

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Hasil Penelitian Terdahulu

**Tabel II. 1** Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Judul	Jenis dan metode penelitian	Perbedaan Peneliti Terdahulu
1.	(Ningsih, 2020)	Efektivitas Biji melon ( <i>Cucumis melo L.</i> ) Dan Biji Pepaya ( <i>Cacrica Papaya L.</i> ) Sebagai Koagulan Alami Untuk Menurunkan Parameter Pencemar Air Limbah Tahu Industri	Metode Deskriptif. Pengolahan limbah cair tahu dengan koagulan alami serbuk biji melon dan serbuk biji pepaya secara koagulasi-flokulasi dan Penjernihan limbah cair tahu dengan menggunakan variasi dosis koagulan alami serbuk biji melon ( <i>Cucumis melo L.</i> ) dan serbuk biji pepaya. Hasil dari penelitian yang menggunakan biji melon ( <i>Cucumis melo L.</i> ) dosis yang optimum yaitu Koagulan biji melon ( <i>Cucumis melo L.</i> ) yang paling optimum untuk menurunkan TSS 2gram 59%, 3gram 50%, 4 gram 45%, 5gram 35%	Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang adalah menggunakan metode analitik terdapat pada variasi dosis koagulan alami serbuk biji melon ( <i>Cucumis melo L.</i> ) yaitu 12gr, 16 gr, dan 20 gr dilakukan 4 perlakuan 6 replikasi sedangkan penelitian terdahulu menggunakan variasi dosis koagulan 2,3,4, dan 5 gram dilakukan pengulangan 6 kali

No.	NamaPeneliti	Judul	Jenis dan metode penelitian	Perbedaan Peneliti Terdahulu
2.	(Kusniawati et al., 2023)	Pemanfaatan Biokoagulan Dari Serbuk Biji melon ( <i>Cucumis melo L</i> ) Terhadap Penurunan PH, TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) dan TDS ( <i>Total Dissolved Solid</i> ) Pada Limbah Cair Industri Tahu	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dampaknya variasi massa, variasi pengadukan dan lamanya pengendapan pada hasil koagulasi dan flokulasi pengolahan air limbah industri tahu. Variasi koagulan massa yang diterapkan dalam pengujian adalah 0,3 g, 0,5 g, dan 0,7 g, dan ukuran koagulan 80 mesh, dengan pH awal 3,5, TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) 420 mg/L, dan TDS ( <i>Total Dissolved Solid</i> ) 4,250 mg/L, sedangkan waktu pengendapan optimum diperoleh waktu 30 menit dengan pH berubah menjadi 5,0, TSS 199 mg/L, dan TDS 1689 mg/L.	Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang adalah terdapat pada pada ukuran partikel dimana penelitian sekarang menggunakan ukuran 100 mesh. Sedangkan penelitian terdahulu menggunakan ukuran 80 mesh

No.	NamaPeneliti	Judul	Jenis dan metode penelitian	Perbedaan Peneliti Terdahulu
3.	Dila, 2024	Pengaruh Biji Melon ( <i>Cucumis melo L.</i> ) Terhadap Penurunan Kadar TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) Air Limbah Industri Tahu Desa Tawangrejo Kecamatan Takeran Kabupaten Magetan	Jenis penelitian ini yang digunakan adalah penelitian Pra Eksperimen dimana peneliti mengurangi kadar TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) air limbah industri tahu dengan menggunakan metode koagulasi-flokulasi dengan koagulan alami dari biji melon ( <i>Cucumis melo L.</i> ). Desain penelitian yang digunakan adalah one Group, Pre-test and post-test Design, dimana peneliti melakukan pengukuran sebelum dan sesudah dengan proses koagulasi-flokulasi dosis koagulan dari serbuk biji melon ( <i>Cucumis melo L.</i> ) yaitu sebesar 12 gr, 16 gr, dan 20 gr	Terdapat pada variasi dosis koagulan alami serbuk biji melon ( <i>Cucumis melo L.</i> ) yaitu 12gr, 16 gr, dan 20 gr dilakukan dengan proses koagulasi-flokulasi dengan pengendapan 60 menit

## **B. Tinjauan Pustaka**

### **1. Pengertian Limbah Cair**

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 tahun 2001, tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, pengertian limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan manusia baik berupa padat, cair ataupun gas yang dipandang sudah tidak layak dan tidak memiliki nilai ekonomis sehingga cenderung untuk dibuang.

Air limbah adalah sisa hasil usaha atau kegiatan. Setiap yang limbah yang dihasilkan harus dikelola dengan baik sesuai karakteristiknya untuk mengurangi kualitas bahan pencemar yang ada di dalamnya dan diolah dengan baik dan dalam lingkungan supaya tidak mencemari dan tidak menurunkan kualitas lingkungan.

Limbah cair diklasifikasikan dalam empat kelompok diantaranya yaitu:

- a. Limbah cair domestik rumah tangga (domestic wastewater),
  - b. Limbah cair industri (industrial wastewater), Rembesan dan luapan (infiltration and inflow), Air hujan (storm water).
- (Umroningsih, 2022)

### **2. Industri Tahu**

Industri tahu pada umumnya merupakan industri kecil (home industri) yang dikelola secara tradisional baik di kota maupun di desa. Industri tahu merupakan suatu usaha yang memiliki prospek bisnis yang sangat menjanjikan. Perkembangan konsumsi tahu pada tahun 2017 sekitar 7,88 kg per kapita dan mengalami peningkatan pada tahun 2019 sekitar 8,03 kg/kapita. Perkembangan industri tahu memberikan dampak positif dengan adanya pertumbuhan ekonomi masyarakat, namun munculnya sisa usaha (limbah) pada setiap aktivitas industri sulit untuk dihindari dan membutuhkan biaya yang besar bagi suatu industri untuk melakukan pengolahan, termasuk bagi industri tahu yang dikelola secara tradisional. (Sjafruddin et al., 2022).

### 3. Proses Produksi Tahu

Dalam memproduksi tahu, usaha industri tahu menggunakan kacang kedelai impor lebih berkualitas, harganya cenderung lebih murah, dan kadar susunya lebih banyak dibandingkan dengan kacang kedelai local. Dalam produksi tahu tentu mempunyai tahapan dalam proses pembuatannya. Dalam proses pembuatan memerlukan bahan dan alat yang digunakan dalam memproduksi tahu. Adapun proses pembuatan tahu yang ada di usaha industri tahu adalah (Sjafruddin et al., 2022) :

#### a. Proses persiapan

Proses persiapan yaitu pemilihan jenis kedelai yang bermutu dan tidak bermutu. Pada proses ini adalah pemilihan jenis kacang kedelai sangatlah penting karna akan memperhatikan mutu kedelai yaitu kandungan protein, lemak, flavor, warna hilum, warna kulit biji, warna kotilden, ukuran biji dan sifat fisik ekstrak air dari kedelai

#### b. Proses pencucian

Proses pencucian dan perendaman yaitu pada proses ini membersihkan kedelai dari kotoran-kotoran yang menempel pada bahan baku dan dilanjutkan dengan proses perendaman. Pada proses ini perendaman dilakukan selama 2-3 jam agar dapat meningkatkan kandungan air dalam kedelai dan tidak merusak kadar protein kacang kedelai

#### c. Penggilingan

Proses penggilingan Pada proses ini biji kedelai yang sudah melalui proses perendaman kemudian digiling dan ditambahkan air secukupnya sesuai dengan volume kedelai yang digiling Hingga lembut menjadi bubur yang siap untuk dimasak. Dengan metode ini, sari kedelai hasil penyaringan memungkinkan dapat dibuat tahu maupun susu kedelai

d. Proses pemasakan

Proses pemasakan menggunakan uap air bertekanan langsung kedalam filtrate. Pemasakan dilakukan selama 15 – 30 menit pada proses ini untuk menginaktifkan zat antinutrisi kedelai yaitu tripsin inhibitor dan sekaligus nilai cerna, mempermudah penggilingan dan penggumpalan protein, serta menambah keawetan produk tahu.

e. Proses penyaringan

Proses penyaringan sari kedelai menggunakan kain mori atau kain sifon yang digantung dan digerakan menggunakan tenaga manusia dengan tujuan untuk memisahkan ampas dan sari kedelai. Proses ini menghasilkan limbah padat yang berlangsung selama 15 menit.

f. Proses Percetakan

Proses percetakan yaitu pada proses gumpalan tahu kemudian diambil dan dituang dalam cetakan yang sudah disediakan dan dialasi dengan kain putih yang diisi sampai penuh. Cetakan tahu dibuat dari kayu yang berbentuk segi empat yang dilubangi kecil-kecil supaya air dapat keluar. Kemudian tahu ditutup dan dipres menggunakan balok beton yang disesuaikan ukuran cetakan tahu.

4. Proses Pengolahan Limbah

Beberapa teknik proses pengolahan air dan limbah cair yang dikenal dan dapat diterapkan dengan sistem tunggal (sole method) maupun secara terintegrasi yang melibatkan minimal 2 metode pengolahan yang berkesinambungan (combined/hybrid) untuk mendapatkan hasil air olahan yang lebih baik, dijabarkan dalam beberapa poin berikut, antara lain (Martini et al., 2020):

a. Screening

Sampah padatan yang berasal dari alam, buangan industri dan berbagai aktifitas manusia lainnya seperti kerikil, potongan

kayu, dahan, daun, bangkai hewan, botol plastik, kaleng dan sampah lainnya yang berukuran relatif besar dapat menyebabkan penyumbatan pada saluran air dan merusak sistem peralatan pengolahan limbah seperti pompa. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dilakukan proses screening atau penyaringan kasar. Screening adalah unit operasi pengolahan limbah cair tingkat pertama yang memisahkan material padatan berdasarkan ukuran tertentu yang relatif besar dari limbah cair. Proses screening menggunakan alat yang dinamakan bar screen. Alat tersebut umumnya terbuat dari logam yang dibentuk sedemikian rupa hingga memiliki struktur berongga dan diletakan di area aliran masuk limbah cair menuju area utama kolam penampungan dan pengolahan limbah. Selanjutnya, partikel sampah padatan yang terjebak di permukaan bar screen dibuang secara manual atau mekanikal sehingga dapat digunakan untuk proses penyaringan berikutnya

b. Filtrasi membran

Penggunaan teknologi membran dalam proses pengolahan air terkontaminasi memiliki beberapa sisi yang lebih unggul dibandingkan dengan sejumlah metode lainnya, antara lain mampu menghasilkan air dengan tingkat kemurnian yang sangat tinggi, bahkan mampu mencapai efisiensi permurnian hingga 100% dan dapat mengolah air dengan kapasitas yang besar dalam waktu yang relatif singkat. Terdapat beberapa jenis membran yang umum diaplikasikan dalam proses pemurnian air, yaitu

- 1) Ultrafiltration
- 2) Mikrofiltration
- 3) Nanofiltration
- 4) Reverse osmosis

Membran Ultrafiltration, mikrofiltration, dan nanofiltration umumnya digunakan dalam proses pengolahan air terkontaminasi

yang berasal dari limbah industri dan rumah tangga, dimana air hasil akhir dari proses filtrasi tersebut diperuntukan untuk penggunaan produktif lainnya seperti air proses, air irigasi, ataupun air yang akan dialirkan ke pembuangan akhir di alam terbuka.

c. Adsorpsi

Dalam proses adsorpsi, adsorben berfungsi untuk menyerap polutan. Material adsorben dapat terbuat dari mineral non-organik, bahan organik sintetik dan bahan organik alami. Adsorben yang berasal dari material non organik memiliki tingkat daya apung dan daya serap yang relatif rendah terhadap polutan tertentu minyak dan logam, sedangkan adsorben bekas pakai yang terbuat dari bahan sintesis cenderung mencemari lingkungan. Hal tersebut mendorong munculnya alternatif bahan dasar adsorben yang bersifat ramah terhadap lingkungan dengan tingkat ketersediaan yang stabil, ekonomis serta memiliki efisiensi yang tinggi, dan hal tersebut merupakan karakteristik adsorben yang terbuat dari bahan organik termasuk bagian tanaman dan sisa hasil pertanian seperti cangkang kelapa sawit, kulit pisang, kulit buah durian, kulit dan biji buah manga dan lainnya.

Meskipun demikian, pemanfaatan bahan organik mentah tanpa melalui proses aktivasi menghasilkan tingkat penyerapan yang relatif terbatas, terutama untuk limbah industri yang mengandung tingkat polutan yang tinggi. Sehingga diperlukan berbagai metode aktivasi untuk meningkatkan kinerja adsorben tersebut dengan tujuan untuk meningkatkan persentase penurunan konsentrasi polutan sekaligus mencapai kapasitas adsorpsi optimum dari adsorben, termasuk dengan melakukan chemical impregnation dan carbonization



d. Sedimentasi

Sedimentasi adalah mekanisme fisik yang digunakan dalam pengolahan limbah cair, di mana gaya gravitasi digunakan untuk memisahkan partikel padat tersuspensi yang muncul dari air. Sebelum sebagian besar prosedur sedimentasi adalah proses koagulasi dan flokulasi. Inisiasi atau titik tengah seri pengolahan limbah cair juga dapat berfungsi sebagai waktu yang tepat untuk melaksanakan proses sedimentasi. Untuk limbah cair yang mengandung padatan tersuspensi dalam konsentrasi yang sangat tinggi, proses sedimentasi sebaiknya diaplikasikan pada awal rangkaian pengolahan sehingga mengurangi pemakaian koagulan, mempercepat proses koagulasi dan flokulasi dan mencegah penyumbatan pada peralatan pengolahan lanjut.

e. Proses Oksidasi

Proses oksidasi lanjutan yang lebih dikenal dengan istilah advanced oxidation processes (AOPs) merupakan salah satu metode efektif yang melibatkan penggunaan berbagai bahan kimia yang dapat merubah kandungan senyawa organik dan non-organik berbahaya dalam air menjadi komponen yang ramah lingkungan seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Proses yang termasuk AOPs antara lain fotokatalisis menggunakan media semikonduktor logam oksida, oksidasi menggunakan metode Fenton, UV-Fenton serta ozonisasi.

f. Koagulasi dan Flokulasi

Proses pemurnian air dengan menggunakan zat koagulan atau flokulan merupakan salah satu metode pengolahan air yang umumnya dilakukan pada bagian awal dari sistem pengolahan air. Penambahan zat koagulan atau flokulan tersebut bertujuan untuk membentuk agregat yang membentuk gumpalan yang terikat satu sama lain yaitu antara koagulan atau flokulan tersebut dengan partikel polutan yang menjadi target eliminasi.

#### g. Penggunaan Mikroorganisme

Pemanfaatan mikroorganisme merupakan pengolahan limbah cair secara biologi. Mikroorganisme tersebut biasanya adalah bakteri baik yang bersifat aerob atau anaerob. Umumnya dilakukan dengan dua sistem yaitu *suspended growth system* dan *fixed film systems*. Pada pertumbuhan mikroorganisme dalam *suspended growth system*, mikroorganisme hidup di dalam air limbah dengan bantuan aliran udara (oksigen) yang dihasilkan oleh distributor oksigen yang diletakan di dasar bak penampungan atau kolam limbah sehingga terjadi percampuran yang merata antara mikroorganisme dengan air limbah. Limbah cair yang dialirkan melakukan kontak dengan lapisan biomassa yang dapat mengoksidasi polutan organik dan solid yang tersuspensi dalam limbah.

#### 5. Limbah Industri Tahu

Limbah industri tahu dapat berupa limbah padat maupun limbah cair. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, limbah ini kebanyakan dijual dan diolah menjadi tempe gembus dan pakan ternak. Sedangkan limbah cairnya dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu volumenya cukup tinggi. Limbah cair tahu dengan karakteristik mengandung bahan organik tinggi dan kadar BOD, COD, TSS yang cukup tinggi pula, jika langsung dibuang ke badan air, maka akan menurunkan daya dukung lingkungan pada perairan tersebut. Padatan tersuspensi dan terlarut dapat mengalami perubahan fisika, kimia, dan biologi yang menghasilkan zat beracun atau menyebabkan tumbuhnya bakteri yang dapat berupa bakteri penyakit atau bakteri lain yang berbahaya bagi produk tahu itu sendiri dan bagi tubuh manusia. Jika limbah cair ini sering dibuang langsung ke lingkungan tanpa

dilakukan pengolahan terlebih dahulu, maka dapat menimbulkan bau yang tidak sedap dan mencemari lingkungan. (Sayow et al., 2020)

#### 6. Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu

Pengetahuan tentang karakteristik limbah tahu sangat penting karena untuk menentukan teknologi apa yang harus dipilih dalam penanganan limbah. Metode penanganan limbah yang telah berhasil pada suatu industri belum tentu berhasil diaplikasikan untuk industri lainnya. Karakteristik limbah cair tahu antara lain Parameter fisik. Sifat fisik suatu limbah ditentukan berdasarkan jumlah padatan terlarut, tersuspensi dan total padatan, alkalinitas, kekeruhan, warna, salinitas, daya hantar listrik, bau dan temperatur. (Sayow et al., 2020)

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

Total Suspended Solid atau padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen, seperti bahan-bahan Organik tertentu, tanah liat, limbah dan lainnya. Partikel menurunkan intensitas cahaya yang tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran hewan, sisa tanaman dan hewan, kotoran manusia dan limbah industri

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

Total Dissolved Solid atau padatan terlarut adalah padatan-padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi. Bahan-bahan terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan

##### 3) Bau

Sifat bau limbah disebabkan karena zat-zat organik yang telah terurai dalam limbah mengeluarkan gas-gas seperti sulfida atau

amoniak yang menimbulkan bau tidak enak bagi penciuman disebabkan adanya campuran dari nitrogen, sulfur dan fosfor yang berasal dari pembusukan protein yang dikandung limbah.

#### 4) Temperatur

Limbah yang mempunyai temperatur panas yang akan mengganggu pertumbuhan biota tertentu. Temperatur limbah cair tahu dan tempe biasanya tinggi (60 – 80 OC) karena proses pembuatan tahu dan tempe butuh suhu tinggi pada saat penggumpalan dan penyaringan

#### 5) Warna

Proses ini merugikan karena air buangan berubah menjadi warna hitam dan busuk yang memberi nilai estetika kurang baik.

#### a. Parameter Kimia

Kandungan bahan kimia yang ada didalam air limbah dapat merugikan lingkungan dengan melalui berbagai cara. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta akan mengakibatkan bau. Adapun bahan kimia yang penting yang ada di dalam air limbah adalah, pH, Biological Oksigen Demand (BOD), Chemical Oksigen Demand (COD)

1) pH Keasaman ditetapkan berdasarkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hydrogen dalam air. Air buangan yang mempunyai pH terlalu tinggi atau rendah menjadikan air steril dan sebagai akibatnya membunuh mikroorganisme air yang diperlukan untuk keperluan biota tertentu. Limbah cair tahu mengandung asam cuka sisa proses penggumpalan dan perendaman tahu dan tempe sehingga limbah cair tahu bersifat asam. Pada kondisi asam ini terlepas zat-zat yang mudah menjadi gas

2) Biochemical Oxygen Demand (BOD) Biochemical Oxygen Demand merupakan ukuran jumlah zat organik yang dapat dioksidasi oleh bakteri aerob/jumlah oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi sejumlah tertentu zat organik dalam keadaan

aerob. BOD5 merupakan salah satu indikator pencemaran organik pada suatu perairan. Perairan dengan nilai BOD tinggi mengindikasikan bahwa air tersebut tercemar oleh bahan organik. BOD biasanya dihitung dalam 5 hari pada suhu 20°C. Nilai BOD yang tinggi dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut

3) Chemical Oxygen Demand (COD) COD sebagai jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi maupun yang sukar didegradasi menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O

b. Parameter biologis

Bakteri koliform merupakan golongan mikroorganisme yang lazim digunakan sebagai indikator, di mana bakteri ini dapat menjadi sinyal untuk menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak. Berdasarkan penelitian, bakteri koliform ini menghasilkan zat etionin yang dapat menyebabkan kanker.

7. Dampak Limbah Cair Industri Tahu

Pencemaran air akibat buangan limbah cair mempunyai beberapa manifestasi, seperti dampaknya terhadap sifat fisik badan air, dampaknya terhadap kehidupan fauna dan flora dalam air, dampaknya terhadap lingkungan secara umum.

Limbah cair yang dihasilkan oleh suatu industri dapat berdampak negatif terhadap keseimbangan lingkungan jika dibuang ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu. Pencemaran lingkungan dapat menimbulkan akibat yang sangat beragam tergantung pada sifat limbah, jenis, volume, oksidator, toksin atau bahan iritan. Jika jumlah senyawa yang terkandung dalam limbah melebihi kadar yang ditetapkan maka air tidak dapat dipergunakan untuk keperluan sebagaimana mestinya.

Akibat pembuangan limbah cair ke badan air dapat ditandai dengan perubahan keadaan badan air tersebut, seperti :

- a. Naik / turunnya keasaman air
- b. Terjadi perubahan sifat fisis air, misalnya air menjadi keruh ataupun berbau
- c. Tertutupnya permukaan air oleh lapisan yang terapung, misalnya berupa minyak dan lemak
- d. Meningkatnya kandungan bahan-bahan organik maupun bahan-bahan anorganik dalam air
- e. Meningkatnya jumlah padatan tersuspensi dalam air

Terjadinya perubahan sifat fisika dan kimia oleh suatu badan air yang disebabkan oleh buangan limbah cair yang mengandung bahan-bahan beracun dan berbahaya, antara lain : senyawa merkuri, arsen, amoniak, barium khorium, tembaga, hidrokarbon, aluminium dan lain-lain, dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi (Siagian, 2014)

#### 8. Proses Pengolahan Limbah Cair Tahu

Limbah cair diklasifikasikan dalam empat kelompok diantaranya yaitu: Limbah cair domestik rumah tangga (domestic wastewater), Limbah cair industri (industrial wastewater), Rembesan dan luapan (infiltration and inflow), Air hujan (storm water) (Umroningsih, 2022)

Proses pengolahan tahu dapat menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa ampas tahu dapat diolah dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan bahan oncom atau pakan ternak. Sementara itu, limbah cair produksi tahu yang berasal dari proses pencucian, perendaman kedelai, perebusan, penyaringan, pengepresan, dan pencetakan tahu serta pencucian alat dan lantai masih mempunyai resiko pada pencemaran lingkungan (Samsudin et al., 2018)

#### 9. Peraturan Gubernur Nomor 72 Tahun 2013

Sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah No. 72 Tahun 2013, yang secara khusus berkaitan dengan Standar Mutu Air Limbah (PP Gub No. 72 Tahun 2013), standar yang telah ditetapkan untuk kualitas air limbah yang dihasilkan oleh industri dan/atau kegiatan

usaha lainnya, khususnya dalam konteks pengolahan kedelai, berfungsi sebagai tolak ukur penting untuk menentukan konsentrasi maksimum atau tingkat zat yang dianggap polutan, serta jumlah yang dapat diterima dari polutan tersebut yang dapat hadir dalam air limbah. Standar-standar ini secara efektif menetapkan ambang batas di mana keberadaan unsur-unsur pencemar dalam air limbah tidak lagi dianggap dapat ditoleransi. Perlu dicatat bahwa standar mutu spesifik limbah industri yang dihasilkan oleh produksi tempe di wilayah Jawa Timur diatur dengan ketat oleh Peraturan Nomor 72 Tahun 2013 tentang Standar Mutu Air Limbah Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Untuk lebih menguraikan masalah ini, seseorang dapat merujuk pada informasi terperinci yang disajikan dalam Tabel, yang memberikan gambaran komprehensif tentang standar kualitas yang disebutkan di atas.

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI KECAP, TAHU DAN TEMPE			
	Kecap	Tahu	Tempe
Parameter	Kadar maksimum (mg/L)	Kadar maksimum (mg/L)	Kadar maksimum (mg/L)
BOD5	150	150	150
COD	300	300	300
TSS	100	100	100
pH	6,0 - 9,0		
Volume Air Limbah Maksimum (M <sup>3</sup> /ton kedelai)	10	20	10

Sumber : (Gubernur, 2014)

**Gambar II. 1** Standart Baku Mutu Air Limbah untuk Industri

#### 10. Koagulasi

Dalam pengolahan air baku khususnya pada air yang keruh diperlukan penjernihan yang sesuai dengan selera bagi pengguna air olahan tersebut menjadi air minum. Upaya memperoleh air jernih dari sumber air baku yang memiliki kekeruhan tertentu adalah dengan menggunakan bahan kimia bersifat reagen yang mampu mengubah sifat larutan menjadi air yang tidak mengandung unsur yang tidak dikehendaki

antara lain solid tersuspensi, koloid dan partikel halus lain yang terlarut dalam air seperti mineral dan ion elemen kimia. Koagulasi dan flokulasi adalah proses kimia yang lazim dilakukan pada penjernihan air baik dalam skala kecil maupun besar. Koagulasi dapat diartikan sebagai berikut :

- a. Penambahan dan pengadukan cepat koagulan yang menghasilkan destabilisasi koloid dan suspended solid
- b. Menghilangkan kestabilan koloid dengan prinsip netralisasi melalui penambahan koagulan elektrolit
- c. Destabilisasi muatan koloid dan suspended solid termasuk bakteri dan virus oleh koagulan

Pengadukan cepat ini dilakukan dalam waktu yang singkat, biasanya kurang dari 1 menit. Dalam waktu yang singkat sesudah adanya penambahan koagulan dan pengadukan cepat terjadi reaksi fisika-kimia yang menghasilkan mikroflok dengan proses destabilisasi. Tujuan pengadukan cepat adalah untuk mempercepat dan menyeragamkan penyebaran zat kimia/koagulan melalui air yang diolah

Koagulasi, proses penting untuk mengolah air limbah, melibatkan destabilisasi partikel koloid. Di sisi lain, flokulasi mewakili tahap lanjut koagulasi, di mana partikel yang tidak stabil bergabung untuk membentuk entitas yang lebih besar. Dalam bidang koagulasi-flokulasi, empat metode destabilisasi partikel yang berbeda muncul, yaitu kompresi lapisan ganda, netralisasi muatan, endapan jebakan, dan jembatan partikel. Selain itu, efektivitas metode koagulasi-flokulasi itu sendiri tunduk pada pengaruh berbagai faktor, termasuk jenis koagulan yang digunakan, dosis koagulan tersebut, pH sistem, dan kecepatan pengadukan. Faktor-faktor yang disebutkan di atas memainkan peran penting dalam menentukan keberhasilan proses koagulasi-flokulasi. Akibatnya, dalam konteks proses koagulasi flokulasi, pengenalan koagulan yang membantu pengendapan partikel menjadi penting.



Koagulan ini, dengan menghasilkan pembentukan partikel yang lebih besar, pada akhirnya menyebabkan pengendapannya. (Wahyuni et al., 2016)

Berdasarkan dengan klasifikasi koagulan, dapat diamati bahwa ada dua jenis yang berbeda, khususnya koagulan kimia dan koagulan alami. Yang pertama, koagulan kimia, adalah koagulan yang menggunakan bahan kimia, yang biasanya terdiri dari logam. Di zaman kita sekarang, ada lonjakan nyata dalam upaya penelitian sehubungan dengan produksi dan pemanfaatan koagulan alami yang berasal dari sumber daya alam berkelanjutan, seperti tumbuhan, hewan, dan bahkan mikroorganisme. (Martina et al., 2018)

Proses koagulasi, yang merupakan bagian integral dari metode pengolahan kimia, melibatkan pengumpulan partikel yang membentuk kekeruhan, yang tidak dapat dihilangkan dengan gravitasi saja, menjadi partikel yang lebih besar, sehingga memungkinkan pengendapannya melalui pengenalan bahan kimia koagulan. Tantangan utama yang dihadapi dalam proses koagulasi ini terletak pada menentukan dosis ideal koagulan (zat yang mendorong pengendapan), seperti aluminium sulfat atau tawas, yang tidak secara konsisten menunjukkan hubungan linier dengan kekeruhan air selama tahap akhir koagulasi. Secara historis, metode Yartest telah digunakan untuk menilai tingkat kekeruhan itu sendiri. (Permatasari & Apriliani, 2013)

#### 11. Flokulasi

Flokulasi, proses mendasar di banyak bidang ilmiah, memerlukan penggabungan inti kawanan, yang mengacu pada sekelompok partikel atau molekul, menjadi flok yang lebih besar, massa terstruktur yang terdiri dari partikel-partikel ini. Konsep flokulasi yang lebih luas mencakup dua proses yang terkait erat, yaitu koagulasi dan flokulasi. Proses-proses ini melibatkan destabilisasi muatan yang dibawa oleh partikel, sebuah fenomena yang disebabkan oleh masuknya koagulan.

Untuk mengacaukan partikel secara efektif, diperlukan jumlah energi yang cukup dalam bentuk aliran turbulen, yang mengharuskan adanya agitasi. Agitasi ini memfasilitasi dispersi pusat-pusat aktif partikel yang tidak stabil, yang hadir berlimpah karena pengadukan cepat, dan memungkinkan mereka untuk bertransisi menjadi partikel yang lebih stabil. Selanjutnya, ketika agitasi secara bertahap melambat, pembentukan flok-flok besar, yang ditandai dengan penggabungan beberapa flok, terjadi. Proses deposisi flok-flok yang rumit ini terjadi di bawah pengaruh agitasi yang lambat dan disengaja, yang pada akhirnya mengarah pada pembentukan struktur yang kohesif dan stabil.

Perubahan warna dapat dieksekusi secara efektif dengan cara pemrosesan kimia, di mana prosedur koagulasi dan flokulasi digunakan. Proses yang disebutkan di atas, yang dikenal sebagai koagulasi dan flokulasi, memerlukan penggabungan berbagai bahan kimia melalui gerakan pengadukan yang cepat, yang kemudian diikuti oleh gerakan pengadukan yang lebih lambat untuk menghasilkan massa kohesif yang pada akhirnya akan mengendap.

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

Total suspended solids TSS (*Total Suspended Solid*), yang didefinisikan sebagai partikel yang tetap dalam suspensi dalam air daripada mengendap di dasar, sebenarnya adalah bahan sedimen yang memiliki karakteristik apung dan tetap mengapung di kolom air. Kolom air ini, yang bergerak dan tidak bersentuhan dengan lantai air, tunduk pada berbagai pengaruh yang menentukan keberadaan dan konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*) Pengaruh ini termasuk input dari darat, seperti limpasan dan erosi, aliran sungai yang mengangkut TSS (*Total Suspended Solid*) ke badan air yang lebih besar, dan faktor oseanografi yang mengatur perilaku dan pergerakan badan air. (Yona et al., 2021)

Tidak adanya tingkat radiasi matahari yang cukup menembus media berair sebagai akibat dari peningkatan konsentrasi Total Suspended Solids TSS

(*Total Suspended Solid*) yang terjadi akan secara signifikan menghambat proliferasi dan perkembangan fitoplankton. Jika badan air menunjukkan nilai TSS (*Total Suspended Solid*) yang tinggi, itu akan selalu mengakibatkan penurunan tingkat produktivitas dalam lingkungan akuatik tersebut. Selain itu, fenomena ini dapat berkorelasi erat dengan proses rumit fotosintesis dan respirasi yang mendasar bagi kelangsungan hidup dan aktivitas metabolisme berbagai organisme yang menghuni ekosistem perairan tersebut. (Winnarsih et al., 2017)

### 13. Yartest

Yartest adalah percobaan ilmiah yang dilakukan untuk memastikan dan menetapkan dosis koagulan yang paling efisien dan efektif yang digunakan dalam prosedur pengolahan air minum. Ketika percobaan ini dilakukan dengan cara yang tepat, itu menghasilkan data dan informasi yang berharga dan praktis yang dapat digunakan oleh operator yang bertanggung jawab atas instalasi untuk mengoptimalkan dan meningkatkan keseluruhan proses pemurnian dan pengolahan air agar aman untuk dikonsumsi. Hasil percobaan ini sangat penting karena memberikan wawasan dan panduan penting kepada operator, memungkinkan mereka untuk memperbaiki dan menyempurnakan proses pengolahan air bersih dan memastikan penyediaan air berkualitas tinggi dan tidak terkontaminasi kepada publik. (Mayasari et al., 2019)

Yartest, metode standar yang banyak digunakan di lapangan, memainkan peran penting dalam memeriksa proses koagulasi. Dengan melakukan tes ini, peneliti dapat mengumpulkan informasi berharga yang meliputi penentuan dosis optimal penambahan koagulan, waktu yang dibutuhkan untuk terjadi presipitasi, dan volume endapan yang terbentuk. Pengujian stoples adalah prosedur penting yang harus dilakukan setiap kali ada perubahan dalam keadaan air, apakah itu karena perubahan musim atau faktor relevan lainnya yang dapat mempengaruhi kualitas air. Stoples uji, komponen penting dari percobaan, terdiri dari enam batang pengaduk,

masing-masing dirancang khusus untuk mengaduk satu gelas yang memiliki kapasitas satu liter.

Penting untuk dicatat bahwa salah satu gelas berfungsi sebagai kontrol, sedangkan kondisi operasi dapat disesuaikan untuk lima cangkir sisanya. Volume setiap gelas secara tepat diukur pada 500 mL. Untuk memastikan keseragaman kecepatan pencampuran di keenam gelas, pengukuran RPM digunakan di bagian atas set toples uji, berfungsi sebagai pengontrol untuk aspek penting dari percobaan ini. Hasil yang diperoleh dari uji Jar memiliki nilai yang signifikan karena berfungsi sebagai titik referensi dalam pemberian dosis koagulan selama proses koagulasi. Melalui hasil inilah para peneliti dapat menentukan jumlah koagulan yang tepat yang diperlukan untuk pemurnian air yang efektif. Percobaan dilakukan dengan dua perlakuan utama, khususnya menggunakan bahan koagulan seperti aluminium sulfat dan poli-aluminium klorida (PAC). Tujuan dari perawatan khusus ini adalah untuk mengeksplorasi dan mengidentifikasi bahan koagulan yang lebih efisien yang dapat digunakan untuk pemurnian air atau limbah yang diteliti. (Sutapa, 2014)

#### 14. Karakteristik Biji Melon

##### a. Tanaman dan klasifikasi

Tanaman melon, yang dicirikan sebagai tanaman semusim yang merambat, memiliki akar tunggang yang meluas ke tanah untuk mencari air dan nutrisi. Batang tanaman ini menunjukkan rona hijau muda yang cerah, berfungsi sebagai indikator visual kesehatan dan vitalitas mereka. Dalam hal proses reproduksinya, melon memiliki potensi untuk menampilkan pembungaan berumah tunggal, di mana bunga jantan muncul di ketiak daun. Bersamaan dengan itu, bunga hermafrodit, yang memiliki struktur reproduksi jantan dan betina, berkembang di cabang lateral. Daun tanaman melon, di sisi lain, menunjukkan morfologi yang agak bulat, bulat telur, atau berbentuk ginjal, berukuran lebarnya sekitar 8-15 cm. Lebih lanjut menambah penampilan uniknya, daun-daun ini mungkin memiliki tepi sudut atau

menampilkan lima hingga tujuh kurva dangkal, memberi mereka daya tarik visual yang khas. (Tiffany, 2016)

Melon merupakan tanaman buah yang tergolong ke dalam famili cucurbitaceae. Tanaman melon termasuk dalam kelas tanaman biji berkeping dua. Klasifikasi tanaman melon adalah sebagai berikut :

*Kingdom : plantae*

*Divisi : SpermatoHyta*

*Subdivisi : Angiospermae*

*Class : Dicotyledonae*

*Ordo : Cucurbitales*

*Famili : Cucurbitaceae*

*Genus : Cucumis*

*Spesies : Cucumis melo L.*



**Gambar II. 2** Biji Melon (*Cucumis melo L.*)

b. Kandungan Biji Melon

Tanaman buah melon menunjukkan spektrum warna mulai dari hijau hingga kuning atau oranye, dan bentuk buahnya sendiri dapat digambarkan bulat atau lonjong. Permukaan buah melon menampilkan beberapa komponen yang berbeda, termasuk endodermis, epidermis, dan mesodermis. Selain itu, kulit melon ditandai dengan ketebalan yang berkisar antara sekitar 1 hingga 2 mm dan memiliki rona coklat muda. Khususnya, satu melon mengandung sejumlah besar biji, diperkirakan sekitar 500 hingga 600 biji. Benih ini diketahui mengandung berbagai unsur nutrisi, seperti karbohidrat, protein, dan

serat. Secara khusus, kandungan karbohidrat biji melon (*Cucumis melo L.*) menyumbang 8,2% dari komposisi keseluruhannya, sedangkan kandungan proteinnya mencapai 28,4%. Selain itu, biji ini mengandung sejumlah besar serat, berukuran 2,7%. (Ningsih, 2020)

Biji melon (*Cucumis melo L.*) mengandung serat, zat besi, magnesium dan protein, setiap 100 gram biji melon (*Cucumis melo L.*) mengandung 31,1 gram protein yang sangat tinggi sehingga biji melon (*Cucumis melo L.*) memiliki sejumlah besar kandungan protein, yang memberi mereka kemampuan untuk secara efektif menghubungkan dan menetralkan partikel koloid yang ada dalam limbah cair yang berasal dari produksi tahu. Kehadiran protein tersebut secara substansif dapat berkontribusi pada proses koagulasi dengan secara efektif mengimbangi dan meniadakan muatan yang ditunjukkan oleh partikel koloid. (Kusniawati et al., 2023)

Kandungan protein yang ada dalam biji. Kandungan protein yang ditemukan di dalam biji melon (*Cucumis melo L.*) berperan sebagai zat koagulan, yang bertanggung jawab untuk proses koagulasi. Koagulasi, dalam istilah biologis, mengacu pada transformasi zat cair atau cair menjadi keadaan menebal atau dipadatkan. Kehadiran protein dalam biji melon (*Cucumis melo L.*) memfasilitasi proses koagulasi ini melalui sifat kimianya dan interaksi dengan molekul atau senyawa lain yang ada di lingkungan sekitarnya. Protein ini memiliki karakteristik spesifik, seperti struktur molekul dan distribusi muatannya, yang memungkinkan mereka untuk mengikat dengan zat lain dan menginduksi proses koagulasi. (Ratnayani, 1997)

c. Manfaat biji melon (*Cucumis melo L.*)

Merupakan biji buah melon (*Cucumis melo L.*) diketahui kaya akan vitamin B1 dan B2. Vitamin ini sangat penting dalam memfasilitasi proses metabolisme minyak dan lemak di dalam tubuh. Selain itu, penting untuk menyoroti fakta bahwa biji buah khusus ini berlimpah dalam beta-karoten dan vitamin C. Kedua nutrisi ini telah

terbukti efektif memerangi kanker dan sangat dihargai karena kemampuannya untuk melawan efek berbahaya dari radikal bebas. Selain itu, perlu disebutkan bahwa kandungan protein yang ditemukan dalam biji melon (*Cucumis melo L*) berfungsi sebagai koagulan, yang dapat memiliki berbagai implikasi fisiologis. Selain itu, penelitian terbaru yang dilakukan pada ekstrak etanol biji melon (*Cucumis meloLl*) telah menjelaskan manfaat potensialnya sebagai agen antibakteri, antioksidan, dan antijamur. Penemuan ini lebih lanjut menekankan sifat multifaset biji melon (*Cucumis melo L*) dan aplikasi potensial mereka di berbagai bidang.

d. Kandungan kimia

1) Flavonoid

Flavonoid merupakan metabolit sekunder, yang sebagian besar terdiri dari bantalan cincin benzopyrone gugus fenolik atau poli-fenolik pada posisi berbeda. Paling sering ditemukan di buah-buahan, herba, batang, sereal, kacang-kacangan, sayuran, bunga dan biji-bijian. (Ullah et al., 2020)

Senyawa metabolit sekunder sering ditemui pada jaringan tanaman. Senyawa ini termasuk salah satu kelompok senyawa fenol dengan struktur kimia C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>. Senyawa ini mempunyai kerangka suatu cincin aromatic A, 1 cincin aromatic B, serta cincin heterosiklik yang berada ditengah, cincin heterosiklik mempunyai kandungan oksigen berbentuk teroksidasi, cincin ini sebagai dasar pembagian flavonoid ke dalam sub-sub kelompoknya. System penomoran dipakai guna membedakan posisi karbon disekitar molekul. (Redha, 1985)

2) Alkaloid

Alkaloid adalah kumpulan komposit kimia alami, yang biasanya terdiri dari atom nitrogen basa. Mengandung beberapa senyawa netral atau asam lemah. Beberapa senyawa sintetik juga dianggap sebagai alkaloid. selaian karbon, nitrogen, atau

hydrogen, alkaloid dapat terdiri dari belerang dan jarang sekali terdiri dari brom, fosfor, atau klor. (Dey et al., 2020)

Alkaloid merupakan keluarga bahan kimia alami yang dapat ditemukan di berbagai tanaman. Alkaloid ialah senyawa dengan sifat basa yang dalam strukturnya terdapat atom nitrogen. Senyawa alkaloid ini bisa kita jumpai pada tumbuhan dibagian daun, ranting, biji, dan kulit batang. Senyawa alkaloid biasanya mengandung satu inti kerangka piridin, quinolone, dan isoquinolon. Secara umum alkaloid dikelompokkan menjadi heterosiklik dan non heterosiklik. Tumbuhan merupakan bagian terbesar yang memiliki senyawa alkaloid terutama dibagian angiosperm, pada 20% angiosperm memiliki alkaloid (Pannmed et al., 2023)

### 3) Saponin

Saponin adalah beragama kelompok metabolit sekunder tumbuhan alami yang terdapat dalam berbagai makanan mulai dari biji-bijian, kacang-kacangan, dan daun hijau hingga makhluk laut. Terdiri dari bagian gula hidrofilik yang dihubungkan dengan aglikon, lipofilik, menghasilkan sifat amifilik dan sifat fungsional yang unik. (Timilsena et al., 2023)

Saponin merupakan golongan senyawa yang ada di bahan alam yang mempunyai sifat amifilik dan memiliki aktivitas menurunkan tegangan permukaan. Senyawa sabun yang dapat menyebabkan kerusakan ikatan hidrogen pada air disebabkan karena adanya penurunan tegangan permukaan tersebut. Saponin memiliki manfaat diantaranya sebagai anti fungi, anti bakteri, anti inflamasi, serta dapat menyembuhkan penyakit disentri, diare dan bisul. Saponin terdiri dari struktur kimia glikosida yang tersusun dari glikon dan aglikon. Dalam aglikon terdapat bagian sapogenin, sedangkan bagian glikon yaitu gugus



gula meliputi fruktosa, glukosa, serta jenis gula yang lain.  
(Nurzaman, 2018)

#### 15. Pengertian Anova

Anova adalah sinonim dari analisis varians terjemahan dari analysis of variance, sehingga banyak orang menyebutnya dengan anova. Anova merupakan bagian dari metoda analisis statistika yang tergolong analisis komparatif lebih dari dua rata-rata. Jika kita menguji hipotesis nol bahwa rata-rata dua buah kelompok tidak berbeda, teknik anova dan uji-t (uji dua pihak) akan menghasilkan kesimpulan yang sama; keduanya akan menolak atau menerima hipotesis nol. Dalam hal ini, statistik F pada derajat kebebasan 1 dan  $n-k$  akan sama dengan kuadrat dari statistik t. Anova digunakan untuk menguji perbedaan antara sejumlah rata-rata populasi dengan cara membandingkan variansinya.

Dinamakan analisis varians satu arah, karena analisisnya menggunakan varians dan data hasil pengamatan merupakan pengaruh satu faktor. Dari tiap populasi secara independen kita ambil sebuah sampel acak, berukuran  $n_1$  dari populasi kesatu,  $n_2$  dari populasi kedua dan seterusnya berukuran  $n_k$  dari populasi ke  $k$ . Data sampel akan dinyatakan dengan  $Y_{ij}$  yang berarti data ke- $j$  dalam sampel yang diambil dari populasi

Anova satu jalur yaitu analisis yang melibatkan hanya satu peubah bebas. Secara rinci, Anova satu jalur digunakan dalam suatu penelitian yang memiliki ciri-ciri berikut:

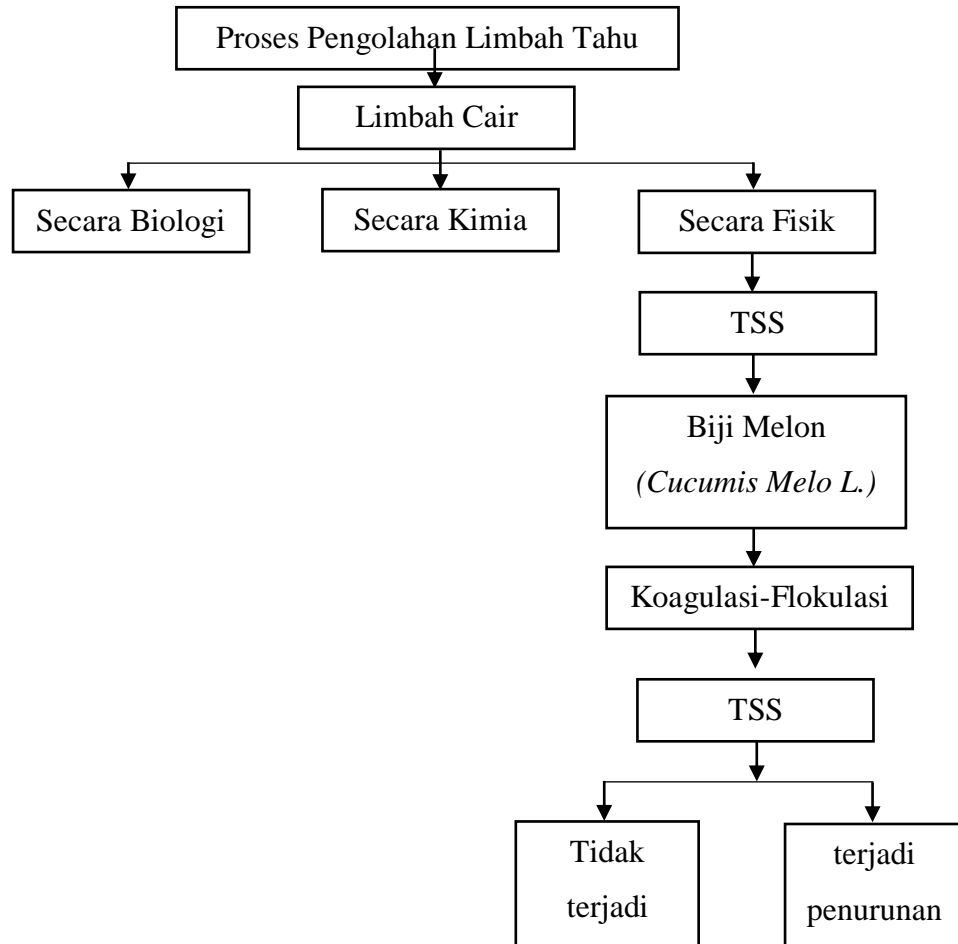
Melibatkan hanya satu peubah bebas dengan dua kategori atau lebih yang dipilih dan ditentukan oleh peneliti secara tidak acak. Kategori yang dipilih disebut tidak acak karena peneliti tidak bermaksud menggeneralisasikan hasilnya ke kategori lain di luar yang diteliti pada peubah itu. Sebagai contoh, peubah jenis kelamin hanya terdiri atas dua ketgori (pria/wanita), atau peneliti hendak membandingkan keberhasilan antara Metode A, B, dan C dalam meningkatkan semangat belajar tanpa

bermaksud menggeneralisasikan ke metode lain di luar ketiga metode tersebut.

- a. Perbedaan antara kategori atau tingkatan pada peubah bebas dapat bersifat kualitatif atau kuantitatif.
- b. Setiap subjek merupakan anggota dari hanya satu kelompok pada peubah bebas, dan dipilih secara acak dari populasi tertentu. Tujuan dari uji anova satu jalur adalah untuk membandingkan lebih dari dua rata-rata. Sedangkan gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi. Maksudnya dari signifikansi hasil penelitian. Jika terbukti berbeda berarti kedua sampel tersebut dapat digeneralisasikan (data sampel dianggap dapat mewakili populasi). Anova satu jalur dapat melihat perbandingan lebih dari dua kelompok data. (Setiawan, 2019).

### C. Kerangka Teori

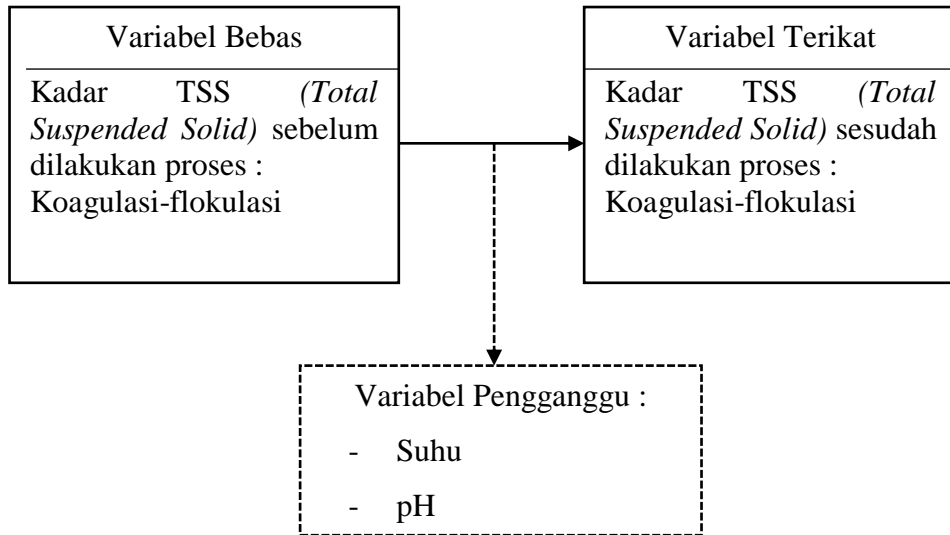
Kerangka teori pengaruh biji melon (*Cucumis melo L*) Terhadap Penurunan Kadar TSS Air Limbah Industri Tahu Dari Penelitian Adalah Sebagai Berikut :



Gambar II. 3 Kerangka Teori

#### D. Kerangka Konsep

Kerangka konsep dari penelitian teori pengaruh biji melon (*Cucumis melo L.*) Terhadap Penurunan Kadar TSS Air Limbah Industri Tahu Dari Penelitian Adalah Sebagai Berikut :



**Gambar II. 4** Kerangka Konsep