

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air Limbah Rumah Tangga/ Limbah Domestik

1. Definisi Air Limbah Rumah Tangga

“Air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair”⁽¹⁶⁾. Air limbah domestik adalah air bekas yang sudah tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula baik yang mengandung kotoran manusia (tinja), aktifitas dapur, kamar mandi, serta mencuci. Kandungan pada air limbah domestik lebih dari 90% cairan. Zat-zat yang ada di dalam air buangan diantaranya adalah unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut seperti protein, karbohidrat, dan lemak dan juga unsur-unsur anorganik seperti butiran garam, dan metal serta mikroorganisme⁽¹⁷⁾. “Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia⁽¹⁸⁾. Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan pemukiman (real estate), rumah makan (restaurant), perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama⁽¹⁹⁾. Ada 5 cara pembuangan air limbah rumah tangga, yaitu⁽²⁰⁾:

- a. Pembuangan umum yaitu dengan tempat penampungan air limbah yang terletak di halaman
- b. Untuk menyiram tanaman di kebun
- c. Dibuang ke peresapan
- d. Dialirkan pada saluran terbuka
- e. Dialirkan pada saluran tertutup atau selokan

2. Sumber Air Limbah

Air limbah didapatkan dari banyak kegiatan serta aktifitas yang secara garis besar dapat dikelompokkan sebagai berikut⁽⁵⁾:

- a. Air buangan kegiatan rumah tangga (*domestic wastes water*)

Air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri dari ekskreta (tinja dan air seni), air

bekas cucian dapur serta kamar mandi, dan pada umumnya terdiri dari bahan organik. Pada air limbah rumah tangga terdiri dari 3 fraksi penting yaitu tinja atau biasa disebut dengan *feces* berpotensi mengandung mikroba patogen, air seni atau urine pada umumnya mengandung nitrogen serta fosfor serta adanya kemungkinan kecil mengandung mikroorganisme, kemudian ada *grey water* atau biasa disebut dengan *sullage* yaitu air bekas cucian dapur, air bekas cucian pakaian, serta dari kamar mandi ⁽⁶⁾. Mikroba patogen banyak ditemukan pada *excreta* (campuran *feces* dan urine). *Excreta* yang sudah tercampur dengan air bilasan toilet disebut dengan *black water*. *Excreta* ini merupakan cara transport utama pada penyakit bawaan air.

b. Air buangan industri (*industrial wastes water*)

Air limbah ini berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi. Zat-zat yang terkandung di dalamnya sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri, antara lain: nitrogen, sulfida, amoniak, lemak, garam-garam, zat pewarna, mineral, logam berat, zat pelarut, dan sebagainya. Oleh sebab itu, pengolahan jenis air limbah ini, agar tidak menimbulkan polusi lingkungan menjadi lebih rumit.

c. Air Buangan Kotapraja (*municipal wastes water*)

Air buangan yang berasal dari daerah: perkantoran, perdagangan, hotel, restoran, tempat-tempat umum, tempat-tempat ibadah, dan sebagainya. Pada umumnya zat-zat yang terkandung dalam jenis air limbah ini sama dengan air limbah rumah tangga.

3. Karakteristik Air Limbah

Berikut ini merupakan beberapa karakteristik khas yang ada pada air limbah yaitu sebagai berikut:

a. Karakteristik fisik

Air limbah terdiri dari 99,9 %, kandungan bahan padat yang ada pada air limbah mencapai 0,1 % yang mempunyai bentuk berupa

suspensi padat (*suspended solid*) yang mempunyai variasi volume yaitu antara 100-500 mg/l. Air limbah dianggap lemah apabila mempunyai volume suspensi padat kurang dari 100 mg/l dan air limbah dianggap kuat apabila mempunyai volume lebih rendah dari 500 mg/l⁽⁴⁾. Berikut ini merupakan parameter fisik pada air limbah:

1) Bau

Adanya bau pada limbah disebabkan oleh zat-zat organik yang telah berurai dalam limbah mengeluarkan gas-gas seperti sulfide atau amoniak yang menimbulkan penciuman tidak enak bagi penciuman disebabkan adanya campuran dari nitrogen, sulfur dan fosfor yang berasal dari pembusukan protein yang terkandung pada limbah. Adanya bau pada limbah ini akan lebih mudah menghindarkan tingkat bahaya yang ditimbulkan, daripada limbah yang tidak berbau. Munculnya bau yang diakibatkan limbah merupakan suatu indikator bahwa terjadi proses alamiah⁽²¹⁾.

2) Warna

Warna dalam air ini disebabkan adanya ion-ion logam besi dan mangan (secara alami), humus, plankton, tanaman air dan buangan industri. Warna berkaitan dengan kekeruhan, dan dengan menghilangkan kekeruhan kelihatan warna nyata. Warna pada limbah juga dapat disebabkan oleh zat-zat terlarut dan zat tersuspensi⁽²¹⁾. Air murni sejatinya tidak berwarna tetapi seringkali diwarnai oleh bahan-bahan asing yang berada di dalamnya. Warna yang disebabkan oleh adanya padatan terlarut yang masih ada setelah penghilangan partikel suspended disebut dengan warna sejati. Karakteristik yang sangat mencolok pada air limbah yaitu berwarna yang disebabkan oleh zat organik dan algae. Parameter pengukuran warna adalah TCU (True Color Unit). Standart baku mutu warna air yaitu 15 TCU sesuai dengan Peraturan Menteri RI No 491/2010 tentang persyaratan kualitas air minum.

3) Temperatur

Temperatur berfungsi memperlihatkan aktivitas kimiawi dan biologis. Tingkat oksidasi lebih besar pada suhu tinggi dan pembusukan jarang terjadi pada suhu rendah ⁽²¹⁾.

4) Kekeruhan

Kekeruhan merupakan sifat optis larutan. Kekeruhan ini dapat dilihat dengan mata secara langsung karena ada partikel koloidal (diameter 10-8 μ mm) yang terdiri dari sisa bahan-bahan, protein dan ganggang yang terdapat pada limbah ⁽²¹⁾.

b. Karakteristik kimia

Dalam air limbah biasanya terdapat zat kimia anorganik yang berasal dari air bersih dan zat organik yang terdapat pada limbah. Air limbah yang keluar dari sumbernya mempunyai sifat basa, sedangkan air limbah yang sudah lama atau bisa dianggap sudah busuk mempunyai sifat asam yaitu lebih kecil dari 7 dikarenakan sudah mengalami proses dekomposisi yang akan menimbulkan bau pada air limbah tersebut. Komposisi campuran dari zat-zat itu dapat berupa gabungan dengan nitrogen seperti urea, protein, atau asam amino dan gabungan dengan non nitrogen yaitu seperti lemak, sabun, atau karbohidrat ⁽⁴⁾. Berikut ini merupakan parameter kimia pada air limbah:

1) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan 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 ⁽⁶⁾. Baku mutu pengukuran COD adalah sebesar 100 mg/l ⁽¹⁸⁾. Uji COD ini merupakan analisis kimia, uji ini juga mengukur senyawa-senyawa organik yang tidak dapat

dipecah seperti pelarut pembersih dan bahan yang dapat dipecah secara biologik seperti yang diukur dalam uji BOD. Nilai COD ini selalu lebih tinggi dari BOD disebabkan oleh banyak factor yaitu bahan kimia yang tahan terhadap oksidasi biokimia tetapi tidak terhadap oksidasi kimia, seperti lignin, bahan kimia yang dapat dioksidasi secara kimia, sel-sel mikroba, dan adanya bahan toksik dalam limbah yang akan mengganggu uji BOD tetapi tidak uji COD⁽²²⁾.

2) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD merupakan jumlah oksigen dalam ppm atau milligram/liter (mg/l) yang diperlukan untuk konversi mikroba (*microbial conversion*) atau menguraikan benda organik oleh bakteri pada suhu 20°C selama waktu inkubasi 5 hari^{(6), (7)}. Biasanya dalam waktu 5 hari, sebanyak 60-70% kebutuhan tebaik karbon dapat dicapai. BOD hanya menggambarkan kebutuhan oksigen untuk penguraian bahan organik yang dapat didekomposisikan secara biologis (*biodegradable*). Pada kondisi suhu optimal, kecukupan nutrien, kecukupan oksigen terlarut, pH optimal, maka mikroba dapat berkembang biak serta tumbuh secara maksimal dengan menggunakan substrat senyawa kimia organik dalam limbah cair⁽⁷⁾. Baku mutu pengukuran BOD pada air limbah rumah tangga yaitu 30 mg/l⁽¹⁸⁾. Analisis BOD pada penanganan air limbah akan memberikan indikasi awal adanya bahan toksik. Pengujian BOD merupakan salah satu analisis yang paling banyak digunakan dalam penanganan limbah dan pengendalian polusi. Uji ini mencoba untuk menentukan kekuatan polusi dari suatu limbah dalam pengertian kebutuhan mikroba akan oksigen dan merupakan ukuran tak langsung dari bahan organik dalam limbah⁽²²⁾.

3) DO (*Dissolved Oxygen*)

DO (*Dissolved Oxygen*) atau oksigen terlarut adalah banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan diukur dalam satuan milligram per liter. Oksigen terlarut ini digunakan sebagai tanda derajat pengotor limbah yang ada. Semakin besar oksigen terlarut artinya derajat pengotor yang relatif kecil ⁽⁶⁾.

4) pH

pH merupakan suatu istilah kimia yang menunjukkan derajat keasaman diberi angka 1-14, pH lebih kecil dari 7 berarti asam, pH 7 berarti netral dan pH lebih dari 7 berarti bersifat alkali atau basa. Skala pH dalam angka ini mempunyai sifat logaritmis. pH 5 artinya derajat keasamannya sepuluh kali lebih besar daripada pH 6 sedangkan pH 4 derajat keasamannya seratus kali lebih besar dari pH 6 ⁽²³⁾. pH merupakan suatu parameter yang biasanya digunakan untuk menentukan indeks pencemaran dengan cara melihat keasaman atau kebasaan pada air. Kadar pH yang baik adalah dimana masih memungkinkan kehidupan biologis dalam air berjalan dengan baik. Konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga dapat mengganggu proses penjernihan. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral. Semakin kecil pH nya, maka menyebabkan air tersebut berupa asam ⁽³⁾.

c. Karakteristik Bakteriologis

Air limbah mempunyai kandungan bakteri patogen serta organisme golongan coli tergantung darimana sumbernya, tetapi keduanya tidak berperan dalam proses pengolahan air buangan. Kandungan zat-zat air limbah akan menyebabkan adanya gangguan kesehatan masyarakat dan lingkungan hidup antara lain ⁽⁵⁾:

- 1) Menjadi transmisi atau media penyebaran berbagai penyakit, terutama : cholera, typhus abdominalis, desentri baciler.

- 2) Media berkembangbiaknya mikroorganisme patogen.
- 3) Tempat-tempat berkembangbiaknya nyamuk atau tempat hidup larva nyamuk.
- 4) Menyebabkan pandangan menjadi tidak sedap serta menimbulkan bau.
- 5) Menjadi sumber pencemaran air permukaan tanah, dan lingkungan hidup lainnya.
- 6) Mengurangi produktivitas manusia, karena orang bekerja dengan tidak nyaman, dan sebagainya.

4. Dampak Buruk pada Air Limbah

Air limbah merupakan air sisa-sisa pembuangan dari berbagai macam kegiatan yang dilakukan. Air sisa atau air buangan yang tidak dikelola dengan baik dipastikan banyak mengandung bahan serta zat-zat berbahaya yang akan berakibat buruk pada kesehatan serta pada lingkungan. Dampak yang ditimbulkan diantaranya adalah:

a. Gangguan Kesehatan

Air sisa atau air limbah mengandung bibit penyakit yang akan membawa dampak buruk bagi kesehatan yang disebut penyakit bawaan air (*waterborne disease*). Pada air limbah tersebut juga pasti banyak mengandung zat berbahaya seperti fosfat, pewangi, pelembut yang dapat mengganggu kesehatan pada makhluk hidup. Air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat menjadi sarang vektor penyakit misalnya seperti lalat, nyamuk, kecoa, dll) ⁽⁶⁾.

b. Gangguan keindahan

Gangguan keindahan yang diakibatkan karena air limbah yaitu pigmen warna serta bau yang dimiliki oleh air limbah. Pigmen warna yang dimiliki oleh air limbah akan menimbulkan gangguan pemandangan yang sangat besar serta akan terjadi gangguan keindahan pada badan air penerima ⁽⁶⁾. ⁽³⁾.

c. Penurunan kualitas lingkungan

Air limbah yang dibuang langsung tanpa proses pengolahan akan menimbulkan penurunan kualitas lingkungan dan menyebabkan pencemaran air, misalnya kandungan bahan organik yang terdapat pada air limbah jika dibuang langsung ke sungai akan menyebabkan penurunan DO (*Dissolved Oxygen*) atau penurunan kadar oksigen terlarut⁽⁶⁾.

d. Gangguan terhadap kerusakan Benda

Air limbah mengandung karbondioksida yang sangat agresif, yang akan mempercepat proses karat pada suatu benda (misalnya pipa saluran air limbah dan bangunan air kotor lainnya)^{(6), (3)}.

5. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Baku mutu dalam limbah cair merupakan batasan jumlah atau kadar zat pencemar pada limbah cair yang keberadaannya masih dapat ditenggang untuk di buang ke badan air⁽²⁴⁾. Berikut ini merupakan baku mutu air limbah domestik⁽²⁵⁾:

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maks *
pH	-	6 – 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
M & L	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100ml	3000
DEBIT	L/orang/hari	100

B. Kekeruhan (TSS)

1. Definisi Kekeruhan

Kekeruhan akan membawa pengaruh pada sifat optis terhadap air yang dapat menyebabkan terjadinya pembiasan cahaya di dalam air sehingga membatasi pencahayaan ke dalam air. Kekeruhan bukan polutan, sifat ini disebabkan karena terdapat bahan yang terapung maupun terurai

yaitu seperti adanya lumpur tanah liat, jasad renik, bahan organik, adanya benda-benda lain yang melayang dan terapung, serta partikel-partikel cemaran lainnya⁽²⁶⁾,⁽²²⁾. Nilai yang ada dalam kekeruhan pada air ini dikonversikan ke dalam ukuran SiO₂ dalam satuan mg/l. Air yang semakin keruh maka daya hantar listriknya semakin tinggi serta kepadatannya semakin banyak⁽²⁶⁾.

Kekeruhan merupakan sifat optik dari contoh yang dapat menyebabkan sinar tersebar dan atau diserap. Turbidimeter lilin merupakan alat ukur pada sifat ini. Pengukuran ini bukan suatu indikasi bahan tersuspensi yang tepat yang biasanya ditetapkan secara gravimetri, karena metode yang terakhir berdasarkan berat partikel sedangkan kekeruhan berdasarkan sifat-sifat optik⁽²²⁾. Nilai ambang batas kekeruhan air limbah rumah tangga yang disebabkan oleh adanya zat-zat tersuspensi adalah sebesar 30 mg/l, jika melebihi batas tersebut air limbah perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air⁽¹⁸⁾. Indikator kekeruhan ada 2 yaitu:

a) TDS (*Total Dissolved Solid*)

TDS atau jumlah zat padat terlarut biasanya terdiri dari zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut. Bila TDS bertambah maka kesadahan akan naik pula. Efek TDS ataupun kesadahan terhadap kesehatan tergantung pada spesies kimia penyebab masalah tersebut⁽²⁰⁾.

b) TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS adalah jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron. Suspended solid atau material tersuspensi dapat dibagi menjadi zat padat dan koloid⁽⁶⁾.

2. Pengukuran Kekeruhan (TSS)

Alat yang pertama kali digunakan untuk mengukur kekeruhan atau biasa disebut turbiditas adalah *Jackson Candler Turbidimeter*, yang dikalibrasi dengan silica. *Jackson Candler Turbidimeter* dijadikan sebagai

standar pada pengukuran kekeruhan. Satu unit turbiditas *Jackson Candler Turbidimeter* dinyatakan dengan satuan 1 JTU. Pengukuran dengan menggunakan *Jackson Candler Turbidimeter* mempunyai sifat visual, yaitu dengan membandingkan antara air sampel dengan air standart. Pengukuran pada kekeruhan selain dengan *Jackson Candler Turbidimeter* yaitu sering juga diukur dengan metode *Nephelometric*. Metode *Nephelometric* ini, sumber cahaya dilewatkan pada sampel dan intensitas cahaya yang dipantulkan oleh bahan-bahan yang menyebabkan terjadinya kekeruhan diukur dengan menggunakan suspensi polimer formazin sebagai larutan standar. Satuan kekeruhan yang diukur dengan metode *Nephelometric* adalah NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*)⁽²⁴⁾.

Cara melakukan pengecekan kekeruhan dengan penyaringan menggunakan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling. Selanjutnya mengaduk contoh uji dengan pengaduk magnetic agar memperoleh contoh uji yang lebih homogen. Pipet contoh uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetic. Kemudian mencuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 ml air suling, biarkan kering sempurna, dan dilanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan. Selanjutnya memindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan dipindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika menggunakan cawan Gooch, cawan dipindahkan dari rangkaian alatnya. Kemudian keringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, didinginkan dalam desikator supaya suhu dan timbang seimbang. Tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator diulangi, dan dilakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg⁽²⁷⁾.

3. Penyebab Kekeruhan (TSS)

Penyebab terjadinya kekeruhan adalah adanya bahan organik serta anorganik yang tersuspensi serta terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), serta bahan organik dan anorganik berupa plankton dan mikroorganisme lain. Kekeruhan yang terdapat di perairan tergenang (lentik), misal danau, lebih banyak disebabkan oleh adanya bahan tersuspensi berupa koloid serta partikel-partikel halus. Kekeruhan yang terdapat di sungai yang sedang banjir lebih banyak disebabkan oleh adanya bahan-bahan tersuspensi yang berukuran lebih besar, berupa lapisan permukaan tanah yang terbawa oleh aliran air pada saat hujan.

4. Akibat Kekeruhan (TSS)

Tingginya kekeruhan dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi, misalnya pernafasan dan daya lihat akuatik, serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air. Tingginya nilai kekeruhan juga dapat mempersulit usaha penyaringan dan mengurangi efektivitas desinfeksi pada proses penjernihan air⁽²⁴⁾.

5. Faktor yang Mempengaruhi Kekeruhan (TSS) Air

Faktor yang mempengaruhi tingkat kekeruhan air adalah sebagai berikut⁽²⁸⁾:

- a. Benda-benda halus yang disuspensikan, seperti lumpur dan sebagainya
- b. Adanya jasad renik (plankton)
- c. Warna air

Fitoplankton terdiri atas berbagai jenis, yang masing-masing berlainan warna yang biasanya tampak sebagai warna air. Jika air berwarna hijau tua, plankton yang dominan adalah Cyanophyceae, Microcystis, dan Anabaena yang mengandung klorofil yang berwarna hijau tua. Air yang berwarna hijau muda biasanya didominasi oleh Chlorophyta. Warna air hijau kecoklatan menunjukkan dominasi

diatomae dari klas Bacillariophyta, sedangkan Dinoflagellata memberikan warna cokelat kemerahan pada air.

C. pH

1. Definisi pH

pH merupakan suatu istilah kimia yang menunjukkan derajat keasaman diberi angka 1-14, pH lebih kecil dari 7 berarti asam, pH 7 berarti netral dan pH lebih dari 7 berarti bersifat alkali atau basa. Skala pH dalam angka ini mempunyai sifat logaritmis. pH 5 artinya derajat keasamannya sepuluh kali lebih besar daripada pH 6 sedangkan pH 4 derajat keasamannya seratus kali lebih besar dari pH 6⁽²³⁾. pH merupakan suatu parameter yang biasanya digunakan untuk menentukan indeks pencemaran dengan cara melihat keasaman atau kebasan pada air. Kadar pH yang baik adalah dimana masih memungkinkan kehidupan biologis dalam air berjalan dengan baik. Konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga dapat mengganggu proses penjernihan. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral. Semakin kecil pH nya, maka menyebabkan air tersebut berupa asam⁽³⁾.

2. Cara Pengukuran pH

Cara pengukuran pH dengan kertas indikator universal yaitu dengan mencelupkannya pada larutan yang akan di uji. Ketelitian kertas uji pH dan standar warna yang dibuat berbagai perusahaan berbeda-beda. Pengujian larutan bersifat asam atau basa dengan melihat trayek perubahan warna diatas menggunakan indikator lakmus⁽²⁹⁾. Jika larutan bersifat asam lakmus akan berubah dari biru menjadi merah. Larutan basa mengubah lakmus dari merah menjadi biru. Cara selanjutnya adalah dengan pH meter. Alat ini terdiri dari sebuah electrode gelas, electrode pembanding, dan pengukur potensial dengan sistem pembacaan skala pH. Cara menggunakannya adalah dengan memasukkan electrode dalam larutan yang akan diukur pHnya. Setelah itu, membaca skala harga pH larutan. Penunjukkan skala pH

ada yang menggunakan jarum angka dan ada yang digital dengan ketelitian 0,01⁽²⁹⁾.

3. Faktor yang Mempengaruhi pH

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pH air adalah sebagai berikut⁽³⁰⁾:

a. Konsentrasi CO₂

Fitoplankton dan tanaman air lainnya mengonsumsi oksigen dalam respirasi yang menghasilkan CO₂ pada saat malam hari. Suasana ini menyebabkan kandungan pH air turun. Semakin tinggi konsentrasi CO₂, nilai pH semakin rendah karena asam karbonat (H₂CO₃) yang terbentuk akan semakin banyak. Meningkatnya kadar CO₂ selalu diikuti dengan turunnya kadar oksigen. Sebaliknya, pada siang hari pH perairan meningkat sebab pada siang hari berlangsung proses fotosintesis. Tanaman air atau fitoplankton mengonsumsi karbondioksida (CO₂) pada proses fotosintesis.

b. Senyawa-senyawa yang bersifat asam

Senyawa yang mempunyai sifat asam ini terdapat pada bahan organik dan anorganik. Asiditas (keasaman) melibatkan 2 komponen yaitu asam kuat dan asam lemah (misal: asam asetat dan asam karbonat).

D. Pengolahan Air Limbah

Teknik-teknik pengolahan air buangan yang secara umum dapat dibagi menjadi tiga metode pengolahan, yaitu pengolahan secara fisika, pengolahan secara kimia, dan pengolahan secara biologi⁽³¹⁾:

1. Pengolahan Fisika

Proses pengolahan air limbah tanpa adanya reaksi kimia atau biologi. Setiap tahap dari proses fisika melibatkan tahapan pemisahan materi tersuspensi dari fase fluidanya. Pengolahan fisika ini melibatkan beberapa proses yaitu sedimentasi dan filtrasi.

- a. Sedimentasi berfungsi untuk memisahkan zat padat dengan zat cair.
- b. Filtrasi digunakan untuk pemisahan senyawa kimia padat dan cair dimana cairan melewati media porous untuk memindahkan padatan tersuspensi halus. Media filtrasi porous digunakan untuk memisahkan padat cair dengan menggunakan prinsip gravitasi sehingga padatan tersuspensi dipisahkan. Media filtrasi dibedakan menurut media filtrasi tunggal misal pasir, media filtrasi ganda misal pasir dan antrasit, dan media filtrasi multi pasir, antrasit, dan garnet⁽⁷⁾.

2. Pengolahan Kimia

Proses pengolahan limbah yang memanfaatkan reaksi-reaksi kimia untuk mentransformasi limbah berbahaya menjadi tidak berbahaya. Pengolahan limbah secara kimia adalah netralisasi, koagulasi-flokulasi, oksidasi dan reduksi, penukaran ion, klorinasi, elektrodialisis, desinfektan, ozonisasi, penghilangan ammonia.

- a. Netralisasi adalah air limbah yang terdapat dalam kondisi asam atau basa membutuhkan netralisasi sebelum treatment maupun sesudahnya. Proses pengendapan berlangsung dalam keadaan baik dalam suasana netral kecuali untuk logam-logam tertentu. Timah lebih efisien dilarutkan dengan kapur pada pH 9,2-9,5. Reduksi krom valensi 6 menjadi menjadi Cr valensi 3 berlangsung pada kondisi asam. Untuk mengendapkan krom hidroksida pH dinaikan menjadi 8,5-9,5. Tujuan dari netralisasi ini adalah menetralkan air⁽²¹⁾.

- b. Koagulasi Flokulasi

Koagulasi adalah proses destabilisasi partikel senyawa koloid dalam limbah cair. Proses pengendapan dengan menambahkan koagulan ke dalam limbah cair sehingga terjadi endapan pada dasar tangki pengendapan. Flokulasi yaitu proses pengendapan pencemaran dalam limbah cair dengan penambahan bahan koagulan utama atau koagulan pendukung sehingga terjadi gumpalan sebelum mencapai dasar tangki pengendap⁽⁷⁾.

c. Oksidasi Reduksi

Bahan kimia pengoksidasi seperti chlorine dan ozon dipakai untuk mengubah bahan organik dan anorganik. Bahan-bahan ini dipergunakan untuk mereduksi BOD, warna dan mengubah bahan spesifik seperti sianida menjadi produk yang berguna ⁽²¹⁾.

d. Khlorinasi

Tujuan dari khlorinasi adalah menghancurkan bakteri patogen. Baik tidaknya hasil reaksi ditentukan dengan temperatur, pH, waktu kontak, turbidity, dan konsentrasi chlorine ⁽²¹⁾.

e. Penghilangan Ammonia

Ammonia dihasilkan oleh dekomposisi senyawa organik terdapat dalam limbah cair yang harus dihilangkan sebab ammonia bersifat toksik jika konsentrasi ammonia dalam air lebih 3 mg/l ⁽²¹⁾.

3. Pengolahan Biologi

Proses pengolahan limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme, terutama bakteri, untuk mendegradasi polutan-polutan yang terdapat dalam air limbah. Pengolahan biologi dapat dilakukan dengan perlakuan lumpur aktif, trickling filter, stabilisasi kolam dan aerobik, aerobik dan anaerobik, nitrifikasi dan denitrifikasi ⁽⁷⁾.

E. Koagulasi Flokulasi

1. Definisi Koagulasi Flokulasi

Koagulasi merupakan suatu proses pembentukan ataupun penggumpalan pada partikel-partikel kecil menjadi flok yang lebih besar sehingga dapat cepat mengendap menggunakan zat koagulan. Tawas dan kapur merupakan zat koagulan dan flokulan yang telah banyak digunakan dalam proses koagulasi. Optimasi adalah usaha untuk menyempurnakan suatu proses dengan menggunakan bahan seminimal mungkin, sehingga akan diperoleh hasil proses yang sebaik-baiknya ⁽³²⁾.

Koagulasi adalah proses destabilisasi partikel senyawa koloid dalam limbah cair. Proses pengendapan dengan menambahkan koagulan ke dalam limbah cair sehingga terjadi endapan pada dasar tangki pengendapan⁽⁷⁾. Koagulasi adalah proses penambahan dan pencampuran suatu koagulan dilanjutkan dengan destabilisasi zat koloid tersuspensi dan diakhiri oleh pembentukan partikel berukuran besar (flok). Pada proses koagulasi terjadi pembentukan inti endapan dengan pengadukan cepat dengan pH bervariasi sedangkan pada tahap flokulasi terjadi penggabungan inti-inti endapan menjadi molekul besar (flok).

Flokulasi yaitu proses pengendapan pencemaran dalam limbah cair dengan penambahan bahan koagulan utama atau koagulan pendukung sehingga terjadi gumpalan sebelum mencapai dasar tangki pengendap⁽⁷⁾. Flokulasi dilakukan dengan pengadukan lambat. Proses koagulasi flokulasi terdiri dari 3 langkah yaitu⁽³³⁾:

- a. Proses pengadukan cepat, bahan kimia yang sesuai ditambahkan ke dalam air limbah kemudian aduk dengan kecepatan tinggi secara intensif.
- b. Proses pengadukan lambat, air limbah diaduk dengan kecepatan sedang supaya membentuk flok-flok besar sehingga mudah untuk mengendap.
- c. Proses sedimentasi, flok yang terbentuk pada proses flokulasi dibiarkan mengendap kemudian dipisahkan dari aliran *effluent*.

2. Faktor yang Mempengaruhi Koagulasi Flokulasi

a. Jenis Koagulan

Memilih jenis koagulan berdasarkan atas efektivitas koagulan dalam pembentukan flok, koagulan yang biasa digunakan adalah koagulan polimer dan koagulan garam logam⁽³⁴⁾.

b. Konsentrasi Koagulan

Pemberian koagulan harus sesuai dengan kebutuhan agar pembentukan flok dapat berjalan dengan baik. Jika penambahan

koagulan kurang maka sulit dalam pembentukan flok. Sebaliknya jika konsentrasi koagulan yang diberikan berlebihan maka akan menyebabkan kekeruhan kembali. Penambahan konsentrasi koagulan menyebabkan peningkatan frekuensi tumbukan antar partikel sehingga dapat membentuk flok yang lebih besar⁽³⁴⁾.

c. Kecepatan Pengadukan

Kecepatan pengadukan memberikan pengaruh terhadap pembentukan flok. Kecepatan pengadukan mengakibatkan interaksi antar partikel koloid. Jika kecepatan pengadukan terlalu lambat maka pembentukan flok lambat dan sebaliknya jika pengadukan terlalu cepat maka akan menyebabkan flok yang sudah terbentuk pecah kembali⁽³⁴⁾.

d. pH

Setiap koagulan mempunyai pH optimum yang berbeda-beda. pH optimum akan membuat proses koagulasi berjalan dengan baik. Apabila proses koagulasi dilakukan tidak pada rentang pH optimum, maka proses pembentukan flok akan gagal serta rendahnya kualitas air yang dihasilkan.

e. Suhu

Suhu rendah akan mengakibatkan pH optimum berubah dan pembubuhan dosis juga berubah. Suhu memberikan pengaruh terhadap efisiensi pada proses koagulasi⁽³⁵⁾.

F. Lidah Buaya

1. Definisi Lidah Buaya

Lidah buaya merupakan tanaman asli Afrika, tepatnya Ethiopia, yang termasuk golongan Liliaceae. Tanaman lidah buaya diduga berasal dari kepulauan Canary di sebelah barat Afrika. Tanaman lidah buaya biasanya digunakan sebagai penyubur rambut, penyembuh luka serta perawatan kulit. Menurut catatan seorang ahli ilmu bumi berkebangsaan Arab bernama Idris, lidah buaya merupakan produk dari Pulau Socotra di Yunani dan sudah dikenal sejak abad ke-4 SM⁽¹²⁾.

Kelemahan tanaman lidah buaya yaitu jika ditanam di daerah basah dengan curah hujan tinggi, mudah terserang cendawan terutama oleh *fusarium* sp, yang menyerang pada pangkal batangnya. Budidaya tanaman lidah buaya sangat mudah dan relatif tidak memerlukan investasi besar, hal ini disebabkan lidah buaya merupakan tanaman tahunan yang bisa dipanen berulang-ulang dengan masa produksi 7-8 tahun⁽¹²⁾.

2. Taksonomi

Berikut ini merupakan taksonomi dari tanaman lidah buaya yaitu jenis *Aloe barbadensis* Miller⁽¹²⁾:

Kerajaan : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Monocotyledoneae
Bangsa : Liliflorae
Suku : Liliaceae
Marga : *Aloe*
Jenis : *Aloe barbadensis* Miller

3. Bagian Lidah Buaya

Berikut ini merupakan bagian-bagian pada tanaman lidah buaya adalah sebagai berikut⁽³⁶⁾:

a. Akar

Akar pada tanaman lidah buaya yaitu akar serabut pendek yang tumbuh dan menyebar pada batang bagian bawah. Akar pada lidah buaya tumbuh ke arah samping, akibat yang ditimbulkan adalah tanaman lidah buaya ini mudah roboh karena tidak cukup kuat untuk menahan beban atau pelepah lidah buaya yang cukup berat. Panjang akar bisa mencapai 30-40 cm.

b. Batang

Tanaman lidah buaya ini mempunyai ukuran batang hanya sekitar 10 cm. Batang pada tanaman lidah buaya ini tidak terlihat jelas

dikarenakan tertutup oleh daunnya, jika daun lidah buaya sering dipotong barulah batang terlihat jelas. Tanaman lidah buaya dengan jenis *Aloe ferox* yang banyak dikembangkan di Afrika Selatan mempunyai tinggi yang bisa mencapai 3-5 meter serta batang yang dimiliki dipenuhi oleh daun atau pelepah berduri berbentuk roset yang panjangnya mencapai 1 meter.

c. Daun

Letak daun lidah buaya berhadap-hadapan dan mempunyai bentuk yang sama, yakni daun tebal berbentuk roset dengan ujung.

4. Umur Lidah Buaya

Umur lidah buaya dapat dilihat dari bagian daunnya. Daun lidah buaya muda dan *sucker* (anak) terdapat bercak (totol) berwarna hijau pucat sampai putih. Bercak tersebut akan hilang saat lidah buaya sudah dewasa⁽¹²⁾.

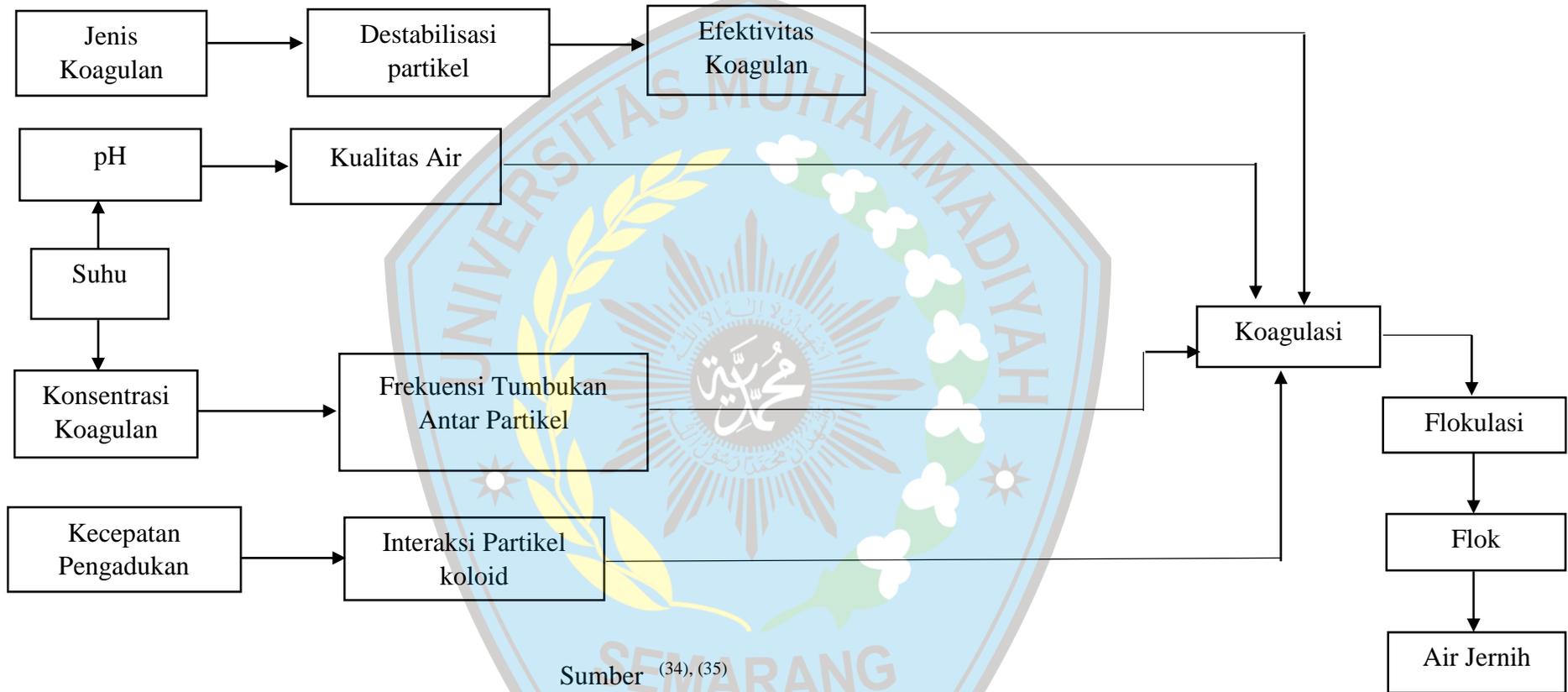
5. Mekanisme Koagulan Lidah Buaya

Lidah buaya sebagai koagulan karena memiliki kandungan yang sama dengan kaktus yaitu asam poligalakturonat yang telah terbukti dapat menurunkan kekeruhan di dalam air⁽¹⁰⁾. Asam galakturonat mempunyai peran sebagai pengkoagulan serta mekanisme pada proses koagulasinya dengan adsorpsi dan penggabungan dimana partikel yang tidak bersentuhan satu sama lain tetapi terikat pada senyawa asam poligalakturonat⁽³⁷⁾. Lidah buaya kaya akan asam poligalakturonat yang terdapat pada dinding sel. Senyawa asam poligalakturonat dihubungkan oleh ikatan α -1,4 glikosidik⁽³⁸⁾. Pada lendir lidah buaya terdapat senyawa asam galakturonat yang digunakan untuk mengikat partikel-partikel di dalam air sehingga dapat membentuk flok-flok. Mekanismenya adalah dengan adsorpsi dan penggabungan dimana partikel yang tidak bersentuhan satu sama lain tetapi terikat pada senyawa asam poligalakturonat⁽³⁷⁾.

pH alami pada lidah buaya adalah 3,5-5⁽³⁹⁾. Dengan penambahan ion H⁺ terlarut dalam suatu asam akan mendesak kesetimbangan ke arah kiri (ion OH⁻ akan diikat oleh H⁺ membentuk air), akibat yang ditimbulkan adalah kelebihan ion hidrogen dan akan meningkatkan konsentrasi asam⁽⁴⁰⁾. Semakin besar konsentrasi pada koagulan yang ditambahkan maka semakin banyak proses hidrolisa dalam air sehingga ion-ion H⁺ yang terionisasi pada air tersebut akan semakin besar sehingga pH akan semakin rendah⁽⁴¹⁾.

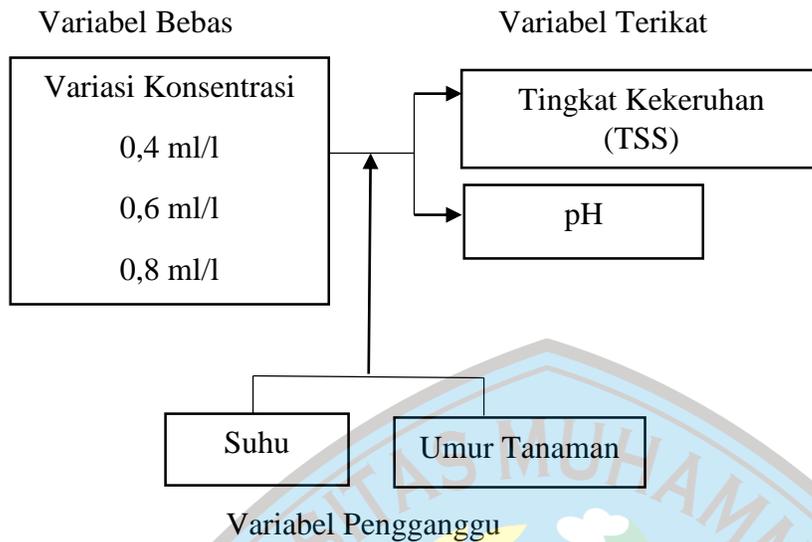


G. KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP



Gambar 2.1 Kerangka Teoritis

H. KERANGKA KONSEP



Variabel Pengganggu

Gambar 2.2 Kerangka Konseptual

I. HIPOTESIS

- Ada pengaruh konsentrasi lidah buaya terhadap penurunan kekeruhan (TSS) untuk penjernihan air limbah rumah tangga.
- Ada pengaruh konsentrasi lidah buaya terhadap tingkat pH untuk penjernihan air limbah rumah tangga.