

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah

Limbah adalah hasil buangan dari kegiatan produksi baik sektor industri dan/atau domestik yang mana kehadirannya tidak diharapkan oleh lingkungan karena dapat membahayakan dan tidak memiliki nilai yang ekonomis. Jika ditinjau dari segi kimiawi, limbah ini tersusun atas senyawa organik dan anorganik dengan kandungan konsentrasi dan jumlah tertentu. Limbah yang timbul dari hasil buangan akan berdampak negatif bagi lingkungan sekitar terutama membahayakan kesehatan manusia sehingga perlu pengelolaan yang tepat. Jenis dan karakteristik limbah mempengaruhi tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan. Sumber limbah secara umum terbagi menjadi dua, yaitu (Hammer, 1986):

1. Hasil kegiatan manusia

Limbah hasil kegiatan manusia terdiri atas rumah tangga, rumah sakit, industri pertanian, industri manufaktur, pusat perdagangan, hotel, rekreasi, dan laboratorium.

2. Bukan hasil kegiatan manusia

- a. Kotoran hewan

- a. Klasifikasi limbah

Kegiatan yang dilakukan oleh manusia dan bukan manusia menghasilkan berbagai jenis limbah. Berikut ini merupakan klasifikasi dari berbagai jenis limbah:

1. Berdasarkan wujudnya terdiri atas limbah padat, cair, dan gas.

2. Berdasarkan tingkat ancamannya terhadap lingkungan dan manusia terdiri atas limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) dan limbah bukan bahan berbahaya dan beracun (non-B3).
3. Berdasarkan materi pembentukannya terdiri atas limbah organik dan limbah anorganik.

2.2 Air Limbah

Air limbah merupakan air hasil buangan dari berbagai proses penggunaan yang mengandung bahan pencemar dan pencemarnya memiliki kandungan yang beragam. Air Limbah umumnya memiliki volume yang banyak dan kandungan polutan yang beragam, seperti minyak, alkohol, fenol, pewarna sintetis, dan logam berat. Standar kualitas air yang diharapkan biasanya memiliki karakteristik yang berbeda dan disesuaikan dengan penggunaannya, seperti air minum, air irigasi, dan/atau air proses yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri tertentu. Maka dari itu, air yang dibutuhkan harus memenuhi berbagai kriteria, seperti bebas dari polutan yang berbahaya atau setidaknya mengandung polutan yang tidak diharapkan dengan nilai ambang batas seminimal mungkin sesuai baku mutu air (Martini dkk, 2020).

Air limbah adalah air yang tersisa setelah adanya aktivitas organisme hidup. Air limbah bisa bersumber dari industri berbagai skala, domestik, pertanian, dll. Fluktuasi air limbah setiap harinya disebabkan oleh berbagai aktivitas makhluk hidup, salah satunya manusia. Air limbah harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu untuk dikurangi kandungan polutan yang berbahaya. Air limbah yang dibuang secara langsung ataupun tidak langsung ke dalam lingkungan dapat mempengaruhi kesehatan manusia, kelangsungan hidup makhluk biotik, dan kelestarian alam (Sumarwanto dan Hartati, 2018).

2.3 Metode Pengolahan Air Limbah

Berbagai teknik pengolahan air limbah untuk menyisahkan kandungan polutan telah dikembangkan sampai saat ini. Berdasarkan metodenya, pengolahan air limbah terbagi menjadi 3 yaitu:

1. Pengolahan air limbah secara fisika

Umumnya sebelum adanya pengolahan lanjutan terhadap air limbah, bahan yang tersuspensi besar, mengendap, dan terapung dihilangkan lebih dahulu. Adapun proses pengolahan limbah secara fisika terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu aerasi, penapisan, presipitasi (klarifier dan pemekatan), flotasi, filtrasi (*filter membrane*, dan *dewatering*), dan *centrifuge* (Hammer, 1986).

2. Pengolahan air limbah secara kimia

Biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel koloid yang sulit mengendap, logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun. Pengolahan dilakukan dengan menambahkan bahan kimia tertentu. Pengolahan limbah secara kimia terbagi menjadi berbagai macam, yaitu netralisasi, koagulasi-flokulasi, oksidasi atau reduksi (oksidasi atau reduksi kimia, elektrolisis, dan ozonasi), adsorpsi, dan pertukaran ion (Hammer, 1986).

3. Pengolahan air limbah secara biologi

Metode pengolahan air limbah secara biologi bertujuan untuk menghilangkan kandungan senyawa organik atau anorganik dalam air limbah. Fungsi ini dapat dicapai melalui aktivitas mikroorganisme campuran yang heterofilik. Mikroorganisme mengonsumsi bahan organik untuk membentuk biomassa seluler baru dan bahan organik serta memanfaatkan energi yang dihasilkan oleh reaksi oksidasi untuk metabolisme. Pengolahan air limbah secara biologi, yaitu secara aerob (proses lumpur aktif dan pengolahan film biologi), lagoon, dan *anaerobic treatment* (pencerna aerob dan proses UASB) (Hammer, 1986).

2.4 Air Limbah Laboratorium Kimia Dasar

Laboratorium merupakan tempat penunjang aktivitas praktikum dan penelitian di perguruan tinggi. Aktivitas sebagian laboratorium dapat menghasilkan air limbah yang dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan. Air limbah laboratorium bersumber dari sisa bahan-bahan kimia yang sudah tidak digunakan lagi atau telah kadaluarsa menurut tanggal produksinya, bahan kimia habis pakai, sisa sampel, sisa reagen reaksi-reaksi kimia, dan air bekas mencuci peralatan. Salah satu air limbah laboratorium yang ingin diteliti bersumber dari kegiatan praktikum kimia dasar dengan modul kesetimbangan kimia yang dilaksanakan di Laboratorium Kimia Dasar, Fakultas Teknik, UNTIRTA. Produk limbah tersebut mengandung besi (III) nitrat ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$), besi (III) tiosinat ($\text{Fe}(\text{SCN})_3$), ferro ammonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$), kalium iodide (KI), dll (Nurhayati dkk, 2018).

Air limbah laboratorium kimia dasar dengan modul kesetimbangan kimia tergolong jenis logam. Meskipun volume air limbah yang dihasilkan di laboratorium kimia dasar tidak sebanyak air limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri, namun komposisi pencemarnya sangat beragam dan mengandung beberapa unsur yang sangat berbahaya. Unsur-unsur berbahaya yang terdapat pada air limbah laboratorium kimia dasar, salah satunya logam berat, seperti timbal (Pb), besi (Fe), kromium (Cr), dan merkuri (Hg). Selain itu, terdapat kandungan TSS, TDS, amonia (NH_3), nitril (NO_2), kekeruhan, COD, BOD yang tinggi, dan tingkat pH yang rendah (Fadhila dkk, 2018).

2.5 Standar Baku Mutu Air Limbah

Organisme, zat, energi, atau komponen yang terkandung dalam air limbah tentunya membahayakan lingkungan hidup. Komponen air limbah atau air baku yang telah melalui tahapan pengolahan tentunya dikaji ulang apakah sudah sesuai ambang batas sebelum di buang atau digunakan kembali. Standar baku mutu air limbah adalah ukuran kadar zat pencemar yang dapat ditoleransi dalam air limbah sebelum dibuang ke saluran air oleh usaha dan/atau kegiatan lainnya. Berikut ini merupakan Peraturan

Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah dengan Lampiran XLVII terkait baku air limbah mutu usaha dan/atau kegiatan yang belum ditetapkan (Permen LH, 2014):

Tabel 2.1 Standar Baku Mutu Air Limbah

LAMPIRAN XLVII
PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 5 TAHUN 2014
TENTANG
BAKU MUTU AIR LIMBAH

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN
YANG BELUM MEMILIKI BAKU MUTU AIR LIMBAH YANG DITETAPKAN

Parameter	Satuan	GOLONGAN	
		I	II
Temperatur	°C	38	40
Zat padat larut (TDS)	mg/L	2.000	4.000
Zat padat suspensi (TSS)	mg/L	200	400
pH	-	6,0-9,0	6,0-9,0
Besi terlarut (Fe)	mg/L	5	10
Mangan terlarut (Mn)	mg/L	2	5
Barium (Ba)	mg/L	2	3
Tembaga (Cu)	mg/L	2	3
Seng (Zn)	mg/L	5	10
Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)	mg/L	0,1	0,5
Krom Total (Cr)	mg/L	0,5	1
Cadmium (Cd)	mg/L	0,05	0,1
Air Raksa (Hg)	mg/L	0,002	0,005
Timbal (Pb)	mg/L	0,1	1
Stanum (Sn)	mg/L	2	3
Arsen (As)	mg/L	0,1	0,5
Selenium (Se)	mg/L	0,05	0,5
Nikel (Ni)	mg/L	0,2	0,5
Kobalt (Co)	mg/L	0,4	0,6
Sianida (CN)	mg/L	0,05	0,5
Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,5	1
Fluorida (F)	mg/L	2	3
Klorin bebas (Cl ₂)	mg/L	1	2
Amonia-Nitrogen (NH ₃ -N)	mg/L	5	10
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	20	30
Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	1	3
Total Nitrogen	mg/L	30	60
BOD ₅	mg/L	50	150
COD	mg/L	100	300
Senyawa aktif biru metilen	mg/L	5	10
Fenol	mg/L	0,5	1

Sumber: Permen LH No.5 Tahun 2014 Lampiran XLVII.

2.6 Parameter Kualitas Air Limbah

Terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan untuk menentukan karakteristik atau kualitas air limbah sebagai berikut:

a. Logam Fe

Air limbah mengandung zat besi terlarut berupa ion *ferro* (Fe^{2+}). Besi dalam bentuk *ferro* mudah teroksidasi menjadi bentuk *ferris* (Fe^{3+}) dengan adanya oksigen di atmosfer. Kadar zat besi yang berlebihan di lingkungan menyebabkan pencemaran air tanah dan air limbah yang mempengaruhi kelangsungan hidup organisme. Logam besi yang ada di dalam tanah diserap tanaman melalui akar. Kandungan zat besi yang tinggi di dalam tanah menyebabkan terserap ke dalam tubuh tanaman, sehingga jika dikonsumsi oleh makhluk hidup seperti manusia dapat menyebabkan keracunan (Nurhayati dkk, 2020).

b. pH (*Potential of Hydrogen*)

Potential of hydrogen (pH) adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen ($[\text{H}^+]$) dalam air. Ion $[\text{H}^+]$ mempengaruhi sebagian besar proses kimia dan biologi. Parameter pH digunakan untuk menunjukkan derajat keasaman atau kebasaan suatu zat, larutan, dan/atau senyawa. Tinggi dan/atau rendahnya pH air limbah dipengaruhi oleh banyaknya pencemar yang terdapat di dalam air limbah (Ramayanti dan Amna, 2019).

c. COD (*Chemical Oksidant Demand*)

COD (*Chemical Oksidant Demand*) mengacu pada jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk oksidasi kimia bahan organik di dalam air. Kadar COD merupakan indeks yang menyatakan derajat pencemaran bahan organik. Ketika konsentrasi bahan organik dalam air limbah menurun, maka kadar COD dalam air limbah menurun dan sebaliknya. Pengukuran kadar COD dilakukan dengan metode *refluks* tertutup menggunakan metode spektrofotometri. Metode ini menggunakan oksidator yaitu kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) sebagai sumber oksigen kimia untuk memecahkan atau menguraikan bahan organik dan anorganik yang terkandung dalam kondisi asam dengan suhu tinggi. Asam yang digunakan adalah asam sulfat

bersifat kuat yaitu H_2SO_4 dan larutan perak sulfat (Ag_2SO_4) yang berfungsi sebagai katalisator (Andika dkk, 2020).

d. TSS (*Total Suspended Solid*)

Total Suspended Solid (TSS) adalah sisa seluruh padatan yang tertahan pada filter dengan ukuran partikel maksimum $2 \mu m$ atau lebih di atas ukuran partikel koloid. Air limbah mempunyai sifat biologis yang dapat diketahui dari tingkat kontaminasi dan kandungan mikroorganisme yang terdapat di dalamnya sebelum dibuang ke sungai. Berbagai kandungan organik atau non-organik yang termasuk kadar TSS adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri, dan jamur. Rumus untuk menghitung kadar TSS adalah sebagai berikut (Harahap dkk, 2020).

$$TSS \text{ (mg/L)} = (A-B) \times 1000 / V \dots\dots\dots 2.1$$

Dengan pengertian

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

V = volume contoh (mL)

e. TDS (*Total Dissolved Solid*)

Total Dissolved Solid (TDS) merupakan salah satu parameter yang sangat berpengaruh dan menentukan apakah air layak untuk digunakan. Padatan terlarut total atau *total dissolved solid* (TDS) adalah jumlah zat padat yang terlarut, baik berupa ion, senyawa, dan koloid di dalam air. TDS mengandung beberapa zat organik, anorganik, dan/atau material yang terlarut dalam sebuah larutan dengan ukuran $< 10^{-3} \mu m$. Sumber utama TDS dalam perairan adalah limbah hasil kegiatan pertanian, limbah rumah tangga, limbah industri, dll (Prameswara dkk, 2024).

2.7 Proses Pengolahan Air Limbah

Air limbah terlebih dahulu melewati beberapa proses pengolahan sebelum dialirkan menuju pembuangan akhir. Agar pengolahan air limbah bekerja secara optimal, diperlukan sistem pengolahan yang tepat. Pengolahan air limbah dapat menggunakan metode alami atau menggunakan bantuan peralatan. Terdapat beberapa proses pengolahan air limbah sebagai berikut:

2.7.1 Aerasi

Banyak metode yang digunakan untuk mengurangi kadar air limbah hingga seminimal mungkin, salah satunya dengan aerasi. Aerasi sering dilakukan dengan mendispersikan air dan mengkontakkannya dengan udara berupa oksigen terlarut. Aerasi digunakan untuk mengurangi kadar logam berat, zat kimia berbahaya, dan padatan terlarut yang terlalu tinggi. Selain itu, aerasi digunakan untuk memberi rasa pahit pada air, menggelapkan nasi saat dimasak, dan menambah noda coklat-hitam pada pakaian (Sutrisno, 1987).

Terdapat beberapa aplikasi pendukung aerasi disebut dengan aerator. Salah salah jenis aerator yang digunakan pada penelitian ini adalah *bubble aerator* (aerator gelembung). Terdapat dua cara yang dapat dilakukan dengan menggunakan aerator, yaitu memasukkan udara ke dalam air atau memaksa air naik bersentuhan dengan kadar oksigen. Volume oksigen yang diperlukan di dalam air hanya dengan rentang $0,3 - 0,5 \text{ m}^3 \text{ udara/m}^3 \text{ air}$. Volume oksigen dapat diperbesar atau diperkecil dengan menyedot udara yang terdapat pada aerator. Selama penggunaan perangkat, udara disemprotkan ke dasar penangas air tempat terjadinya ventilasi (Akhlaque, et.al. 2017).

2.7.2 Koagulasi

Koagulasi adalah destabilisasi koloid, agregasi, dan penggabungan koloid-koloid menjadi intiflok atau mikroflokk yang dapat mengendap. Pengolahan koagulasi-sedimentasi dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam bak pengaduk cepat dengan penambahan zat koagulan sesuai kebutuhan. Pengadukan cepat menyebabkan terjadinya penggumpalan koloid dengan koagulan untuk membentuk flokk berukuran lebih besar dan mempunyai massa yang lebih berat sehingga flokk yang terbentuk dapat dipisahkan dengan pengendapan (Wartiono dan Rosyida, 2018).

Mekanisme terjadinya koagulasi didahului dengan partikel yang berbentuk koloid di dalam air limbah umumnya berbentuk flokk-flokk biologis. Partikel semacam ini dapat bertahan melayang-layang dalam air dengan jangka waktu yang lama. Partikel-partikel ini mempunyai muatan pada permukaannya. Semakin kecil partikelnya, maka semakin besar luas permukaannya dan besar pengaruh muatan permukaannya. Oleh karena itu, semakin stabil keadaan koloid, semakin kecil gaya tolak menolak antar partikel atau kelompok partikel. Hal ini karena partikel-partikel dengan muatan yang sama saling tolak menolak, mencegah kontak, dan agregasi antar partikel. Jika ditambahkan koagulan ke dalam air, maka gaya tolak-menolak antar partikel melemah dan partikel akan saling bertabrakan, berikatan, dan membentuk gumpalan atau flokk (Wartiono dan Rosyida, 2018).

2.7.3 Flokulasi

Flokulasi merupakan ketika intiflok/mikroflokk bergabung menjadi molekul yang lebih besar yang disebut flokk. Proses flokulasi dilakukan dengan pengadukan lambat dan penambahan bahan kimia berupa flokulan. Pengadukan lambat 40-50 rpm akan membentuk koloid yang baik. Flokk yang terbentuk harus dipisahkan dengan cara pengendapan atau pengapungan. Metode *Clarifier* dapat

digunakan jika ingin memisahkan flok dengan cara sedimentasi. Jika memasukkan gelembung udara untuk membuat flok mengapung, maka flok diambil dengan *skimmer* (Suryanti dkk, 2019).

Terdapat dua jenis flokulasi sebagai berikut:

1. Flokulasi perikinetik

Flok yang terbentuk akibat gerak termal yang dikenal dengan gerak brown. Gerakan acak partikel koloid akibat pertumbuhan molekul air menyebabkan kombinasi antar partikel yang lebih kecil dari $1 < 100$ milimikron (Sans, 1986).

2. Flokulasi ortokinetik

Proses pembentukan flok disebabkan oleh terbentuknya pergerakan medium air misalnya pada saat proses pengadukan. Secara umum kecepatan aliran fluida berbeda-beda tergantung lokasi dan waktu (Sans, 1986).

2.8 Koagulan

Koagulan terdiri dari bahan kimia dan alam yang dibutuhkan dalam pengolahan air untuk membantu mengendapkan koloid atau partikel yang sulit mengendap. Koagulan merupakan senyawa yang memiliki kemampuan untuk mendestabilisasi koloid dengan cara menetralkan muatan pada koloid sehingga memungkinkan berikatan satu sama lain untuk membentuk flok yang lebih besar dan mudah mengendap. Jenis koagulan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut (Asmiyarna dkk, 2021):

2.8.1 Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$)

Aluminium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) dikenal dengan alum atau tawas. Aluminium sulfat berupa cair dengan konsentrasi 8,3% atau batu kristal dan bubuk dengan konsentrasi 17%. Aluminium sulfat berupa bubuk atau batu kristal dapat mudah larut dalam air, tetapi larutannya menimbulkan korosi pada besi dan/atau beton

sehingga tangki yang terbuat dari bahan-bahan ini memerlukan lapisan pelindung. Terbentuknya flok pada aluminium hidroksida $Al(OH)_3$ merupakan hasil reaksi koagulan yang bersifat asam dengan alkalinitas air umumnya mengandung kalsium bikarbonat dan basa tambahan, seperti *hydrate lime*, natrium hidroksida, atau natrium karbonat. Aluminium sulfat sangat bergantung pada sifat air yang diolah dan dengan rentang pH 6-8 (Wahyudin, 2022).

2.8.2 Poly Aluminium Chloride (PAC)

PAC merupakan senyawa anorganik kompleks yang mana ion hidroksil dan aluminium mengalami proses klorinasi yang berbeda sehingga membentuk rumus umum $Al_nCl_{(3n-m)}(OH)_m$ dan partikel berinti banyak. Karena tingkat polimerisasinya yang tinggi, PAC sangat cocok untuk air bersifat basa lemah yang memerlukan penghilangan warna dan waktu reaksi yang cepat. PAC mengandung Al_2O_3 sebanyak 10-12% dan basa minimal 50 %. PAC dapat bekerja dengan dosis yang rendah, memiliki kisaran pH yang luas, dan tahan terhadap suhu. PAC memiliki biaya yang rendah sehingga ekonomis dalam operasi pengolahan air, daya adsorpsi yang lebih stabil, dan dapat menghasilkan flok yang stabil walaupun dioperasikan pada suhu yang rendah (Iwuozor, 2019).

2.9 Flokulan

Flokulan adalah polimer organik (polielektrolit) berbentuk molekul panjang dengan gugus yang mampu mengikat partikel menjadi satu. Flokulan ditambahkan ke dalam air limbah untuk memflokulasi dan mengentalkan lumpur yang dihasilkan dari proses koagulasi. Flokulan membantu memisahkan air dan kotoran lebih cepat. Flokulan terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu polimer kationik, polimer anionik, dan poliakrilamida (polimer non-ionik). Salah satu jenis flokulan yang digunakan dalam penelitian ini adalah polimer anionik (Iwuozor, 2019).

2.9.1 Polimer Anionik

Dalam koagulasi-flokulasi, garam logam kationik umumnya digunakan untuk proses flokulasi. Salah satunya polimer anionik yang digunakan sebagai inisiator flokulasi. Dalam tahapan flokulasi, polimer anionik umumnya digunakan sebagai penginisiasi flokulasi sekaligus koagulasi. Polimer anionik digunakan untuk mengurangi konsentrasi koloid, mikroorganisme, kekeruhan, logam berat, dan warna zat. Agar proses destabilisasi menjadi efektif, molekul polimer harus mengandung gugus kimia yang dapat berinteraksi dengan permukaan partikel koloid. Ketika terjadi kontak antara molekul polimer dan partikel koloid, beberapa gugus kimia dalam polimer diserap ke permukaan partikel. Kemudian, sisa molekul polimer tetap berada di dalam larutan. Ikatan terjadi ketika ada kontak antara molekul polimer yang tersisa dan partikel kedua dengan permukaan penyerap yang kosong (Chong, 2012).

2.10 Faktor yang Mempengaruhi Proses Koagulasi-Flokulasi

Berikut merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi koagulasi-flokulasi, yaitu:

a. Dosis koagulan dan flokulan

Penambahan dosis koagulan dan flokulan yang banyak belum tentu memberikan hasil yang terbaik. Dosis koagulan dan flokulan yang dibutuhkan dalam pengolahan tidak berdasarkan pada kadar kekeruhan, tetapi harus ada uji secara laboratorium dengan menggunakan metode *jar test*. Jika kekeruhan dalam air disebabkan oleh dominasi lumpur baik halus atau kasar, maka kebutuhan dosis koagulan dan flokulan hanya sedikit. Jika kekeruhan akibat adanya koloid, maka dibutuhkan dosis yang besar (Nasriyanti, 2020).

b. Kecepatan dan waktu pengadukan

Kecepatan dan waktu pengadukan dapat mempengaruhi proses pembentukan flok. Jika kecepatan pengadukan terlalu lambat, maka pembentukan flok akan lambat. Kecepatan pengadukan yang terlalu cepat dapat menyebabkan pecahnya flok yang sudah terbentuk. Waktu pengadukan sangat berpengaruh karena berhubungan dengan waktu yang dibutuhkan *presipitat* untuk saling bertumbukan satu sama lain sehingga membentuk *flow* dengan kualitas terbaik (Asmiyarna dkk, 2021).

c. pH

pH memiliki peranan yang sangat penting dalam mempengaruhi proses koagulasi-flokulasi. Umumnya koagulan dan flokulan dapat bekerja pada rentang pH tertentu. pH air limbah yang terlalu tinggi atau rendah menyebabkan koagulan bekerja secara tidak optimal. Dalam netralisasi air limbah, pengaturan pH yang tidak tepat akan menghasilkan hasil akhir yang kurang sesuai (Nasriyanti, 2020).

d. Suhu

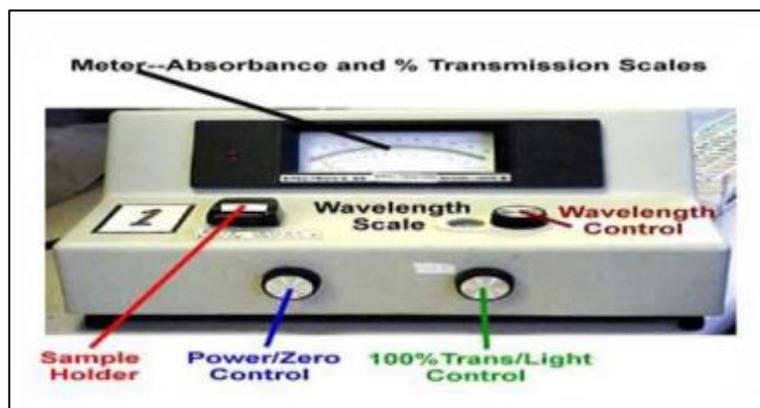
Perubahan suhu menyebabkan perubahan pada viskositas. Semakin meningkatnya suhu, maka viskositas semakin kecil. Koagulasi lebih cepat terbentuk pada suhu kamar atau suhu ruang. Pada suhu yang tinggi, flokulasi berlangsung lebih lambat dan flok yang terbentuk lebih sedikit. Selain itu, suhu tinggi dapat melarutkan kembali koagulasi yang terbentuk, sedangkan suhu rendah dapat menghambat laju penggumpalan sehingga pembentukan flok menjadi lebih lama (Nasriyanti, 2020).

e. Tingkat kekeruhan

Tingkat kekeruhan yang rendah saat proses destabilisasi akan sulit terjadi. Sebaliknya, tingkat kekeruhan air yang tinggi maka proses destabilisasi akan berlangsung cepat. Jika kondisi tersebut menggunakan dosis koagulan dan flokulan

yang rendah, maka pembentukan flok kurang efektif. Penurunan kekeruhan disebabkan oleh banyaknya flok yang terbentuk karena adanya ikatan antara koloid dan partikel koagulan yang digunakan. Penurunan kekeruhan yang signifikan terjadi karena dosis koagulan dan flokulan yang tepat (Zaimaturahmi dkk, 2023).

2.11 Spektrofotometer Uv-Vis



Gambar 2.1 Spektrofotometer UV-Vis

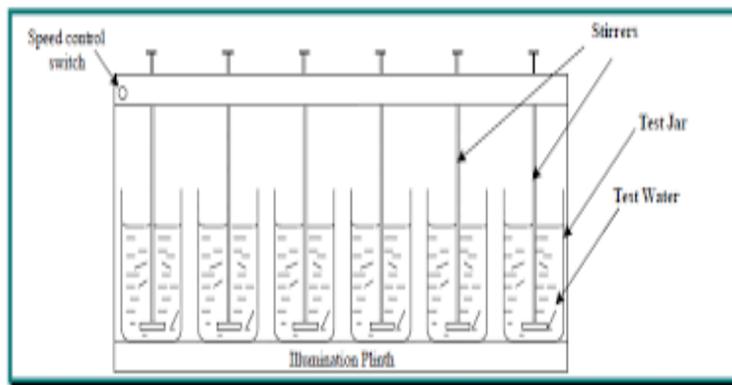
Spektrofotometri adalah metode pengukuran berdasarkan interaksi radiasi elektromagnetik dan partikel. Interaksi ini mengakibatkan penyerapan atau pelepasan energi oleh partikel yang berhubungan dengan konsentrasi zat yang dianalisis dalam larutan. Spektrofotometer UV-Vis (Ultraviolet-Visibel) adalah alat untuk mengukur transmisi, refleksi dan penyerapan suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang, melakukan pengukuran dalam rentang ultraviolet dan cahaya tampak. Spektrofotometer UV-Vis (Ultraviolet-Visibel) adalah salah satu dari banyak instrument yang digunakan untuk menganalisis senyawa (Sumarwanto dan Hartati, 2018).

Prinsip dasar spektrofotometer UV-Vis adalah didahului dengan suatu molekul menyerap radiasi UV atau sinar tampak pada tingkat panjang gelombang tertentu.

Elektron-elektron di dalam molekul tersebut mengalami transisi dari tingkat energi yang lebih rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Terdapat tingkatan dan setiap senyawa memiliki karakteristik yang berbeda. Jika energi radiasi yang dipancarkan atom zat yang dianalisis sama dengan perbedaan tingkat energi transisi elektronnya, maka cahaya dari sumber radiasi dapat diserap oleh molekul (Sumarwanto dan Hartati, 2018).

2.12 Jar Test

Jar test digunakan untuk melakukan proses koagulasi-flokulasi salah satunya dalam skala laboratorium. Metode koagulasi-flokulasi menggunakan *jar test* didahului dengan beberapa tahapan. Sampel air yang akan diolah dimasukkan ke dalam gelas beker. Setelah itu, ditambahkan koagulan dan flokulan dengan dosis berbeda ke dalam setiap gelas beker. Selanjutnya, proses pengadukan cepat dan lambat, kemudian dibiarkan hingga flok mengendap (Anzar, 2018).



Gambar 2.2 Jar Test

Jar test dilengkapi dengan flokulator. Prinsip kerja flokulator terbagi menjadi 3 jenis, yaitu *pneumatic*, *mechanic*, dan *baffle*. Flokulator adalah alat yang digunakan untuk flokulasi dan pada dasarnya flokulator bertugas untuk pengadukan cepat agar tidak terdapat mikroflok yang menggumpal. Penggunaan alat *jar test* dapat

memberikan data mengenai kondisi optimum untuk parameter-parameter, antara lain dosis koagulan, pH, metode penambahan bahan kimia, kepekatan larutan kimia, waktu dan intensitas pengadukan cepat, pengadukan lambat, dan waktu penjernihan. Alat *jar test* akan mensimulasikan proses koagulasi-flokulasi untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan zat-zat organik yang dapat menyebabkan masalah kekeruhan, warna, bau, dan rasa (Anzar, 2018).