

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air adalah kebutuhan dasar untuk kehidupan manusia, terutama untuk digunakan sebagai air minum, memasak makanan, mencuci, mandi, dan sanitasi. Ketersediaan air bersih merupakan hal yang selayaknya diprioritaskan oleh pemerintah untuk memenuhi kebutuhan masyarakat baik di perkotaan maupun di pedesaan. Hingga saat ini penyediaan air bersih oleh pemerintah menghadapi keterbatasan baik sumber air, sumber daya manusia, maupun dana. di daerah perkotaan, pada umumnya sumber air baku berasal dari air tanah dangkal dan PDAM. Sementara itu di daerah pedesaan air baku berasal dari sungai atau sumur air tanah dangkal.

2.1.1 Kualitas Air

Standar kualitas air adalah batas operasional dan kriteria kualitas air dengan memasukkan pertimbangan non teknis, misalnya target atau tingkat kualitas produksi, tingkat kesehatan yang ada dan teknologi yang tersedia. Adapun syarat-syarat kualitas air bersih adalah sebagai berikut:

a. **Persyaratan biologis**

Persyaratan biologis berarti air bersih tersebut tidak mengandung mikroorganisme yang nantinya menjadi infiltran dalam tubuh manusia.

b. Persyaratan fisika

Persyaratan fisika air bersih terdiri dari kondisi fisik air pada umumnya, yakni derajat keasaman (pH), suhu, kejernihan, warna dan bau. Aspek fisik ini sesungguhnya selain penting untuk aspek kesehatan juga langsung dapat terkait dengan kualitas fisik air seperti suhu dan warna.

c. Persyaratan kimia

Persyaratan kimia menjadi sangat penting karena banyak sekali kandungan kimiawi air yang memberi akibat buruk pada kesehatan, karena tidak sesuai dengan proses biokimia tubuh. Bahan kimia seperti logam berat dapat menyebabkan gangguan pada tubuh manusia karena dapat berubah menjadi racun dalam tubuh.

d. Persyaratan radio aktif

Persyaratan radioaktif sering juga dimasukkan sebagai bagian dari persyaratan fisik, namun sering dipisahkan karena jenis pemeriksaannya sangat berbeda .

2.1.2 Penggolongan Air

Adapun penggolongan air berdasarkan letak air dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

a. Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan air tanah yang meresap kedalam tanah dan bergabung dalam pori-pori tanah yang terdapat pada lapisan tanah yang biasanya disebut aquifer.

b. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir dipermukaan bumi. pada umumnya air permukaan ini akan mengalami penurunan kualitas selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang kayu, daun-daun, limbah industri dan sebagainya.

c. Air Hujan

Air hujan adalah uap air yang sudah mengalami kondensasi, kemudian jatuh kebumi berbentuk air, dimana air hujan juga dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga, pertanian, dan lain-lain.

d. Air Laut

Air laut adalah air yang mempunyai sifat asing yang mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air larut 3%, dengan keadaan ini maka air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum.

2.1.3 Pencemaran Air

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Kadar Residu Tersuspensi yaitu 50 mg/L, air juga dapat terkontaminasi dari beberapa sumber pencemaran. Sumber utama pencemaran air ialah bahan kimia organik yang di simpan dan di buang kesungai, dan penampungan limbah industri yang ditampung atau yang terdapat disekitar sumber air indikator atau tanda bahwa air dilingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati dan digolongkan menjadi :

- a. Pengamatan secara fisis, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan tingkat kejernihan air, perubahan suhu, warna, dan adanya perubahan bau atau rasa.
- b. Pengamatan secara kimiawi, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan zat kimia yang terlarut (perubahan pH).
- c. Pengamatan biologis, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan mikroorganisme yang ada dalam air, terutama ada tidaknya patogen.

Air tanah dapat terkontaminasi dari beberapa sumber pencemar. Dua sumber utama kontaminasi air tanah ialah kebocoran bahan kimia organik dari penyimpanan bahan kimia dalam bunker yang disimpan dalam tanah, dan penampungan limbah industri yang ditampung dalam kolam besar diatas atau didekat sumber air.

2.2 Kelor (*Moringa oliefera*)

Moringa oliefera di Indonesia dikenal sebagai kelor. Tumbuhan ini termasuk jenis tumbuhan perdu yang dapat memiliki ketinggian batang 7 -11 meter. Pohon kelor tidak terlalu besar. Batang kayunya getas (mudah patah) dan cabangnya jarang tetapi mempunyai akar yang kuat. Batang pokoknya berwarna kelabu. Daunnya berbentuk bulat telur dengan ukuran kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai. Kelor dapat berkembang biak dengan baik pada daerah yang mempunyai ketinggian tanah 300-500 meter di atas permukaan laut. Bunganya berwarna putih kekuning-kuningan dan tudung pelepah bunganya berwarna hijau. Bunga kelor keluar sepanjang tahun dengan

aroma bau semerbak. Buah kelor berbentuk segi tiga memanjang. Buahnya berbentuk seperti kacang panjang berwarna hijau dan keras serta memiliki panjang 120 cm. Bunga kelor berupa malai yang keluar dari ketiak daun, sedangkan buahnya menggantung sepanjang 20-45 cm dan isinya sederetan biji bulat, tetapi bersayap tiga (Schwarz, 2000).

Klasifikasi Kelor (*Moringa oliefera*)

Kingdom	: Plantae
Ordo	: Brassicales
Family	: Moringaceae
Genus	: Moringa
Species	: <i>Moringa oliefera</i>

Budidaya tanaman kelor tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit dan dapat tahan pada musim kering yang panjang. Cepat tumbuh sampai ketinggian 4-10 meter, berbunga, dan menghasilkan buah hanya dalam waktu 1 tahun sejak ditanam. Tanaman tersebut tumbuh cepat baik dari biji maupun dari stek, juga dapat tumbuh pada lahan yang gersang dan tidak subur. Sehingga baik bila dikembangkan di lahan-lahan kritis yang mengalami musim kekeringan yang panjang (Schwarz, 2000).

Tanaman kelor ini bermanfaat dan berkhasiat sebagai obat tradisional, karena mengandung beberapa zat kimia untuk menyembuhkan penyakit. Daun kelor mengandung alkaloid moringin, moringinan, dan pterigospermin. Kemudian gomnya mengandung arabinosa, galaktan, asam glukonat, dan

ramnosa, sedangkan bijinya mengandung asam palmitat, stearat, linoleat, oleat, lignoserat.

Analisis nutrisi yang telah dilakukan pada daun kelor menunjukkan bahwa daun kelor kaya akan nutrisi esensial. Konsentrat daun kelor kering mengandung nilai nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan wortel dan bayam. Vitamin A yang terdapat pada daun kelor berupa prekursor, yaitu karoten. Bentuk ini lebih efektif karena usus menyerap vitamin A dalam bentuk karoten (Dolcas Biotech, 2008). Madsen dan Dchlundt serta Grabow menunjukkan bahwa serbuk biji kelor mampu menumpas bakteri *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* dan *Salmonella typhimurium*.

Pada kondisi kecepatan pengadukan yang tepat, partikulat-partikulat bermuatan negatif yang sudah terikat, ukurannya akan membesar dan membentuk flok. Flok ini bisa diendapkan dengan gravitasi atau dihilangkan dengan filtrasi. Seperti koagulan lainnya, kemampuan biji kelor (*Moringa oleifera*) untuk menjernihkan air dapat bervariasi, tergantung dari keadaan air yang akan diproses.

Efektifitas koagulasi oleh biji kelor ditentukan oleh kandungan protein kationik bertegangan rapat dengan berat molekul sekitar 6,5 kDalton. Elusi NaCl pada pengujian elektroforesis terhadap protein yang terkandung dalam *Moringa oleifera* menunjukkan kandungan protein ini 79.3% bersifat kationik dan 20.7% bersifat anionik (Sahni dan Srivastava, 2008).

Potensial zeta larutan 5% biji kelor tanpa kulit adalah sekitar +6 mV. Hal ini menunjukkan bahwa larutan ini didominasi oleh tegangan positif

meskipun merupakan campuran heterogen yang kompleks. Potensial zeta air limbah adalah

sekitar -46 mV. Akibatnya, koagulasi partikel tersuspensi dengan biji kelor dipengaruhi oleh proses destabilisasi tegangan negatif koloid oleh polielektrolit kationik (Broin, 2002).

2.3 Koagulasi dan Flokulasi

2.3.1 Pengertian Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi adalah proses penggumpalan partikel koloid karena penambahan bahan sintetik tertentu sehingga partikel-partikel tersebut bersifat netral dan membentuk endapan karena adanya gaya grafitasi. Koagulasi secara kimia dapat dilakukan dengan penambahan elektrolit, pencampuran koloid yang berbeda muatan, dan penambahan koagulan. Salah satu cara pengolahan air adalah melalui proses koagulasi-flokulasi. Pemisahan koloid dapat dilakukan dengan cara penambahan koagulan sintetik ataupun koagulan alami yang diikuti dengan pengadukan lambat pada proses flokulasi sehingga menyebabkan penggumpalan partikel-partikel koloid yang kemudian sebagian besar dapat dipisahkan dengan sedimentasi (Tebbut, 1982). Proses koagulasi-flokulasi dapat menggunakan bahan koagulan sintesis dan alami. Proses koagulasi merupakan proses destabilisasi koloid dengan adanya pembubuhan koagulan.

Flokulasi adalah penyisihan kekeruhan air dengan cara penggumpalan partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar. Pada

proses flokulasi terjadi penggumpalan mikro flok menjadi makro flok yang sudah terbentuk pada proses koagulasi. Menurut Vigneswaran dan Visvanathan (1995) ada tiga mekanisme utama flokulasi, yaitu:

1. Flokulasi Perikinetik

Merupakan penggumpalan yang diakibatkan oleh gerak acak brown dari molekul di dalam larutan. Ketika partikel-partikel bergerak di dalam air akibat gerak Brown, partikel tersebut saling bertabrakan satu sama lain dan pada saat hubungan itulah terjadi pembentukan partikel yang lebih besar dan selanjutnya terus menumpuk.

2. Flokulasi Ortokinetik

Merupakan penggumpalan yang diakibatkan oleh gradien kecepatan dalam cairan. Proses ini membutuhkan pergerakan yang lambat dari partikel di dalam air. Partikel akan dianggap bertabrakan jika jaraknya dekat atau berada dalam daerah yang masih mempunyai pengaruh terhadap partikel lain. Pada proses ini kecepatan pengendapan dari partikel diabaikan. Untuk itu dibutuhkan pergerakan air atau gradient kecepatan untuk menaikkan tumbukan antar partikel.

3. Pengendapan Diferensial

Merupakan terjadinya flokulasi akibat dari kecepatan pengendapan yang berbeda karena adanya perbedaan ukuran partikel. Partikel besar akan lebih cepat mengendap dibandingkan partikel kecil. Hal ini akan membantu flokulasi ortokinetik karena gradien kecepatan yang dihasilkan menyebabkan penggumpalan lebih lanjut.

Selain bahan kimia sintetis, terdapat bahan-bahan alami yang bisa berasal dari tumbuh-tumbuhan tropis yang dapat digunakan sebagai koagulan diantaranya adalah biji kelor (*Moringa oleifera*). Berbagai penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa biji kelor merupakan biokoagulan yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisika-kimia air limbah.

2.3.2 Mekanisme Koagulasi

Koloid berasal dari kata “colla” (Yunani) artinya lengket/lem, karena nampak seperti lapisan film atau bentuk gelatin. Partikel-partikel koloid umumnya berasal dari pasir, tanah liat, sisa tanaman, ganggang, zat organik dan lain-lain. Koloid adalah partikel yang tidak dapat mengendap secara alami. Dengan penambahan suatu pereaksi kimia yang disebut koagulan maka akan membuat keadaan partikel menjadi tidak stabil. Didalam sistem koloid terdapat dua jenis gaya, yaitu gaya Van Der Waals dan gaya tolakan elektrostatis. Stabilitas suspensi koloid tergantung pada kesetimbangan gaya tarik dan gaya tolak. Gaya tolakan elektrostatis yang lebih besar daripada gaya Van Der Waals akan meningkatkan stabilitas suspensi koloid (Pararaja, 2008).

Partikel-partikel koloid memiliki muatan sejenis, maka terjadi gaya tolak-menolak yang mencegah partikel-partikel koloid bergabung dan mengendap akibat gaya gravitasi. Oleh karena itu, selain gerak Brown, muatan koloid juga berperan besar dalam menjaga kestabilan koloid.

Pada awalnya, partikel-partikel koloid mempunyai muatan yang sejenis yang didapatkannya dari ion yang diadsorpsi dari medium pendispersinya. Apabila dalam larutan ditambahkan larutan yang berbeda muatan dengan sistem koloid, maka sistem koloid itu akan menarik muatan yang berbeda tersebut sehingga membentuk lapisan ganda. Lapisan pertama ialah lapisan padat di mana muatan partikel koloid menarik ion-ion dengan muatan berlawanan dari medium pendispersi. Sedangkan lapisan kedua berupa lapisan difusi dimana muatan dari medium pendispersi terdifusi ke partikel koloid. Model lapisan berganda tersebut disebut lapisan ganda Stern. Adanya lapisan ini menyebabkan secara keseluruhan bersifat netral. Jika partikel-partikel koloid tersebut bersifat netral, maka akan terjadi penggumpalan dan pengendapan karena pengaruh gravitasi. Proses penggumpalan dan pengendapan ini disebut koagulasi (Pararaja, 2008).

Energi yang dimiliki koloid adalah jumlah dari energi Van Der Waals dan energi elektrostatis. Supaya suspensi koloid tidak stabil maka perlu untuk melawan energi yang dibawa oleh koloid. Penambahan suatu koagulan akan mengurangi gaya tolakan elektrostatis sehingga larutan koloid tidak stabil dan akan terjadi pengendapan koloid. Penetrasi dari muatan ini merupakan tujuan utama dari suatu proses koagulasi.

Energi listrik yang dimiliki oleh suspensi koloid disebut zeta potensial, energi ini terdapat di permukaan luar partikel flok. Muatan partikel ini saling tolak menolak satu dengan yang lainnya. Tujuan

penambahan koagulan adalah untuk mereduksi gaya tolakan elektrokinetik antar partikel. Penambahan ion positif dari koagulan pada koloid yang bermuatan negatif, misalnya partikel tanah, akan mengurangi tolakan langsung dimana gaya Van Der Waals akan ditiadakan dan partikel akan mengendap (Sudarmo, 2004).

2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi Koagulasi dan Flokulasi

Gaya antar molekul yang diperoleh dari agitasi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap laju terbentuknya partikel flok. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan proses flokulasi adalah pengadukan secara lambat, keadaan ini memberi kesempatan partikel melakukan kontak atau hubungan agar membentuk penggabungan (*agglomeration*). Pengadukan lambat ini dilakukan secara hati-hati karena flok-flok yang besar akan mudah pecah melalui pengadukan dengan kecepatan tinggi.

Dalam pengolahan air, untuk mencapai proses koagulasi-flokulasi yang optimum diperlukan pengaturan semua kondisi yang saling berkaitan dan mempengaruhi proses tersebut. Kondisi-kondisi yang mempengaruhi antara lain adalah pH, suhu, konsentrasi koagulan dan pengadukan.

1. pH

Suatu proses koagulasi dapat berlangsung secara sempurna jika pH yang digunakan berada pada jarak tertentu sesuai dengan pH optimum koagulan dan flokulan yang digunakan.

2. Suhu

Proses koagulasi dapat berkurang pada suhu rendah karena peningkatan viskositas dan perubahan struktur agregat menjadi lebih kecil sehingga dapat lolos dari saringan, sedangkan pada suhu tinggi yang mempunyai kerapatan lebih kecil akan mengalir ke dasar kolam dan merusak timbunan lumpur yang sudah terendap dari proses sedimentasi.

3. Konsentrasi Koagulan

Konsentrasi koagulan sangat berpengaruh terhadap tumbukan partikel sehingga penambahan koagulan harus sesuai dengan kebutuhan untuk membentuk flok-flok. Jika konsentrasi koagulan kurang mengakibatkan tumbukan antar partikel berkurang sehingga mempersulit pembentukan flok. Begitu juga sebaliknya jika konsentrasi koagulan terlalu banyak maka flok tidak terbentuk dengan baik dan dapat menimbulkan kekeruhan kembali.

4. Pengadukan

Pengadukan yang baik diperlukan untuk memperoleh koagulasi dan flokulasi yang optimum. Pengadukan terlalu lamban mengakibatkan waktu pertumbuhan flok menjadi lama, sedangkan jika terlalu cepat mengakibatkan flok-flok yang terbentuk akan pecah kembali (Pararaja, 2008).

2.4 Zat Padat Tersuspensi (TSS)

2.4.1 Dasar Teori

Zat padat tersuspensi dikenal dengan nama lain sebagai zat padat tersuspensi total (*Total Suspended Solids, TSS*) adalah bahan partikulat dalam air yang mengalir atau diam. Partikel – partikel tersebut dapat berupa bahan organik atau anorganik. Adapun manfaat TSS sangat sulit ditentukan, yang jelas nilai TSS yang tinggi dalam air tidak diperkenankan, terutama untuk keperluan minum, perindustrian dan pertanian. TSS didefinisikan sebagai banyaknya (mg/L) zat padat yang tertahan oleh saringan berukuran pori sebesar 0,45 μm dan dikeringkan pada temperatur 103 – 105 $^{\circ}\text{C}$.

Konsentrasi TSS diukur secara gravimetri dengan cara menimbang berat residu dalam contoh yang tertahan pada kertas saring yang berpori 0,45 μm dan telah dikeringkan pada temperatur 103 – 105 $^{\circ}\text{C}$ hingga diperoleh berat tetap. Selisih (pertambahan) berat pada kertas saring menunjukkan padatan tersuspensi total (TSS). (JICA, 2006)

2.4.2 Keberadaan

TSS dalam air dapat berasal dari tanah liat, lumpur, logam tertentu seperti mangan dan zat organik.

2.4.3 Dampak terhadap Kesehatan Manusia dan Lingkungan

1. Dampak terhadap Kesehatan Manusia

Sangat sulit untuk mendapatkan korelasi langsung antara TSS dengan kesehatan manusia. Namun sudah dibuktikan, bahwa berbagai jenis penyakit dapat berasal dari air yang mempunyai nilai TSS dan kekeruhan yang tinggi. Sebagaimana kita ketahui bahwa kekeruhan dalam air mungkin disebabkan oleh mikroorganisme beracun, bahan anorganik terlarut seperti logam berat dan sebagainya. Karena itu tidak diperkenankan air minum mempunyai nilai TSS dan kekeruhan yang tinggi.

2. Dampak terhadap Lingkungan

TSS dan kekeruhan berpengaruh terhadap kehidupan akuatik. Bila TSS disebabkan oleh bahan biodegradasi maka dalam proses biodegradasi mengakibatkan kekurangan oksigen dalam air, sehingga dapat mengakibatkan kematian makhluk air. Dalam jumlah tertentu, TSS berpengaruh terhadap proses fotokimia dalam air laut.

2.4.4 Dasar – dasar penentuan

Dasar – dasar penentuan zat padat tersuspensi (TSS) dengan metode gravimetri dan kekeruhan dengan metode nefelometrik meliputi prinsip analisis, beberapa pengertian dan gangguan.

1. Prinsip Analisis TSS

Menimbang zat padat yang tertahan pada kertas saring yang berpori $0,45 \mu\text{m}$ dan telah dikeringkan pada temperatur $103 - 105 ^\circ\text{C}$ hingga

diperoleh berat tetap. Selisih berat antara kertas saring yang mengandung bahan tersuspensi dan kertas saring kosong adalah banyaknya zat tersuspensi dalam contoh uji.

2. Beberapa pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan penentuan TSS dan kekeruhan adalah sebagai berikut :

- Zat padat tersuspensi (TSS) adalah banyaknya (mg/L) zat padat yang tersuspensi dalam contoh uji dan tertahan oleh saringan berukuran pori sebesar 0,45 μm .
- Pengendalian mutu (*quality control*) adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk memantau kesalahan analisis, baik berupa kesalahan metode, kesalahan manusia, kontaminasi maupun kesalahan sampling dan perjalanan ke laboratorium.
- Kecermatan (presisi) adalah suatu besaran yang menggambarkan kesalahan random dalam analisis. Kecermatan dapat ditentukan dengan mengerjakan analisis contoh secara replikat, deviasi standar, deviasi standar relatif dan kecermatan analisis.

3. Pengganggu dalam penentuan TSS

Pengganggu atau interferences dalam penentuan zat padat tersuspensi adalah sebagai berikut :

- Partikel yang besar, partikel yang mengapung dan zat – zat menggumpal yang tidak dapat tercampur dalam air terlebih dahulu dipisahkan sebelum pengujian.

- Contoh yang mengandung konsentrasi garam tinggi, untuk menghilangkan gangguan ini diperlukan pembilasan yang sempurna dengan air suling setelah contoh disaring.

2.4.5 Cara Pelaksanaan Penentuan TSS

Cara pelaksanaan untuk penentuan zat padat tersuspensi dengan metode gravimetrik meliputi pengambilan contoh uji, perlakuan dan pengawetan contoh uji, analisis, perhitungan dan pengendalian mutu.

1. Pengambilan Contoh Uji

Botol gelas atau pun botol plastik dapat digunakan untuk tempat contoh uji, asalkan tidak ada padatan yang menempel pada dinding botol.

2. Perlakuan dan Pengawetan Contoh Uji

Penentuan kekeruhan harus dilakukan pada hari, saat contoh uji diambil (*in situ*), sedangkan penentuan TSS contoh uji langsung dianalisis setelah pengambilan dan dilakukan di laboratorium. Jika penyimpanan tidak dapat dihindari, maka contoh uji harus disimpan di tempat gelap pada temperatur 4°C paling lama 24 jam. Waktu penyimpanan yang lama harus dihindari karena kemungkinan terjadi perubahan irreversibel pada kekeruhan. Contoh uji harus dikocok sebelum melakukan pengujian.

3. Perhitungan

Penentuan zat padat tersuspensi :

Tentukan konsentrasi zat pada tersuspensi dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{1000}{\text{VSP}} \times B - A$$

Keterangan : A = Berat kertas saring kosong

B = Berat kertas saring setelah penambahan

VSP = Volume sampel

2.5 Tahu

2.5.1 Limbah tahu

Tahu merupakan makanan yang terbuat dari bahan baku kedelai dan prosesnya masih sangat sederhana dan terbatas pada skala rumah tangga (Suryanto, Hartaty, 1994). menyatakan bahwa yang dimaksud dengan tahu adalah makanan padat yang dicetak dari sari kedelai (*Glycine spp*) dengan proses pengendapan protein pada titik isoelektriknya, tanpa atau dengan penambahan zat lain yang diizinkan.

Pembuatan tahu pada prinsipnya dibuat dengan mengekstrak protein, kemudian mengumpulkannya, sehingga terbentuk padatan protein. Cara penggumpalan berupa asam. Bahan penggumpal yang biasa digunakan adalah asam cuka (CH_3COOH), batu tahu ($\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) dan larutan bibit tahu (larutan perasan tahu yang telah diendapkan satu malam).

Pada perubahan proses dari input menjadi output akan menghasilkan sampah. Sampah akan dihasilkan pula dari sisa penggunaan manusia. Sampah apabila diolah dapat dikonversikan akan berguna dan merupakan bahan baku baru untuk input yang lain. Sampah

dapat terdekomposisi atau diurai oleh bakteri menjadi bagian tertentu dan yang tidak dapat terurai akan ditumpuk di alam. Dalam proses pembuatan tahu, bahan baku atau input berupa kedelai dengan bantuan air, akan menghasilkan tahu, sedang hasil sampingnya berupa ampas tahu dan limbah cair berupa *whey*.

Dari proses pembuatan tahu ini dapat diketahui timbulan limbah yang dihasilkan antara lain, limbah padat berupa ampas tahu dan limbah cair. Ampas tahu dapat dikonversikan sebagai bahan makanan ternak dan ikan serta oncom. Sebagian besar sumber limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut air dadih (*whey*), sedang sumber limbah cair lainnya berasal dari pencucian kedelai, pencucian peralatan proses, pemasakan dan larutan bekas rendaman kedelai.

Pada pembuatan tahu secara tradisional akan menghasilkan ampas tahu dengan kandungan protein yang tinggi dibandingkan dengan pengolahan cara mekanis. Kadar protein berdasarkan berat kering di dalam ampas adalah 22%, sedangkan dalam kedelai 38%.

2.5.2 Karakteristik Limbah Cair Tahu

Sebagian besar sumber limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*). Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah cair ini sering

dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari sungai. Sumber limbah cair lainnya berasal dari pencucian kedelai, pencucian peralatan proses, pemasakan dan larutan bekas rendaman kedelai.

Jumlah air limbah tahu yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu kira-kira 15-20 L/Kg bahan baku kedelai, sedangkan beban pencemarannya kira-kira sebesar 30 Kg Total Suspended Solids (TSS)/Kg bahan baku kedelai, Biological Oxygen Demand (BOD) 65 gr/kg bahan baku kedelai dan Chemical Oxygen Demand (COD) 130 gr/kg bahan baku kedelai. (Potter, C. Soeparwadi, M & Gani A. 1994).

Total Suspended Solids (Padatan Total tersuspensi) adalah zat-zat padat tersuspensi yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. *Biological Oxygen Demand* (kebutuhan oksigen biologis) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan atau mengoksidasikan hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air. *Chemical Oxygen Demand* atau kebutuhan oksigen kimia, merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis.

2.5.3 Pengolahan Limbah Cair Industri Secara Biologis

Pengolahan limbah cair industri pada hakekatnya adalah suatu perlakuan tertentu yang harus diberikan pada limbah cair sebelum limbah tersebut terbuang ke lingkungan penerima limbah. Untuk dapat menentukan secara tepat perlakuan yang sebaiknya diberikan pada limbah cair, terlebih dahulu diketahui secara tepat karakteristik dari limbah melalui berbagai penetapan berbagai parameter untuk mengetahui macam dan jenis komponen pencemar serta sifat-sifatnya.

Pengolahan limbah cair meliputi pengolahan fisika, pengolahan kimia dan pengolahan biologis. Pengolahan fisika dilakukan terhadap air limbah dengan kandungan bahan limbah yang dapat dipisahkan secara mekanis langsung. Pengolahan secara kimia merupakan proses dimana perubahan, penguraian atau pemisahan bahan yang tidak diinginkan berlangsung karena mekanisme reaksi kimia.

Proses pengolahan limbah cair secara biologis dilakukan dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme (bakteri, ganggang, protozoa, dll.) untuk menguraikan atau merombak senyawa-senyawa organik dalam air menjadi zat-zat yang lebih sederhana (stabil).

2.6 Jar Test

Untuk mengetahui tingkat kekeruhan suatu sampel air, maka kita bisa menggunakan alat laboratorium yang bernama Jar Test. Jar Test ini juga dapat digunakan untuk mengetahui kinerja koagulasi dan flokulasi secara

simulasi di laboratorium asalkan air yang dilakukan simulasi dengan Jar Test ini adalah air yang benar-benar akan dilakukan pengolahan di lapangan.

Standar ini menetapkan suatu metode pengujian koagulasi flokulasi, termasuk prosedur umum untuk mengevaluasi pengolahan dalam rangka mengurangi bahan-bahan terlarut, koloid, dan yang tidak dapat mengendap dalam air dengan menggunakan bahan kimia dalam proses koagulasi-flokulasi, yang dilanjutkan dengan pengendapan secara gravitasi.

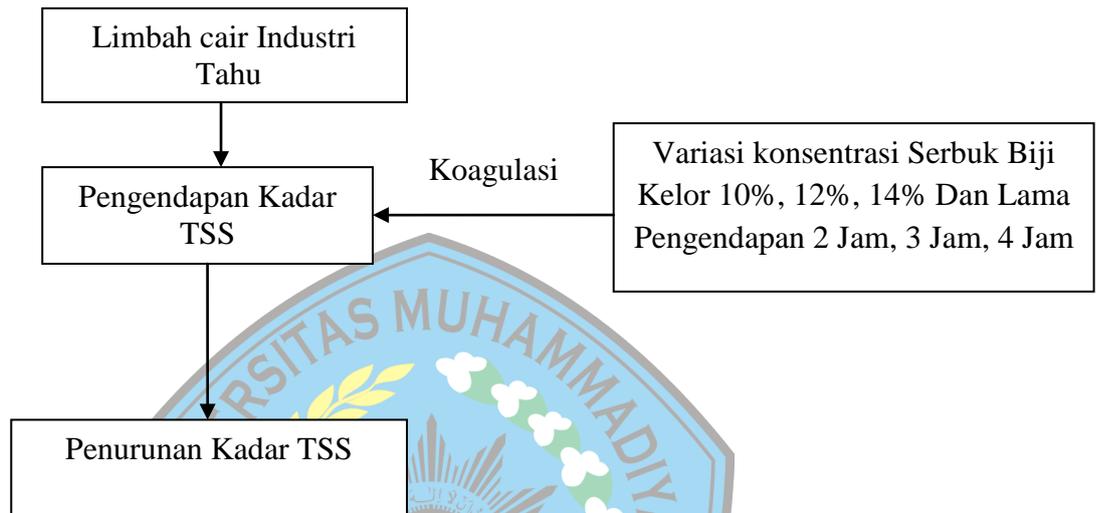


Gambar 2.4 Jar Test
(<http://www.ovan.es/en/products/flocculators/jar-test>)

Metode uji ini digunakan untuk mengevaluasi berbagai jenis koagulan dan koagulan pembantu pada proses pengolahan air tanah dan air limbah. Pengaruh konsentrasi koagulan dan koagulan pembantu dapat juga dievaluasi dengan metode ini. Peralatan yang diperlukan terdiri dari batang pengaduk, gelas kimia, rak pereaksi bahan kimia dan bahan pembantu yang digunakan

untuk larutan dan suspensi pengujian. Tersedia juga alat yang terintegrasi dan lebih modern yang diperuntukkan khusus pengujian dengan metode *jar test*.

2.7 Kerangka Teori



Gambar 2.5 Kerangka Teori

2.8 Kerangka Konsep



Gambar 2.6 Kerangka Konsep

2.9 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan pemikiran yang terdapat dalam kerangka konsep, maka hipotesis penelitian adalah terdapat pengaruh variasi konsentrasi serbuk biji kelor dan variasi waktu pengendapan terhadap penurunan kadar zat padat tersuspensi (TSS) dalam limbah cair tahu.

