A. I. (2014). Efektivitas Alum dari Kaleng Minuman Bekas sebagai Koagulan untuk Penjernihan Air. *Vol 20, No 4*.
- Mulia, R. M. (2005). *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nita Rukminasari, N. d. (2014). Pengaruh Derajat Keasaman (pH) Air Laut terhadap Konsentrasi Kalsium dan Laju Pertumbuhan Halimeda sp. *Torani (Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Vol 24 (1), 28-34*.
- Novita Kusuma Wardhani, E. S. (2014). Penurunan Konsentrasi BOD dan TSS pada Limbah Cair Tahu dengan Teknologi Kolam (Pond)- Biofilm menggunakan Media Biofilter Jaring Ikan dan Bioball.
- Pamilia Coniwanti, I. D. (2013). Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dalam Tinjauannya Terhadap Turbidity, TSS, Dan COD. *Jurnal Teknik Kimia No. 3 Vol 19, 22-30*.

- Pamungkas, M. O. (2016). Studi Pencemaran Limbah Cair Dengan Parameter BOD5 Dan pH Di Pasar Ikan Tradisional Dan Pasar Modern Di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Vol 4, No 2*.
- Rahmawati, F. (2013). Teknologi Proses Pengolahan Tahu dan Pemanfaatan Limbahnya.
- Raindy Aprilion, A. A. (2015). Penurunan Kekeruhan Air Oleh Biji Pepaya, Biji Semangka, dan Kacang Hijau. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*.
- Ratnayani, N. K. (2017). Skrining Potensi Jenis Polong-Polongan (Famili Fabaceae) Dan Biji Labu-Labuan (Famili Cucurbitae) Sebagai Koagulan Alami Pengganti Tawas. *Jurnal Kimia 11 (1)*, 15-22.
- Reena Abraham, H. (2019). Efficiency of Tamarind and Papaya Seed Powder As Natural Coagulants. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 6.
- Riko Putra, B. L. (2013). Pemanfaatan Biji Kelor sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tahu dengan Menggunakan Jar Test . *Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 2, No. 2*.
- Rinawati, D. H. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid dan Total Suspended Solid) di Perairan Teluk Lampung. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry Vol 1, No 01*.
- Riyanda Agustira, K. S. (2013). Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika, Air dan Debit Sungai pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Topioka. *Jurnal Online Agroteknologi Vol 1, No 3*.
- S. E. Elpani, M. G. (2019). Utilization of Natural Coagulant Substance (Tamarind and Winged Bean Seed) on the Quality of Tofu Wastewater in Mutilan, Magelang. *Indonesian Journal of Chemistry and Environment Vo. 2, No 1*.

- Saputro, M. N. (2015). Manajemen Pengelolaan Limbah Industri. *Jurnal Managemn dan Bisnis*.
- Shalati Febjislami, d. (2018). Karakteristik Morfologi Bunga, Buah, Dan Kualitas Buah Tiga Genotipe Pepaya Hibrida.
- Siregar, S. d. (2010). *Budidaya Melon Unggul*. Penebar Swadaya.
- Siswarni M.Z., L. I. (2017). Pembuatan Biosorben Dari Biji Pepaya (Carica Papaya L) Untuk Penyerapan Zat warna. *Jurnal Teknik Kimia USU vol6, No 2, 7-13*.
- Supriyatno, B. (2000). Pengelolaan Air Limbah Yang Berwawasan Lingkungan Suatu Strategi dan Langkah Penanganannya. *Jurnal Teknologi Lingkungan Vol 1, No 1, 17-26*.
- Surdia, N.M., Buchari, Dan B. Bundjali. (1981). Perlakuan Air Dan Air Buangan Secara Koagulasi Dari Partikel Tersuspensi. Laporan Penelitian. Direktorat Pembinaan Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat. Bandung
- Sya'banah, N. (2016). Efektivitas Ekstrak NaCl Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Koagulan Sampel Fosfat.
- Tedy Dian Pradana, S. A. (2018). Pengolahan Limbah Cair Tahu untuk Menurunkan Kadar TSS dan BOD. *Jurnal Vokasi Kesehatan*.
- Tiffany, F. L. (2016). Teknik Budidaya Melon (Cucumis Melo L.) Secara Tabulampot Di Taman Buah Mekarsari, Cileungsi Jawa Barat.
- Ulwia. (2017). Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) terhadap Penurunan Kadar BOD dan COD pada Limbah Cair Industri Tahu. *Global Health Science, Vol. 2*.
- Weber, E.J. (1972). *Physiochemical Process For Water Quality Control*. John Willey & Sons Inc, USA

Wenbin, L., H. Hongshan, Dan P. Jianguo. (1999). Application Of Poly Aluminium Chloride In Shenhen Water Supply-China.

Winnarsih, E. L. (2016). Distribusi Total Suspended Solid Permukaan di Perairan Teluk Kendari. *Sapa Laut Vol 1 (2)*, 54-59.

Yudisia Ausi, d. M. (2016). Artikel Riview: Kandungan Dan Aktivitas Farmakologi Minyak Biji Semangka (*Citrullus lanatus*). *Jurnal Farmaka*.

Yuniarti, B. (2007). Pengukuran Tingkat Kekeruhan Air Menggunakan Turbidimeter Berdasarkan Prinsip Hamburan Cahaya

