

## DEGRADASI BOD DAN COD PADA SISTEM LUMPUR AKTIF PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEKSTIL

Wage Komarawidjaja

Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan,  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

### Abstract

*Observation of waste parameter in textile wastewater treatment was done. This experimental investigation consist of three mayor textile parameter including total suspended solid (TSS), biological oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD). The parameters were collected and analyzed. The TSS, BOD and COD consentration in effluent of textile wastewater treatment is not exceeded the standard, but the efficiency of TSS, BOD and COD reduction is not statistically significant.*

**Key words:** BOD, COD, textile wastewater.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Secara nasional, penambahan jumlah industri tekstil serta peningkatan produksi tekstil sangat menunjang pembangunan yang sedang berjalan. Dengan perkembangan industri tekstil selain tersedia produk tekstil untuk konsumsi dalam negeri dan komoditi ekspor, juga dapat memberikan peluang kesempatan kerja bagi angkatan kerja Indonesia. Manfaat dari perkembangan industri tekstil, pada akhirnya diharapkan dapat memperbaiki kesejahteraan masyarakat dan meningkatkan pendapatan negara sebagai sumber biaya pembangunan nasional.

Seiring dengan peningkatan produksi tekstil, maka pertambahan limbah proses industri tekstil penting untuk diperhatikan, sehingga keberhasilan pembangunan yang sudah berjalan, tidak menimbulkan dampak yang berarti terhadap lingkungan akibat dihasilkannya sejumlah limbah.

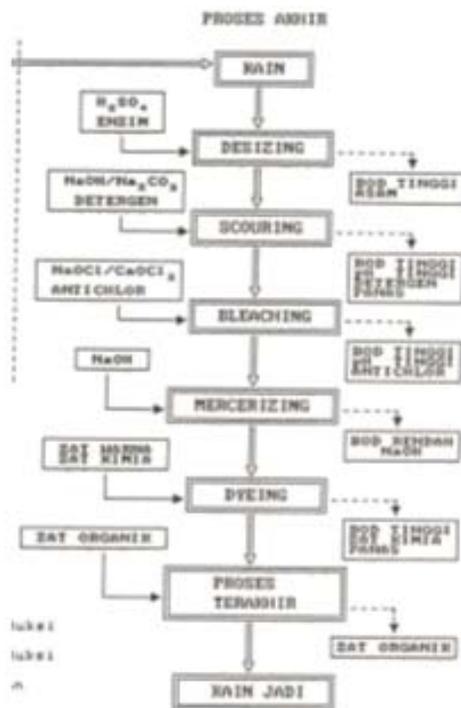
Pada umumnya limbah tekstil diolah secara fisik, kimia dan biologi, sebagaimana dijabarkan dalam pedoman pengelolaan limbah industri tekstil, yakni pengaturan sedimentasi, koagulasi, pH, oksigen terlarut (DO) dan pembuatan kolam lumpur aktif (*activated sludge*)<sup>(1)</sup>.

### 1.2 Upaya Penanganan

Limbah cair industri tekstil sebagaimana disajikan pada Gambar-1, berasal dari proses basah yang mencakup proses penghilangan kanji (*desizing*), penggelantangan (*bleaching*), pelepasan wax (*scouring*), dan pencelupan (*dyeing*)<sup>(1,2)</sup>. Limbah tersebut memiliki karakteristik alkalinitas, padatan tersuspensi (SS), suhu dan BOD dengan konsentrasi yang tinggi.

Mekipun sistem pengolahan limbah proses industri tekstil, sudah diatur dalam pedoman penanggulangan pencemaran limbah industri tekstil<sup>(1)</sup>, tanpa pengelolaan yang baik, maka perkembangan industri tekstil yang pesat akan meningkatkan

beban limbah yang diterima oleh lingkungan. Perubahan kualitas dan kuantitas limbah yang timbul selain dapat dideteksi pada limbah cair yang dihasilkan juga dapat diperiksa di badan air penerima limbah tersebut. Oleh karena itu, untuk menekan pencemaran lingkungan, perlu dilakukan pengolahan limbah dengan memanfaatkan teknik pengolahan fisika, kimia, dan biologi.



Gambar-1. Sumber Limbah Cair pada industri tekstil

Pada mulanya penggunaan proses pengolahan limbah secara fisika dan kimia tampak lebih menonjol. Sedangkan pengolahan secara biologis, hanya merupakan bagian kecil saja, padahal pengolahan biologis yang dirangkaikan dengan pengolahan secara fisik dan kimia mampu menurunkan konsentrasi BOD sebesar 90%<sup>3</sup>. Dengan demikian kombinasi ketiga jenis proses pengolahan limbah tersebut sangat bermanfaat dalam memperbaiki kualitas limbah.

Untuk menyusun sistem pengolahan limbah yang tepat, sebagai bahan pertimbangan diperlukan informasi kandungan limbah yang mencakup parameter fisik, kimia dan biologi, sehingga dapat ditentukan pengolahan secara fisik, kimia dan biologi atau merupakan kombinasi dari ketiga teknik pengolahan.

Ditinjau dari bahan baku dan bahan penolong dalam industri tekstil, maka limbah yang dihasilkan didominasi oleh senyawa organik meskipun ditemukan juga bahan anorganik. Gambaran ini ditunjukkan oleh konsentrasi BOD dalam limbah yang tinggi.

Dalam pengolahan limbah cair dengan menggunakan sistem Lumpur aktif, mikroba aerob merupakan organisme yang berperan sangat menonjol. Untuk memperbaiki peran mikroba dalam pengolahan limbah, terlebih dahulu harus diketahui kandungan limbah baik menyangkut parameter kualitas limbah yang berpengaruh terhadap kehidupan mikroba aerob maupun parameter yang diduga mampu dipengaruhi oleh mikroba tersebut. Parameter kualitas limbah yang berpengaruh terhadap kehidupan mikroba aerob, adalah suhu, pH, nutrien, dan DO, sedangkan parameter kualitas limbah yang menggambarkan aktivitas mikroba adalah perubahan kadar BOD.

### 1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan melakukan studi eksploratif untuk mengetahui kandungan beberapa parameter kunci limbah cair industri tekstil. Hasil telaah tersebut, diharapkan menjadi masukan yang bermanfaat bagi tindak lanjut pengolahan limbah industri tekstil.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan yang dianalisa berupa limbah cair yang diambil dari unit pengolah limbah

tekstil. Beberapa bahan kimia untuk melakukan analisis limbah meliputi kalium bikromat, kalium iodat, natrium tio-sulfat, asam sulfat, mangan sulfat, perak sulfat, ferro amonium sulfat dan beberapa larutan indikator.

Kualitas insitu limbah cair diukur menggunakan "water chacker quality" untuk mengetahui kondisi suhu, DHL, kekeruhan, dan pH. Sedangkan parameter lain diukur di Laboratorium Analitik.

## 2.2 Titik Pengambilan Sampel.

Sampel limbah cair diambil pada titik yang mampu memberikan gambaran kualitas limbah sebelum diolah, selama proses pengolahan dan setelah keluar dari proses pengolahan.

Kedudukan titik pengamatan pada unit pengolahan limbah tersebut disajikan pada Gambar-2.

## 2.3 Tahap Penelitian

Pada tahap ini contoh limbah diambil dari unit pengolahan limbah cair. Untuk parameter fisik-kimia, contoh limbah diambil dari semua titik pengamatan. Contoh limbah diambil 6 kali dengan selang waktu 2 minggu.

Analisis Laboratorium parameter fisik-kimia limbah cair mencakup suhu, derajat keasaman (pH), kekeruhan, SS, BOD<sub>5</sub> dan COD.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengamatan parameter fisik-kimia limbah cair pada unit pengolahan limbah industri tekstil ini mencakup suhu, pH, kekeruhan, SS, BOD dan COD.

Hasil analisis parameter fisik-kimia limbah titik pengamatan-2, 4, 5, 6 dan 7 memperlihatkan kisaran konsentrasi yang relatif stabil, baik parameter suhu (31-32°C) maupun pH (7-8) dan sebaliknya untuk

parameter SS, BOD dan COD pada titik pengamatan tersebut, tampak berfluktuasi konsentrasinya. Hal tersebut digambarkan oleh perbedaan konsentrasi parameter SS, BOD<sub>5</sub> dan COD antara kolam system Lumpur aktif (titik pengamatan-2, 4, 5, 6) dengan titik pengamatan-7.

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara LH No.Kep-03/MenKLH/10/ 1995, tentang baku mutu air limbah industri, bahwa parameter suhu, pH, SS dan BOD sesudah mengalami pengolahan pada unit pengolah system Lumpur aktif telah memenuhi baku mutu air limbah industri. Menurut Baku Mutu tersebut, kadar maksimum baku mutu pH 6-9, SS 50 mg/l, BOD 60 mg/l dan COD 150 mg/l. Dengan mengacu kepada baku mutu limbah cair industri tekstil tersebut, maka parameter pH, SS, BOD<sub>5</sub> dan COD telah memenuhi baku mutu<sup>(4)</sup>.

Kondisi parameter fisik-kimia limbah industri tekstil tersebut, secara rinci disajikan pada pembahasan berikut.

### 3.1 Suhu.

Suhu limbah yang akan memasuki kolam system Lumpur aktif diturunkan dan distabilkan pada tingkat tertentu melalui cooling tower. Penurunan suhu tersebut dimaksud agar mikroba pengurai limbah pada kolam Lumpur aktif mampu berperan secara optimal.

Berdasarkan hasil pengukuran, suhu pada titik pengamatan-2, 4, 5, 6 dan 7, secara rata-rata masing-masing 32.1°C, 32.4°C, 31.8°C, 31.9°C dan 31.8°C.

Kisaran suhu 30°C merupakan suhu yang baik bagi proses biodegradasi dan bioflokulasi limbah cair<sup>(5,6,7)</sup>. Fluktuasi suhu yang tinggi akan berpengaruh terhadap kelarutan oksigen, bahan organik, ion-ion, populasi dan keragaman mikroba dalam limbah, sebaliknya suhu yang stabil akan memudahkan dalam menentukan pasokan

kebutuhan oksigen dalam pengolahan limbah.

Menurut hasil analisis ragam, suhu yang terukur pada titik-titik pengamatan-2, 4, 5, 6 dan 7 diatas tidak berbeda pada taraf nyata 5%. Hal ini memberi gambaran bahwa fluktuasi suhu limbah masih dapat ditorelir, karena rentang suhu tersebut termasuk katagori homogen dan stabil.

### 3.2 Derajat keasaman (pH)

Limbah yang berasal dari proses basah pembuatan tekstil, seperti limbah pemakaian NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> atau detergen pada pelepasan wax dan penggunaan NaOCl atau CaOCl pada penggelantangan bersifat basa<sup>(1)</sup>. Hal tersebut ditunjukkan oleh titik pengamatan-3 dengan pH>8.

Untuk proses bioflokulasi dan biodegradasi yang optimum, maka pH tersebut diturunkan dan distabilkan menjadi sekitar pH 7. hal tersebut bertujuan untuk menyediakan kondisi lingkungan yang sesuai bagi aktifitas mikroba sekitar pH 7 (Lay dan Hastowo, 1992) dan kondisi pH bioflokulasi pada 6.5 dan 7.5 (Pipes, 1966)<sup>(6,12)</sup>. Lebih lanjut disebutkan oleh Gaudy dan Gaudy (1980) serta Sterritt dan

Lester (1988) bahwa hampir semua mikroba dapat hidup pada selang pH 5-9, tetapi pH yang stabil akan membantu proses biologis yang optimal, sebaliknya fluktuasi pH akan mengganggu proses biologis yang akan terjadi<sup>(7)</sup>.

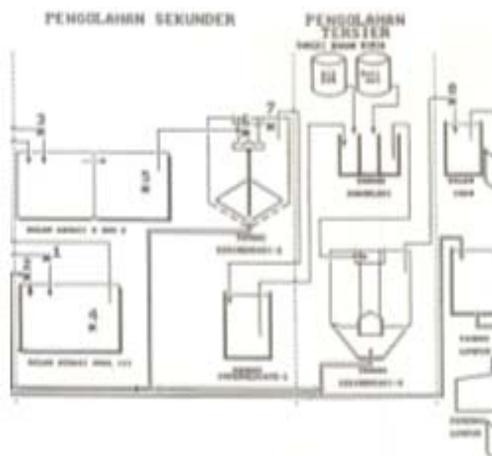
Menurut hasil analisis, pH pada titik pengamatan-2, 4, 5, 6 dan 7 masing-masing 7.8, 7.6, 7.8, 7.9 dan 8.0. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara LH No.Kep-03/MenKLH/10/ 1995, kondisi pH yang diukur telah memenuhi persyaratan baku mutu limbah industri.<sup>4</sup> Sedangkan hasil analisis ragam menyimpulkan bahwa titik pengamatan-4, 5, 6 dan 7 memiliki pH yang homogin, pada taraf nyata 5%. Data pH tersebut menunjukkan bahwa limbah berada dalam kondisi basa. Kondisi tersebut sesuai dengan uraian Saeni (1989) yang mengungkapkan bahwa kondisi perairan menjadi basa, bilamana air mengandung senyawa karbonat, bikarbonat atau hidroksida dan sebaliknya akan bersifat asam, bila air mengandung senyawa asam mineral kabanat.

### 3.3 Kekерuhan (Turbidity)

Menurut beberapa penulis, kekeruhan ditunjukkan oleh sifat optis air yang membiaskan cahaya yang akan masuk kedalam badan air. Timbulnya kekeruhan ini disebabkan oleh bahan padatan tersuspensi dari ukuran koloidal sampai disperse kasar baik berasal dari bahan organik maupun anorganik<sup>(9)</sup>.

Tinginya konsentrasi kekeruhan yang terukur, berasal dari limbah proses basah pembuatan tekstil, seperti penghilangan kanji, pelepasan wax, penggelantangan dan pencelupan. Secara umum, konsentrasi kekeruhan yang semakin meningkat akan berpengaruh negative terhadap kelarutan oksigen dalam limbah<sup>(10)</sup>, padahal oksigen dibutuhkan dalam proses biodegradasi dan bioflokulasi<sup>(6,7)</sup>.

Hasil analisis kekeruhan pada titik pengamatan-2, 4, 5, 6 dan 7 masing-masing



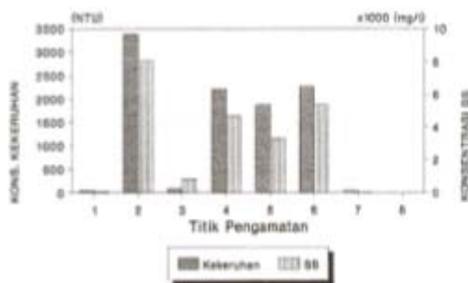
Gambar-2. Titik pengamatan Kualitas limbah cair pada kolam pengolahan limbah cair tekstil.

3370 NTU, 2219 NTU, 1887 NTU, 2272 NTU dan 40 NTU (Tabel 8). Titik pengamatan-7 yang merupakan hasil proses pada sistem Lumpur aktif (titik pengamatan-2, 4, 5 dan 6) sebagaimana disajikan pada Gambar-3 mengandung konsentrasi kekeruhan yang sangat rendah. Data analisis ragam menunjukkan bahwa titik pengamatan-7 berbeda nyata dengan titik pengamatan-2, 4, 5 dan 6 pada taraf nyata 5%. Hasil analisis ragam tersebut menggambarkan bahwa sistem Lumpur aktif mampu memberikan kontribusi terhadap proses flokulasi sebagai besar partikel, sehingga kekeruhan yang terukur pada titik pengamatan-7 sangat rendah.

Tingkat keberhasilan dalam menurunkan konsentrasi kekeruhan secara biologis tersebut, dipengaruhi oleh pH(6-9), suhu (sekitar 30°C) dan DO (0.5 mg/l) lingkungan yang diperlukan bagi proses bioflokulasi.<sup>(6,7)</sup>

### 3.3 Padatan tersuspensi (SS)

Konsentrasi SS pada titik pengamatan-2, 4, 5, 6 dan 7 masing-masing 8045 mg/l, 4681 mg/l, 3306 mg/l, 5388 mg/l dan 45 mg/l. Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi SS pada titik pengamatan-7 sangat rendah dibandingkan dengan konsentrasi SS titik pengamatan-2, 4, 5 dan 6 (pada kolam Lumpur aktif) sebagaimana disajikan grafik balok pada Gambar-3.



Gambar-3. Konsentrasi Kekeruhan dan TSS di beberapa Titik pengamatan.

Konsentrasi SS yang tinggi pada limbah tekstil tersebut, berasal dari proses basah pembuatan tekstil, seperti dalam penghilangan kanji, pelepasan wax, penggelantangan dan pencelupan.<sup>1</sup> Penggunaan polimer, kapur, Fero dan Aluminium Sulfat baik sebagai flokulan maupun koagulan serta pemanfaatan mikroba dalam proses pengolahan limbah sistem Lumpur aktif, telah mampu menurunkan konsentrasi SS tersebut, ditunjang oleh pH (6-9), suhu (sekitar 30°C) dan DO (0.5 mg/l). ketiga parameter lingkungan tersebut penting bagi proses bioflokulasi limbah cair.<sup>(5,6)</sup>

Dari hasil analisis ragam diketahui, bahwa konsentrasi SS pada titik pengamatan-7 lebih rendah dibanding titik pengamatan-4, 5 dan 6 pada taraf nyata 5%. Penurunan konsentrasi SS tersebut menunjukkan adanya peran mikroba dalam proses bioflokulasi, sehingga terjadi suatu sedimentasi yang efisien.

Menurut Keputusan Menteri Negara LH No.Kep-03/MenKLH/10/ 1995, konsentrasi SS pada titik pengamatan-7 (45 mg/l) telah memenuhi persyaratan baku mutu SS untuk limbah industri tekstil.<sup>(4)</sup>

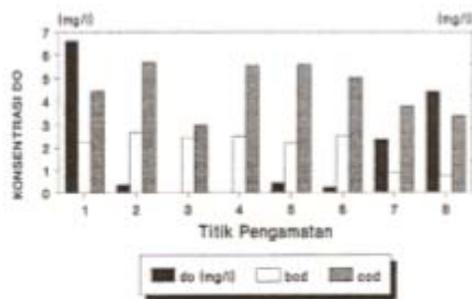
### 3.4 Oksigen Terlarut (DO)

DO limbah cair pada titik pengamatan-2, 4, 5, 6 dan 7 masing-masing 0.36 mg/l, <0.1 mg/l, 0.44 mg/l, dan 2.34 mg/l. Menurut hasil analisis ragam, konsentrasi DO titik pengamatan-7 berbeda nyata dengan DO titik pengamatan-2, 4, 5 dan 6 pada taraf nyata 5%.

DO merupakan salah satu komponen utama proses metabolisme organisme perairan. Beberapa faktor yang menyebabkan rendahnya DO didalam air limbah adalah suhu air, tekanan parsial oksigen diatmosfer dan kandungan garam. Kenaikan suhu air, peningkatan ion-ion terlarut dan kandungan SS serta kekeruhan

yang tinggi mempengaruhi penurunan kelarutan oksigen.<sup>(6,9)</sup>

Untuk perairan alami, pada suhu 0°C, 25°C dan 35°C konsentrasi DO berturut-turut adalah 14.74 mg/l, 8.32 mg/l dan 7.03 mg/l, sehingga bila air mengalami pencemaran, maka konsentrasi oksigen akan semakin menurun.<sup>(10)</sup> Oleh karena itu, tingginya konsentrasi DO pada titik pengamatan-7 menunjukkan adanya penurunan kandungan gram atau polutan pada limbah cair, atau secara tidak langsung menggambarkan adanya proses biodegradasi dan bioflokulasi pada titik pengamatan-4, 5 dan 6 yang ditunjukkan oleh penurunan konsentrasi SS, kekeruhan dan BOD<sub>5</sub> pada titik pengamatan-7.



Gambar-4. Konsentrasi DO, BOD dan COD di beberapa Titik pengamatan.

**BOD dan COD.** Hasil analisis BOD pada titik pengamatan-2, 4, 5, 6 dan 7 masing-masing 94 mg/l, 89 mg/l, 78 mg/l, 89, mg/l dan 31 mg/l serta COD masing-masing 203 mg/l, 198 mg/l, 199 mg/l, 178 mg/l dan 135 mg/l. Titik pengamatan-7 sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar-4, ternyata konsentrasi BOD dan COD lebih rendah dibanding dengan titik pengamatan-2, 4, 5 dan 6.

Konsentrasi yang tinggi dari BOD dan COD pada limbah tekstil tersebut, berasal dari proses basah pembuatan tekstil, seperti dalam penghilangan kanji, pelepasan wax, penggelantangan dan pencelupan.<sup>(1)</sup>

BOD dan COD, secara empirik digunakan sebagai pendekatan untuk mengetahui ketersediaan sumber zat hara bagi kehidupan mikroba. Hal tersebut dilakukan dengan menghitung nisbah COD dan BOD, dimana makin mendekati nilai 1.46 penguraian limbah makin sempurna. Nisbah COD dan BOD lebih kecil dari 1.7 digolongkan sebagai limbah mudah terurai, nisbah antara 1.7 sampai 10 adalah limbah yang tidak terurai secara sempurna dan nisbah lebih besar dari 10 merupakan limbah yang sulit terurai. Gambaran nisbah BOD dan COD antara 1.99-2.54, pada kolam Lumpur aktif mencerminkan bahwa limbah cair tersebut termasuk kedalam kategori limbah yang tidak terurai secara sempurna.

Menurut Keputusan Menteri Negara LH No.Kep-03/MenKLH/10/ 1995, rata-rata konsentrasi BOD dan COD sudah memenuhi persyaratan baku mutu BOD (60 mg/l) dan COD (150 mg/l) limbah industri tekstil, setelah limbah mengalami proses pengolahan pada kolam sistem Lumpur aktif.<sup>(4)</sup>

Menurut Vennes (1970) penurunan kadar BOD limbah tekstil sebesar 77%.<sup>(13)</sup> Sebaliknya Nemerow (1978) mengungkapkan bahwa kombinasi penggunaan sistem *trickling filter* dan sistem Lumpur aktif pada pengolahan limbah tekstil, menghasilkan penurunan BOD antara 40-60%.<sup>(3)</sup>

Perhitungan efisiensi penurunan BOD dan COD hasil pengamatan adalah 67% dan 32%. Penurunan tersebut menurut analisis ragam, tidak berbeda nyata dengan konsentrasi BOD dan COD pada titik pengamatan-4, 5 dan 6 pada taraf nyata 5%. Kondisi ini menunjukkan proses pengolahan limbah pada sistem Lumpur aktif belum berjalan secara optimal, meskipun berhasil menurunkan konsentrasi BOD dan COD pada titik pengamatan-7. beberapa faktor yang menunjang proses biodegradasi, seperti suhu dan pH sudah memenuhi kebutuhan bagi kelangsungan proses,

kecuali konsentrasi DO (0.4 mg/l) belum memenuhi kebutuhan minimal bagi berlangsungnya proses tersebut.

#### 4. PENUTUP

- 1) Secara umum, unit pengolah limbah telah mampu menurunkan beberapa parameter penting limbah industri tekstil yaitu SS, BOD dan COD.
- 2) Efisiensi penurunan BOD dan COD hasil pengamatan pada titik pengamatan 7 adalah 67% dan 32%.
- 3) Penurunan pada titik-7 tersebut menurut analisis ragam, tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan konsentrasi BOD dan COD pada titik pengamatan-4, 5 dan 6 pada taraf nyata 5%.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimous. 1982, Buku panduan pencegahan dan penanggulang-an pencemaran lingkungan akibat air buangan industri tekstil. Balai Besar Penelitian dan Pengem-bangan Industri Tekstil, Bandung
2. Talkurputra, N.D. dan Sutamihardja, R.T.M. 1978. Pencemaran air oleh industri tekstil di Indonesia. PSDAL. Laporan Penelitian Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 29 p.
3. Nemerow, N. L., 1978, Industrial water pollution, origins, characteristics, and treatment. Addison- Wesley Publishing Company, Sydney, p. : 310-333.
4. Anonimous. 1995. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Tahun 1995 tentang Baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri.
5. Pipes, W.O., 1966, The ecological approach to the study of activated sludge, In Umbreit, W. W. (Ed.), Advance in applied microbiology Vol. 8: 1-31 . Academic Press, New York.
6. Gaudy, A F. and E. T. Gaudy, 1980, Microbiology for environmental scientist and engineers, McGraw-Hill Book Co. Singapore.
7. Sterritt, R M and J H Lester. 1988. Microbiology for environmental and public health engineers. E & FN Spoon Ltd. London. 278 p.
8. Ginting P. 1992. Mencegah dan mengendalikan pencemaran industri. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta, 231p.
9. Mahida, U N. 1986. Pencemaran air dan pemanfaatan limbah industri. Penerbit CV Rajawali, Jakarta, 543 p.
10. Sawyer, C N and P L McCarty. 1985. Chemistry for environmental engineering. 3<sup>rd</sup> Edition. McGraw-Hill Book Co. Singapore. 532 p.
11. Senghas, E and F Lingsens. 1985. Characterization of a new gram negative filamentous bacterium isolated from bulking sludge. Appl. Microbiol. Biotechnol. 21: 118-124.
12. Lay B W dan S Hastowo. 1992. Mikrobiologi. Rajawali Press, Jakarta. 376 p.
13. Vennes, N., 1970, State of the art-oxidation lagoons, Second International Symposium for Waste Treatment Lagoons, Kansas City.
14. Kim, S, C. Park, T H Kim, J Lee and S W Kim. 2003. COD reduction and decolorization of the textile effluent using a combined process. J. Bioscience and Bioengineering. Vol 95 (1): 102-105