

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cemaran Air Limbah Industri

Pencemaran dapat didefinisikan dengan masuknya benda asing yang tidak dikehendaki ke dalam suatu lingkungan. Pencemaran disebabkan oleh adanya bahan pencemar di suatu lingkungan dalam jumlah yang melebihi batas yang bisa diterima oleh lingkungan. Harga pencemaran bisa diukur dari biaya akibat dari eksploitasi sumber daya, biaya pengendalian pencemaran, dan biaya kesehatan manusia. Terjadinya masalah pencemaran dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup di alam ini. Secara umum para ahli membuat klasifikasi pencemaran menjadi pencemaran udara, pencemaran air, dan pencemaran tanah. Pengelompokan ini didasarkan pada objek di mana bahan pencemar itu berada atau media pencemaran.

Secara umum sumber pencemaran dapat dikelompokkan dalam 2 golongan besar, yaitu sumber polutan yang berupa kegiatan/hasil kegiatan manusia dan sumber polutan yang berupa kejadian alamiah. Pencemaran yang berasal dari hasil kegiatan manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya sehari-hari. Manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya sehari-hari selalu menghasilkan limbah/hasil samping yang tidak dikehendaki. Termasuk dalam kelompok pencemaran dari kegiatan manusia adalah:

- a. Kegiatan manusia yang dilakukan di lingkungan rumah tangga sehari-hari, misalnya memasak, mandi, mencuci, menyapu, mengepel, menggunakan racun serangga (obat nyamuk pada malam hari). Menghasilkan limbah domestik, baik limbah cair, limbah gas, limbah padat maupun bahaya radiasi bahan radioaktif yang mengganggu kehidupan manusia itu sendiri.
- b. Kegiatan yang dilakukan manusia untuk meningkatkan produksi di areal pertanian atau perkebunannya, misalnya kegiatan-kegiatan berupa penggunaan pestisida dan penggunaan pupuk buatan, dapat menghasilkan residu di lahan pertanian atau perkebunan yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas tanah tersebut.

- c. Penggunaan alat transportasi dalam mobilitasnya sehari-hari, misalnya penggunaan kendaraan bermotor yang menggunakan BBM, kereta api, pesawat udara, kapal laut, dan kapal motor yang menggunakan mesin disel BBM. Bahan pencemar bukan hanya berasal dari BBM itu saja, tetapi juga dari proses lain dari alat transportasi tersebut yang menghasilkan bahan gas, partikel debu, dan bising yang menyebabkan terjadinya pencemaran udara.
- d. Kegiatan yang dilakukan di lahan pertambangan untuk memperoleh bahan tambang. Tambang emas, tambang aluminium, dan tambang bijih besi dalam prosesnya selalu menimbulkan limbah yang tidak dikehendaki yang membahayakan kehidupan manusia. Tambang emas dalam prosesnya menggunakan air raksa (Hg) sehingga limbahnya proses penambangan emas mengandung Hg.
- e. Proses Industri dilakukan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhannya akan barang yang dihasilkan oleh industri, misalnya pabrik bahan kimia, otomotif, atau pabrik makanan dan minuman. Proses pembuatan bahan jadi dari bahan baku ini selalu menghasilkan limbah baik cair maupun padat yang tidak dikehendaki oleh manusia. Genset banyak digunakan dalam proses industri.

Pencemaran yang berasal dari proses perubahan yang terjadi secara alamiah di alam raya. Proses tersebut berada di luar kemampuan manusia untuk mengendalikannya. Termasuk dalam jenis pencemaran tersebut antara lain adalah:

- a. Pencemaran dari kejadian gunung berapi yang meletus. Gas beracun, abu, pasir, lava, dan panas dikeluarkan oleh letusan gunung berapi yang dapat mencemari lingkungan sekitarnya. Sumber gas alam yang beracun juga dihasilkan oleh perut bumi.
- b. Terjadinya pencemaran akibat bencana alam banjir. Berbagai macam limbah mencemari sumber-sumber air bersih/air minum, rumah permukiman, dan semua sarana kehidupan di daerah tersebut.

- c. Terjadinya pencemaran akibat bencana alam gempa bumi dan gelombang tsunami Limbah padat, air kotor dan mayat (terutama mayat satwa yang tidak terurus), mencemari sumber-sumber air bersih/air minum.

2.2 Air Limbah

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001, air limbah dapat didefinisikan sebagai sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah dapat berasal dari dua jenis sumber yaitu air limbah rumah tangga dan air limbah industri. Secara umum air limbah rumah tangga tidak terkandung zat – zat berbahaya, sedangkan di dalam air limbah industri dibedakan antara limbah yang mengandung zat – zat yang berbahaya dan yang tidak.

Berdasarkan nilai ekonominya air limbah dibedakan menjadi air limbah yang mempunyai nilai ekonomis dan air limbah yang tidak memiliki nilai ekonomis. Air Limbah yang memiliki nilai ekonomis yaitu limbah dimana dengan melalui suatu proses lanjut akan memberikan suatu nilai tambah. Air Limbah non ekonomis adalah suatu limbah yang walaupun telah dilakukan proses lanjut dengan cara apapun tidak akan memberikan nilai tambah kecuali sekedar untuk mempermudah sistem pembuangan. air Limbah jenis ini sering menimbulkan masalah pencemaran dan kerusakan lingkungan (Kristanto, 2002).

2.3 Air Limbah Industri

Air limbah industri adalah air kotor buangan industri – industri, Limbah Industri dapat berupa limbah padat, limbah cair dan gas. Limbah padat tergantung dari jenis bahan baku dan produk dari suatu industri berasal dari sisa – sisa produksi yang dapat diatasi dalam pabrik, atau bahkan dapat dimanfaatkan untuk hal lain. Limbah gas yang dikeluarkan oleh industri juga tergantung jenis bahan baku yang digunakan dan diproduksi.

Sedangkan untuk air limbah cair ini sangat bergantung pada tipe, macam aktivitas dan besar kecilnya industri. Pada umumnya air limbah industri ini berasal dari :

- a. Air limbah berasal dari proses produksi

Banyaknya limbah dan kualitas air limbah ini bergantung pada jenis produksi yang dihasilkan pabrik. Biasanya banyak mengandung senyawa-senyawa organik terlarut, zat warna, kadang-kadang mikroba (bagi pabrik yang menggunakan proses mikrobiologi, mineral, dan lain-lain).

b. Air pencuci alat-alat, mesin, wadah dan lain

Air ini biasanya banyak mengandung detergen, antiseptik dan materi terdispersi, serta kadang-kadang mengandung sedikit produk yang dihasilkan pabrik tersebut.

c. Air yang berasal dari pemanas atau pendingin

Air limbah ini dikenal dengan istilah pencemaran termik, karena air limbah ini mempunyai suhu yang tinggi.

d. Air berasal dari laboratorium pengawasan kualitas

Air limbah ini banyak mengandung senyawa kimia yang sering digunakan dalam proses pengawasan seperti pelarut organik, garam, asam, basa-basa dan lain.

e. Air limbah domestik maupun industri banyak mengandung senyawa organik yang dapat digunakan oleh beberapa organisme terutama mikroorganisme yang terdapat di lingkungan.

Organisme tersebut memetabolisme senyawa organik tadi lewat reaksi oksidasi dengan menggunakan oksigen yang terlarut dalam air. Oleh karena oksigen mempunyai kelarutan relatif kecil, akan dengan cepat terkonsumsi yang akhirnya menyebabkan air kekurangan oksigen dan lingkungan menjadi anaerobik. Begitu terjadi defisit oksigen, maka beberapa organisme yang hidupnya menggunakan oksigen seperti ikan dan bakteri aerobik akan mati. Di samping itu ada beberapa senyawa organik atau hasil dari degradasinya yang bersifat toksik untuk kehidupan fauna maupun flora yang hidup dalam badan air. Senyawa organik yang mengandung N, terutama N amonikal bersifat dapat memodifikasi keseimbangan ekologi, yang diantaranya adalah hilangnya beberapa spesies ikan akibat keracunan amonia. Perlu ditambahkan bahwa sifat toksik beberapa senyawa tergantung dari beberapa faktor yaitu

konsentrasi, suhu, adanya senyawa lain dan daya tahan dari mikroorganisme.

2.4 Parameter Kualitas Air Limbah

Untuk menentukan kelayakan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan, dilakukan analisis berdasarkan parameter yang telah ditetapkan, baik parameter fisika maupun kimia. Parameter fisika parameter yang dapat diamati akibat adanya perubahan fisika dalam air. Parameter fisika dalam air limbah meliputi:

a. TDS (Total Dissolve Solid)

TDS (Total Dissolve Solid) adalah ukuran zat terlarut (baik itu zat organik maupun anorganik, misalnya garam dan sebagainya) yang terdapat pada sebuah larutan. TDS meter menggambarkan jumlah zat terlarut dalam Part Per Million (PPM) atau sama dengan milligram per Liter (mg/L) (Ihsan, 2008).

b. TSS (Total Suspended Solid)

TSS (Total Suspended Solid) atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas berpori – pori 0,45 μm (Huda,2009)

Sedangkan parameter kimia parameter yang dianalisis untuk mengetahui komposisi air, senyawa – senyawa kimia , dan sifat dari air. Parameter kimia dalam air limbah meliputi:

a. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Biochemical Oxygen Demand didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi (Pescod, 2005)

b. Chemical oxygen demand (COD)

Chemical oxygen demand (COD) adalah ukuran oksigen yang dikonsumsi selama dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan kimia anorganik seperti ammonia dan nitrit. COD merupakan salah satu parameter kualitas air yang cukup penting, dikarenakan COD dapat menilai dampak effluent

air limbah yang akan dibuang pada lingkungan penerima (badan air). Tingkat COD tinggi menandakan banyaknya jumlah bahan organik yang teroksidasi pada sampel, yang akan mengurangi tingkat oksigen terlarut (DO). Penurunan DO dapat mengakibatkan kondisi anaerob, yang dapat mengakibatkan rusaknya kehidupan air (Suci, 2012).

c. Nitrogen ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$)

Nitrogen ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) merupakan total ammonia yang terukur di perairan. Ammonia merupakan salah satu parameter penentu kualitas air. Kadar ammonia di dalam air limbah industry dibatasi karena air limbah industry nantinya akan dibuang ke lingkungan seperti air sungai. Keberadaan ammonia dalam air sungai yang melebihi ambang batas dapat mengganggu ekosistem perairan dan makhluk hidup lainnya

d. pH

pH didefinisikan sebagai logaritme negatif dari konsentrasi ion hidrogen $[\text{H}^+]$ yang mempunyai skala antara 0 sampai 14. pH mengindikasikan apakah air tersebut netral, basa atau asam. Air dengan pH dibawah 7 termasuk asam dan diatas 7 termasuk basa. pH merupakan variabel kualitas air yang dinamis dan berfluktuasi sepanjang hari (Boyd, 2002).

2.5 Amonia

Ammonia diperairan terukur sebagai nitrogen ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) atau total ammonia yang merupakan salah satu parameter pencemaran air, keberadaan ammonia dalam air sungai yang melebihi ambang batas dapat mengganggu ekosistem perairan dan makhluk hidup lainnya, karena jika ammonia terlarut di perairan konsentrasi ammonia akan meningkat yang akan menyebabkan keracunan bagi hampir semua organisme perairan (Murti, et al 2014).

Ammonia (NH_3) dan garam-garamnya merupakan senyawa yang bersifat mudah larut dalam air. Ion ammonium merupakan transisi dari ammonia, selain terdapat dalam bentuk gas ammonia juga dapat berbentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Ammonia banyak digunakan dalam proses produksi urea, industri bahan kimia, serta industri bubur dan kertas (Effendi, 2003).

Ammonia dalam air mudah terkomposisi menjadi ion ammonium dengan persamaan sebagai berikut :



Ammonium bereaksi dengan basa karena adanya pasangan bebas yang aktif dari nitrogen, sehingga menarik ikatan elektron pada molekul ammonia ke arahnya. Kombinasi dan negatifitas ekstra tersebut dan daya tarik pasangan bebas, menarik hidrogen dari air (Halalayah, 2013).

Air limbah yang dihasilkan dari limbah ammonia sering dikeluarkan dalam bentuk gas. Limbah ini apabila langsung dibuang ke udara dan dihirup oleh manusia maka akan mengakibatkan gangguan kesehatan seperti iritasi yang kuat terhadap sistem pernafasan bagian atas yakni daerah hidung hingga tenggorokan. Terpapar gas ammonia pada tingkatan tertentu dapat menyebabkan gangguan fungsi paru-paru dan sensitivitas indera penciuman.

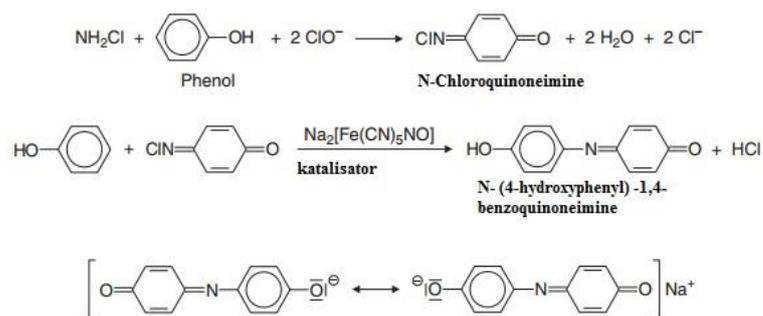
Pada tekanan dan suhu normal ammonia dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan ion ammonium. Selain terdapat dalam bentuk gas ammonia juga membentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Ammonia juga dapat terserap ke dalam bahan-bahan tersuspensi dan koloid sehingga mengendap di dasar perairan. Ammonia diperairan dapat menghilang melalui proses volatilisasi karena tekanan parsial ammonia dalam larutan meningkat dengan semakin meningkatnya pH. Ammonia dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air.

Ammonia banyak terkandung dalam limbah cair, baik limbah domestik, limbah pertanian, maupun limbah dari pabrik, terutama pabrik pupuk nitrogen (Bonnin dkk, 2008). Limbah cair dari pabrik ammonia mengandung ammonia sampai 1000 mg/L limbah, pabrik ammonium nitrat mengeluarkan limbah cair dengan kandungan ammonia sebesar 2500 mg/L, sedangkan limbah peternakan dan rumah tangga mengandung ammonia dengan konsentrasi antara 100-250 mg/L. Konsentrasi ammonia diatas 0,11 mg/L akan menimbulkan resiko gangguan pertumbuhan pada semua spesies ikan. Oleh karena itu keberadaan ammonia di dalam air limbah sangat dibatasi. Di Indonesia kadar ammonia pada limbah cair juga dibatasi di dalam peraturan menteri lingkungan hidup republik indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang

baku mutu air limbah kadar ammonia total yang diperbolehkan adalah tidak lebih atau sama dengan 5 mg/l untuk golongan I dan 10 mg/l untuk golongan II.

2.6 Analisis Ammonia

Analisis ammonia air menggunakan metode phenat ini didasarkan terjadinya reaksi antara ammonia dengan Sodium Hypochlorite (NaOCl) dan phenol, serta menggunakan katalisator sodium nitroprusite yang akan menghasilkan indophenol yang berwarna biru pucat warna biru ini dapat stabil selama 24 jam, kemudian setelah itu dapat diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Warna biru dihasilkan berdasarkan reaksi berikut :



**Gambar 2.1. Reaksi pembentukan warna pada analisis ammonia
(Abu, 2017)**

Spektrofotometri UV-Vis merupakan pengukuran energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu. Sinar ultraviolet (UV) mempunyai panjang gelombang 200-400 nm, dan sinar tampak (Visible) mempunyai panjang gelombang 400-800 nm. Sinar yang diserap oleh suatu zat berbeda dengan cahaya yang ditangkap oleh mata manusia. Sinar yang tampak atau sinar yang dilihat dalam kehidupan sehari-hari disebut warna komplementer. Misalnya suatu zat akan berwarna orange bila menyerap warna biru dari spektrum sinar tampak dan suatu zat akan berwarna hitam bila menyerap semua warna yang terdapat pada spektrum sinar tampak. Untuk lebih jelasnya perhatikan tabel berikut:

Tabel 2.1 Panjang Gelombang dan Warna Komplementer (Rakhmiami, 2012)

Panjang Gelombang (nm)	Warna yang diserap	Warna komplementer
400 - 435	Ungu	Hijau kekuningan
435 - 480	Biru	Kuning
480 - 490	Biru kehijauan	Jingga
490 - 500	Hijau kebiruan	Merah
500 - 560	Hijau	Ungu kemerahan
560 - 580	Hijau kekuningan	Ungu
580 - 595	Kuning	Biru
595 - 610	Jingga	Biru kehijauan
610 - 800	Merah	Hijau kebiruan

Pengukuran spektrofotometri menggunakan alat spektrofotometer yang melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang di analisis, sehingga spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Spektrum UV-Vis sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif. Konsentrasi dari analit di dalam larutan bisa ditentukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tertentu menggunakan hukum Lambert-Beer (Day dan Underwood, 1986).

Hukum Lambert-Beer menyatakan hubungan linearitas antara absorbansi dengan konsentrasi larutan analit dan berbanding terbalik dengan transmitansi. Adapun persamaan hukum Lambert beer: (Day dan Underwood, 1986).

$$A = - \log T = \epsilon \cdot b \cdot c$$

Dimana :

A = Absorbansi

T = Transmittansi

ϵ = absorptivitas molar ($\text{Lcm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$)

c = konsentrasi zat (M)

b = panjang sel (cm)