

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Limbah dan Penanganannya

Menurut Kristanto (2002) Limbah merupakan buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomi. Limbah adalah sampah cair dari suatu lingkungan masyarakat dan terutama terdiri dari air yang telah dipergunakan hampir 0,1% berupa benda-benda padat yang terdiri dari zat organik dan anorganik (Mahida,1992).

Limbah cair merupakan bahan buangan yang timbul karena adanya kehidupan manusia, selain air hujan sebagai salah satu komponen limbah cair yang timbul secara alamiah dari aktivitas alam, limbah cair timbul sebagai akibat dari adanya kehidupan manusia sebagai makhluk individu maupun makhluk sosial (Purwanto,1990 *dalam* Suparman dan Suparmin, 2002).

Limbah industri bersumber dari kegiatan industri baik karena proses secara langsung maupun proses secara tidak langsung. Limbah yang bersumber langsung dari kegiatan industri yaitu limbah dengan proses produksi sedang berlangsung, dimana produksi dan limbah hadir pada saat yang sama (Ginting,2007). Sedangkan menurut Effendi (2003), pengelolaan sumber daya air sangat penting agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dengan tingkat mutu yang diinginkan, salah satu langkah pengelolaan yang dilakukan adalah pemantauan dan pengolahan data kualitas air, mencakup kualitas fisika, kimia dan biologi. Namun, sebelum melangkah pada tahap pengelolaan diperlukan pemahaman yang baik tentang karakteristik dan interkoneksi parameter-parameter kualitas air.

Pengolahan limbah dengan memanfaatkan teknologi pengolahan dapat dilakukan dengan cara fisika, kimia dan biologis atau gabungan ketiga sistem pengolahan tersebut (Ginting, 2007).

Teknologi pengolahan limbah menurut Mahadi (1984) ada 3 cara, yaitu pengolahan secara mekanis, kimiawi dan biologis. Limbah berdasarkan tahapan pelaksanaannya terdiri dari 3 tahapan primer, sekunder dan tersier (Fardiaz, 1992)

Menurut Kristanto (2002), beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan teknologi, diantaranya :

- Karakteristik limbah dan standar kualitas *effluent* (limbah buangan).
- Sistem desain peralatan, yang berkaitan dengan kemampuannya untuk mengubah kualitas *influent* (limbah masuk) agar memenuhi standar kualitas *effluent*.

## 2.2 Limbah Tahu

Limbah cair industri pangan merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan. Jumlah dan karakteristik air limbah industri bervariasi menurut jenis industrinya. Contohnya adalah industri tahu dan tempe. Industri tahu dan tempe mengandung banyak bahan organik dan padatan terlarut. Untuk memproduksi 1 ton tahu atau tempe dihasilkan limbah sebanyak 3.000 – 5.000 Liter. Sumber limbah cair pabrik tahu berasal dari proses merendam kedelai serta proses akhir pemisahan jonjot-jonjot tahu (WordPress.com.2009).

Air limbah yang dihasilkan sangat bervariasi jumlahnya persatuan berat bahan baku, tergantung pada daerahnya masing-masing, pada umumnya jumlah air limbah yang dihasilkan 10% sampai 20% berat bahan baku (BBKLH.1993).

Proses produksi tahu menghasilkan 2 jenis limbah, limbah padat dan limbah cair. Pada umumnya, limbah padat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sedangkan limbah cair dibuang langsung ke lingkungan. Limbah cair pabrik tahu ini memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. Tanpa proses penanganan dengan baik, limbah tahu menyebabkan dampak negatif seperti pencemaran air, bau tidak sedap, sumber penyakit, meningkatkan pertumbuhan nyamuk, dan menurunkan kualitas perairan lingkungan sekitar (WordPress.com.2008).

Limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu merupakan limbah organik yang *degradable* atau mudah diuraikan oleh mikroorganisme secara alamiah. Namun karena sebagian besar pemrakarsa yang bergerak dalam industri tahu adalah orang-orang yang hanya mempunyai modal terbatas (Darsono.2007).

Sehingga perhatian terhadap pengolahan limbah industri tahu sangat kecil, dan *bahkan ada beberapa industri tahu yang tidak mengolah limbahnya sama sekali* dan langsung dibuang ke lingkungan. Maka dari itu diperlukan bahan padat sebagai bahan penyerap (*absorbent*) untuk menurunkan kandungan bahan organik, adapun bahan yang sering dipergunakan adalah karbon aktif.

### 2.3 Karbon Aktif

Karbon atau arang aktif adalah material yang berbentuk butiran atau bubuk yang berasal dari material yang mengandung karbon misalnya batubara, kulit kelapa, dan sebagainya. Arang Aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (Arifin, 2008).

Menurut Sugiharto (1987), karbon aktif berupa butiran karbon dan bubuk karbon untuk pengolahan air limbah, persiapan karbon digunakan melalui pembuatan arang dari bahan kayu atau batubara, bahan-bahan ini kemudian akan dibakar sampai berwarna merah. Karbon aktif adalah sejenis *absorbent* (penyerap), berwarna hitam, berbentuk bulat, pellet, karbon aktif yang berasal dari serbuk gergaji dan lignite mempunyai struktur yang rapuh dan berbentuk pellet. Sedangkan karbon aktif yang berbentuk bubuk atau serbuk, lembut, biasanya berasal dari tempurung kelapa, biji buah-buahan, atau briket batubara. Sedangkan sifat fisik yang paling penting adalah luas permukaannya (Priandani,2008).



Gambar 1. Karbon aktif (www.wordpress.2005).

Menurut Kristanto (2002) Karbon aktif *granular*, kebanyakan digunakan sebagai *filter bed* oleh karena itu disebut *karbon bed*, fungsi dari *karbon bed* :

- Sebagai filter, yaitu menyaring partikel yang terdapat di dalam air buangan.
- Sebagai media biologis, yang digunakan sebagai media untuk pertumbuhan bakteri dan juga sekaligus membantu pemurnian air.
- Sebagai adsorber, yaitu menyerap partikel.

Menurut Wordpress.com (2008) dalam satu gram karbon aktif, pada umumnya memiliki luas permukaan seluas 500-1500  $\mu\text{m}^2$ , sehingga sangat efektif dalam menangkap partikel-partikel yang sangat halus berukuran 0.01-0.0000001  $\mu\text{m}^2$ . Karbon aktif bersifat sangat aktif dan akan menyerap apa saja yang kontak dengan karbon tersebut. Dalam waktu 72 jam biasanya karbon aktif tersebut menjadi jenuh dan tidak aktif lagi. Oleh karena itu biasanya arang aktif di kemas dalam kemasan yang kedap udara.

#### 2.4 Bahan Organik

Bahan organik merupakan zat yang pada umumnya bagian dari binatang dan tumbuhan dengan komponen utamanya adalah karbohidrat, protein dan lemak. Bahan organik mudah mengalami pembusukan oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut dalam limbah (Sugiharto,1987). Beribu-ribu bahan organik baik bahan alami maupun sintetik masuk ke dalam badan air sebagai hasil aktivitas manusia. Penyusun utama bahan organik biasanya berupa polisakarida (karbohidrat), polipeptida (*protein*), lemak dan asam nukleat (*nucleid acid*) (Dudan,1972 dalam Effendi, 2003).

Menurut Sawyer dan McCarty (1978) dalam Effendi (2003), bahan organik berasal dari tiga sumber utama sebagai berikut :

1. Alam, misalnya *fiber*, minyak nabati dan hewani, lemak hewani, alkaloid, selulosa, kanji, gula, dan sebagainya.
2. Sintesis, yang meliputi semua bahan organik yang diproses oleh manusia.
3. Fermentasi, misalnya alkohol, aseton, gliserol, antibiotika, dan asam, yang semuanya diperoleh melalui aktivitas mikroorganisme.

Penentuan masing-masing bahan organik tersebut cukup sulit karena sangat kompleks. Oleh karena itu, ditentukan kandungan total bahan organik (*Total Organic Carbon*) atau TOC (Wetzel,1975 dalam Effendi,2003). Selain dengan pengukuran TOC menurut Effendi (2003), indikasi keberadaan bahan organik dapat diukur dengan parameter lain, misalnya kebutuhan oksigen biologi atau BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan kebutuhan oksigen kimiawi atau COD (*Chemical Oxygen Demand*).

Sehingga untuk menurunkan atau mengurangi konsentrasi bahan organik dalam suatu limbah cair, misalnya kandungan bahan organik pada limbah cair tahu, dengan cara menggunakan bahan penyerap (*absorbent*) yang mudah didapat, yaitu menggunakan karbon aktif.

## 2.5 Parameter Kualitas Air

### 2.5.1 *Chemical Oxygen Demand* (COD)

*Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana  $K_2Cr_2O_7$  digunakan sebagai sumber oksigen (Santika dan Alaerts.1985).

Menurut Boyd (1988) dalam Effendi (2003), COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi maupun yang sulit didegradasi menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Pada prosedur COD, oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi air sampel.

Menurut Effendi (2003), berdasarkan kemampuan oksidasi, penentuan nilai COD dianggap paling baik dalam menggambarkan keberadaan bahan organik, baik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didekomposisi secara biologis (*non biodegradable*).

Keberadaan bahan organik dapat berasal dari alam ataupun dari aktivitas rumah tangga dan industri, misalnya pabrik bubur kertas (*pulp*), pabrik kertas dan industri makanan, perairan yang memiliki nilai COD yang tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian, nilai COD pada perairan yang tidak yang tercemar dapat lebih dari 200 ppm dan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 ppm (UNESCO/WHO/UNEP, 1992 dalam Effendi,2003).

Sehingga diharapkan dengan menggunakan bahan penyerap (*absorbent*) yaitu karbon aktif dapat menurunkan kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada limbah cair tahu sesuai (Kep.51/MENLH/10/1995 dalam Effendi, 2003) dimana kandungan COD adalah kurang dari 100 ppm.

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

Menurut Effendi (2003), padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid*) merupakan bahan-bahan tersuspensi (diameter lebih dari 1  $\mu\text{m}$ ) yang tertahan pada saringan milipore dengan diameter pori 0.45  $\mu\text{m}$ . TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air.

Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak larut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen (Fardiaz.1992)

Menurut Alearts dan Santika (1984) analisa zat padat dalam air sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta untuk pengawasan proses-proses pengolahan dalam bidang air minum dan air buangan, zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang bersifat organis dan non organis.

Sehingga diharapkan dengan menggunakan bahan penyerap (*absorbent*) yaitu karbon aktif dapat menurunkan padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid*) pada limbah cair tahu sesuai (Kep.51/MENLH/10/1995 dalam Effendi, 2003) dimana kandungan TSS adalah 200 ppm.

### **2.5.3 Dissolved Oxygen (DO)**

Menurut Fardiaz (1992) oksigen sangat dibutuhkan oleh organisme perairan terutama oleh ikan, yaitu untuk pernafasan dan kelangsungan hidupnya. Kekurangan oksigen akan mengakibatkan kematian. Kadar oksigen terlarut dalam air selalu mengalami perubahan secara teratur sepanjang hari. Pada pagi hari oksigen terlarut paling rendah, semakin siang oksigen terlarut lambat laun akan meningkat dengan adanya proses fotosintesis yang akan mencapai maksimum pada sore hari.

Menurut Mahida (1992) oksigen yaitu (1) Sebagai gas yang penting dalam kimia dan biokimia; (2) Secara kontinyu dikonsumsi oleh hewan dan tumbuhan, serta diserap untuk proses dekomposisi bahan organik; (3) Diproduksi oleh tumbuhan melalui fotosintesis jika cahaya cukup.

Kadar oksigen yang terlarut di perairan alami bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian (*altitude*) serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin kecil (Jeffries dan Mills, 1996 dalam Efendi, 2003).

Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian (*diurnal*) dan musiman, tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi, dan limbah (*effluent*) yang masuk ke badan air (Efendi,2003).

Sehingga diharapkan dengan menggunakan bahan penyerap (*absorbent*) yaitu karbon aktif dapat menyesuaikan kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) pada limbah cair tahu sesuai (Kep.51/MENLH/10/1995 dalam Effendi, 2003).

#### 2.5.4 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2004), pH merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa sesuatu larutan. Ia merupakan juga satu cara untuk menyatakan konsentrasi ion ( $H^+$ ).

Nilai pH menyatakan nilai konsentrsai ion hidrogen dalam suatu larutan didefinisikan sebagai logaritma dari resiprokal aktivitas ion hidrogen dan secara matematis dinyatakan sebagai  $pH = -\log [H^+]$ , di mana  $H^+$  adalah banyaknya ion hidrogen dalam mol per liter larutan. Kemampuan air untuk mengikat atau melepaskan sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah larutan tersebut bersifat asam atau basa (Barus, 2002).

Menurut Fardiaz (1992), nilai pH air yang normal adalah sekitar netral, yaitu antara pH 6 sampai pH 8, sedangkan pH air yang terpolusi, misalnya air buangan, berbeda-beda tergantung dari jenis buangannya, sebagai contoh, air buangan pabrik pengalengan mempunyai pH 6,2 – 7,6. Air buangan pabrik susu dan produk-produk susu biasanya mempunyai pH 5,3 – 7,8. Air buangan pabrik bier mempunyai pH 5,5 – 7,4 sedangkan air buangan pabrik (*pulp*) dan kertas biasanya mempunyai pH 7,6 – 9,5.

Sehingga diharapkan dengan menggunakan bahan penyerap (*absorbent*) yaitu karbon aktif dapat menyesuaikan pH (Derajat Keasaman) pada limbah cair tahu sesuai dengan (Kep.51/MENLH/10/1995 *dalam* Effendi, 2003) dimana pH antara 6 – 9.

### 2.5.5 Suhu

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan air laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman badan air, perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air (Effendi, 2003).

Menurut Effendi (2003), peningkatan suhu perairan sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kali lipat. Namun, peningkatan suhu ini disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut sehingga keberadaan oksigen seringkali tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme untuk melakukan proses metabolisme dan respirasi.

Suhu mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kelarutan oksigen, pengukuran suhu sangat berguna dalam memperlihatkan kecenderungan aktivitas- aktivitas kimiawi dan biologi (Mahida, 1992).

Suhu air dapat mempengaruhi kehidupan biota air secara tidak langsung, yaitu melalui pengaruhnya terhadap kelarutan oksigen dalam air, semakin tinggi suhu air, semakin rendah daya larut oksigen di dalam air, dan sebaliknya. Pada suhu 36°C dan salinitas 36 ppt nilai kelarutan oksigen dalam air sebesar 5.53 ppm, sedangkan pada suhu 30°C dan 25°C serta salinitas yang sama kelarutan tersebut berturut-turut adalah setinggi 6.14 ppm dan 6.17 ppm (Saenong, 1992 *dalam* Grufan dan Tancung, 2005).

Sehingga diharapkan dengan menggunakan bahan penyerap (*absorbent*) yaitu karbon aktif dapat menyesuaikan suhu pada limbah cair tahu sesuai dengan (Kep.51/MENLH/10/1995 *dalam* Effendi, 2003) dimana suhu adalah 38C°.

