

KARAKTERISTIK DAN KERAGAMAN MIKROBA UNIT PENGOLAH LIMBAH CAIR TEKSTIL

Wage Komarawidjaja

Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan,
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

One of major pollutants in textile wastewaters is organic substance that could be degraded and utilized by microbe as nutrient and energy source in activated sludge compartment at textile waste water treatment unit. Therefore, microbe is the concern in this observation. Based on the characterization result, such as colony type, Gram stain and microbial shape, there are 13 type of microbe grow in activated sludge. From 13 microbial type, 5 isolates is possibly as *Bacillus spp.*, 4 isolates is to be *Flavobacterium spp.* and the rest as *Pseudomonadaceae*

Key words: *microbes, activated sludge, textile wastewater.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada umumnya, limbah cair industri tekstil dengan kandungan bahan organik yang tinggi yang ditunjukkan oleh konsentrasi BOD barasal dari proses basah yang meliputi proses penghilangan kanji (desizing), penggelantangan (bleaching), pelepasan wax (scouring), dan pencelupan (dyeing).^{1,2}

Limbah tersebut memiliki karakteristik alkalinitas, padatan tersuspensi (SS), suhu dan kebutuhan oksigen biokimia (BOD) yang tinggi. Namun demikian, tinggi rendahnya kandungan BOD dalam limbah tekstil sangat dipengaruhi oleh bahan baku tekstil yang dipakai dalam proses produksi sebagaimana dijelaskan pada Gambar-1

Upaya pengelolaan limbah tekstil telah dilakukan oleh Departemen

Perindustrian, melalui Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Tekstil serta Balai Penelitian Selulosa. Pada umumnya limbah tekstil diolah secara fisik, kimia dan biologi, sebagaimana tercermin dalam pedoman pengelolaan limbah industri tekstil (Anon, 1982), yakni pengaturan sedimentasi, koagulasi, pH, oksigen terlarut (DO) dan pembuatan kolam Lumpur aktif (activated sludge).¹

Tabel-1. Kadar BOD limbah tekstil berdasarkan bahan baku

| Jenis bahan | Kadar BOD (mg/l) |
|----------------|------------------|
| Rayon | 1200 - 1800 |
| Acetate | 500 - 800 |
| Nylon | 300 - 500 |
| Orlon | 500 - 700 |
| Wool | 700 - 1200 |
| Katun (Cotton) | 220 - 600 |

Sumber : Nemerow, 1978.

Oleh karena itu, mekipun pengolahan limbah industri tekstil, sudah

diatur dalam pedoman penanggulangan pencemaran limbah industri tekstil¹, namun tanpa pengelolaan yang baik, perkembangan industri tekstil yang pesat akan berakibat meningkatnya beban limbah yang diterima oleh lingkungan.

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. Dengan karakteristik tersebut, maka pemanfaatan mikroba pengurai dalam pengolahan limbah tekstil merupakan pertimbangan yang tepat.

Oleh karena itu, meskipun awalnya penggunaan teknologi proses pengolahan limbah secara fisika dan kimia lebih menonjol, lambat laun penggunaan proses biologi telah menjadi alternatif.³

Bahkan belakangan ini kombinasi pengolahan biologis yang dirangkaikan dengan pengolahan secara fisik dan kimia mampu menurunkan konsentrasi kebutuhan oksigen biokimia (BOD) sebesar 90%.³ Dengan demikian kombinasi ketiga jenis proses pengolahan limbah tersebut sangat bermanfaat dalam memperbaiki kualitas limbah.

Untuk menelaah kemampuan mikroba menurunkan konsentrasi parameter BOD, maka penelitian dilakukan terhadap aspek mikrobiologi limbah yang berperan dalam pengolahan limbah tekstil, khususnya pada proses kolam lumpur aktif sebagai tempat aktifitas mikroba berlangsung.

Dalam pengolahan limbah cair dengan menggunakan sistem Lumpur aktif, mikroba aerob merupakan organisme yang berperan sangat menonjol. Berkenaan dengan peran tersebut, maka keberadaan mikroba

didalam sistem perlu diketahui baik populasi maupun keragaman mikroba dalam pengolahan limbah.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi eksploratif deskriptif mikroba yang hidup dan berkembang dalam Lumpur aktif unit pengolah industri tekstil.

Hasil studi tersebut, diharapkan menjadi masukan yang bermanfaat bagi tindak lanjut pengolahan limbah industri tekstil.

2. METODOLOGI

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan yang dalam penelitian ini meliputi bahan kimia untuk analisis kualitas limbah, media tumbuh mikroba, larutan penyangga dan pengencer.

Media tumbuh digunakan untuk menumbuhkan dan membiakkan mikroba. Larutan penyangga Phospat Buffer Saline (PBS) dengan pH 7.2 dibutuhkan sebagai larutan pengencer contoh limbah cair. Media *Plate Count Agar* (PCA) digunakan sebagai media pertumbuhan mikroba limbah. Media *Nutrient Agar* (NA) pada agar miring digunakan sebagai media penyimpan mikroba yang diisolasi. Pewarnaan Gram digunakan antara lain untuk membantu dalam identifikasi bentuk mikroba dan sifat Gram.

Peralatan yang diperlukan adalah oven, incubator, alat sterilisasi/pasteurisasi, mikroskop, water quality checker, bak fiber, pipet, cawan Petri dan botol sample.

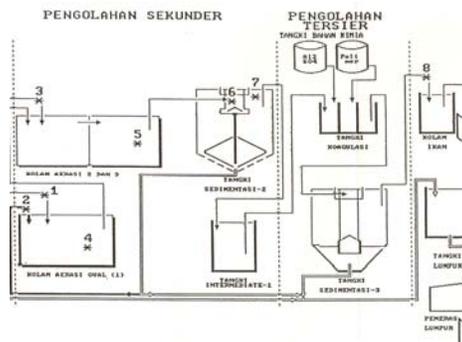
2.2 Metoda Pendekatan

Analisis mikroba dilakukan untuk memperoleh gambaran populasi dan

keragaman mikroba aerob, yang terdapat didalam limbah cair industri tekstil.

Contoh mikroba. Contoh mikroba limbah diambil dari unit pengolah limbah *system Lumpur aktif* yang diwakili oleh titik pengamatan-2, 4, 5, dan 6 yang disajikan pada Gambar-1.

Limbah sebanyak 1000 ml, masing-masing diambil dari titik nomor 2, 4, 5 dan 6 dengan menggunakan botol polietilen steril yang telah diberi label.



Gambar-1. Titik titik pengambilan contoh mikroba limbah cair kolam lumpur aktif pengolahan limbah cair tekstil.

Pembiakan Mikroba. Untuk mendapatkan gambaran populasi dan keragaman jenis mikroba didalam limbah tersebut, mikroba ditumbuhkan pada media PCA. Setiap contoh limbah diencerkan secara bertingkat dengan larutan PBS menjadi 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} dan 10^{-6} .

Hasil pengenceran tersebut dipipet sebanyak 1.0 ml dan dimasukkan kedalam cawan Petri steril. Selanjutnya media PCA ditambahkan kedalam cawan Petri dan diinkubasikan pada suhu kamar ($28-32^{\circ}\text{C}$) selama 24-28 jam.

Setelah masa inkubasi berakhir, jumlah koloni yang tumbuh dihitung. Untuk perhitungan populasi mikroba, digunakan kisaran jumlah koloni antara 30-300. rataan jumlah koloni yang tumbuh di dalam media PCA dikalikan

dengan factor pengenceran menggambarkan populasi mikroba yang hidup dalam limbah cair tersebut.⁴

Karakterisasi mikroba. Untuk melakukan karakterisasi mikroba yang meliputi pengamatan tampilan koloni, sifat Gram dan morfologi mikroba, maka setiap bentuk koloni yang berbeda dari biakan dalam media PCA diamati sifat koloninya. Selanjutnya dilakukan pewarnaan Gram untuk mengetahui sifat Gram mikroba dan morfologi mikroba dengan pengamatan menggunakan mikroskop.⁴

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Keragaman Jenis Mikroba.

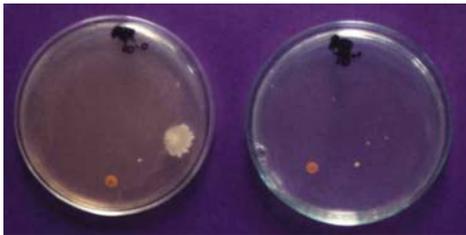
Dari hasil karakterisasi penampilan koloni pada media PCA, ditemukan 13 jenis koloni yang dibedakan berdasarkan ciri-ciri koloni seperti bentuk, tepian dan elevasi. Di dalam Porges (1960) disebutkan bahwa kurang lebih 14 jenis mikroba ditemukan dalam limbah;⁵ Pipes (1978) melaporkan 15 jenis mikroba dalam lumpur aktif,⁶ serta Sterritt dan Lester (1988) menemukan 18 jenis mikroba yang berperan dalam Lumpur aktif,⁷ sedangkan Muslimin (1991) mengemukakan bahwa pada limbah pabrik gula dapat diisolasi 14 jenis mikroba.⁸ Sebagai ilustrasi pada Gambar-2 disajikan beberapa koloni mikroba pada media tumbuh PCA.

Berdasarkan hasil karakterisasi koloni, pengamatan mikroskopis dan sifat Gram, dapat disimpulkan bahwa pada limbah cair ditemukan mikroba berbentuk batang besar, bersifat Gram positif dan bersepora (C_{-5} , C_{-6} , C_{-7} , C_{-9} , C_{-12}). Karakteristik jenis mikroba tersebut adalah karakteristik mikroba aerob dari jenis *Bacillus sp.*

Pengamatan mikroba yang memiliki koloni berwarna orange (C_{-1}), merah bata (C_{-2} dan C_{-10}) dan kuning (C_{-11}) dengan

memperlihatkan bentuk batang halus bersifat Gram negative adalah karakteristik mikroba fakultatif anerob dari jenis *Flavobacterium sp.*^{9,10}

Sedangkan mikroba C₋₃, C₋₄, C₋₈ dan C₋₁₃ dengan karakteristik batang halus, Gram negative diduga sebagai mikroba dari kelompok Pseudomonadaceae. Pada Gambar-3 disajikan ilustrasi hasil pewarnaan Gram isolat mikroba yang berasal dari limbah tekstil.



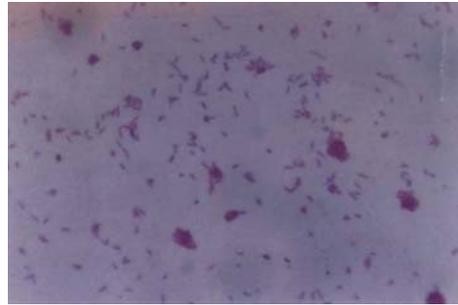
Gambar-2. Ilustrasi Koloni mikroba pada media PCA

Berdasarkan perbedaan koloni bahwa keragaman mikroba pada semua titik pengamatan sangat bervariasi. Pada titik pengamatan-2 dan 6, jenis mikroba ditemukan berjumlah antara 11-13 jenis, sedangkan pada titik pengamatan-4 dan 5 memiliki kekayaan berkisar antara 11-12 jenis mikroba.

3.2. Sebaran Mikroba.

Sebaran mikroba aerob pada setiap titik pengamatan dapat dilihat dari frekuensi perjumpaan jenis mikroba selama periode pengamatan.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa 7 jenis mikroba (C₋₂, C₋₃, C₋₆, C₋₇, C₋₈, C₋₉, C₋₁₁ dan C₋₁₃) selalu ditemukan pada semua titik pengamatan selama 6 periode pengamatan. Terdapat dua jenis mikroba dengan frekuensi perjumpaan yang rendah (C₋₇ dan C₋₁₂) selama periode pengamatan.



Gambar-3. Ilustrasi mikroskopis hasil pewarnaan Gram, isolate mikroba lumpur aktif limbah tekstil

Untuk memperoleh gambaran tentang penguasaan jenis-jenis mikroba tertentu dalam limbah sebagai habitat, secara kualitatif dilakukan pengamatan jenis koloni yang frekuensi penyebarannya tinggi.

Selama periode pengamatan, jenis koloni C₋₆ dan C₋₉ tumbuh sangat dominant pada inokulan dengan pengenceran rendah, sebagaimana ditunjukkan oleh penguasaan pada permukaan media PCA dengan diameter koloni yang tumpang tindih atau tepi koloni masing-masing menjadi satu.

Karakteristik koloni C₋₆ adalah bentuk koloni menyebar tak teratur, tepi berlekuk-lekuk, elevasi datar, warna putih, penampilan mukoid dan tidak tembus pandang atau keruh. Sedangkan karakteristik koloni C₋₉ adalah bentuk menyebar tak teratur, tepi seperti benang, elevasi datar, warna putih, penampilan non-mukoid dan tidak tembus pandang.

Koloni lain tumbuh terpisah-pisah dengan diameter kecil. Sebaliknya pada inokulan dengan pengenceran lebih tinggi, maka bukan hanya mikroba dari jenis koloni C₋₆ dan C₋₉ yang tumbuh dominant, koloni berwarna lainpun tumbuh dengan diameter yang besar.

Dari sifat pertumbuhan tersebut dapat ditarik suatu kesimpulan, bahwa jenis koloni C-₆ dan C-₉ secara kualitatif merupakan koloni yang dominan dalam limbah. Koloni tersebut memiliki karakteristik mikoba dengan bentuk batang besar, berspora dan Gram positif. Jenis lain yang memiliki ciri mikroskopis dan sifat Gram yang sama adalah C-₅, C-₇ dan C-₁₂. mikoba dengan karakteristik batang besar, berspora dan Gram positif dikenal sebagai mikoba dari jenis *Bacillus sp.*

3.3. Populasi Mikoba

Hasil perhitungan jumlah koloni yang tumbuh selama 24-48 jam pada media PCA, menunjukkan rata-rata 10^7 mikoba per milliliter contoh. Hal ini hampir sama dengan populasi mikoba lumpur aktif yang diungkapkan Sterritt dan Lester (1988); Suriawiria (1993), yaitu sebanyak 10^7 mikoba per ml limbah cair.^{7,11}

Secara umum, perubahan populasi yang terjadi pada titik pengamatan-2, 4, 5 dan 6 tersebut sangat kecil, namun secara kuantitatif memiliki tingkat kecenderungan yang positif bagi peningkatan populasi mikoba. Menurut rata-rata data pada titik pengamatan-2 mengandung populasi mikoba paling tinggi (3.95×10^7 /ml) titik pengamatan-4 populasi menurun (1.4×10^7 /ml), titik pengamatan-5 dan 6 meningkat masing-masing menjadi 1.6×10^7 /ml dan 2.3×10^7 /ml, meskipun tidak melebihi populasi mikoba pada titik pengamatan-2. Dengan memperhatikan sebaran koloni mikoba didominasi oleh jenis *Bacillus sp.*, maka dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa populasi mikoba (1.4×10^7 - 39.5×10^7) pada kolam Lumpur aktif sebagian besar merupakan jenis mikoba *Bacillus sp.*

Jika populasi mikoba antar titik pengamatan dibandingkan, ternyata titik pengamatan-4 memiliki populasi paling

rendah. Fenomena ini terjadi karena titik pengamatan-4 merupakan tempat adaptasi dan aklimatisasi bagi mikoba *starter culture*, sehingga hanya mikoba yang mampu menyesuaikan dengan habitat baru yang akan hidup dan berkembang biak. Berdasarkan data pengamatan ternyata setelah mikoba mengalami fase adaptasi dan aklimatisasi, populasi mikoba meningkat. Hal ini memberikan gambaran rata-rata kepadatan mikoba pada titik pengamatan-5 dan 6.

4. PENUTUP

Dari hasil pengamatan selama periode penelitian dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Hasil karakterisasi penampilan koloni pada media PCA, ditemukan 13 jenis koloni yang dibedakan berdasarkan ciri-ciri koloni seperti bentuk, tepian dan elevasi.
- 2) Berdasarkan hasil karakterisasi koloni, pengamatan mikroskopis dan pemeriksaan sifat gram, 5 (lima) isolat teridentifikasi sebagai mikoba aerob dari jenis *Bacillus spp.*, 4 (empat) isolat sebagai mikoba fakultatif aerob dari jenis *Flavobacterium sp.*, dan 4 (empat) isolat sebagai mikoba tergolong *Pseudomonadaceae*.
- 3) Perhitungan populasi mikoba pada kolam lumpur aktif berkisar antara 1.4×10^7 /ml sampai 3.95×10^7 /ml.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimous. 1982, Buku panduan pencegahan dan penanggulangan pencemaran lingkungan akibat air buangan industri tekstil. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan 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. : 310333.
 4. Lay B W dan S Hastowo. 1992. Mikrobiologi. Rajawali Press, Jakarta. 376 p.
 5. Porges, N. 1960. Newer aspect of waste treatment. In Umbreit, W.W. (Ed.), Advance in Appl. Microbiol.. Rev. 51:365-379.
 6. 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.
 7. Sterritt, R M and J H Lester. 1988. Microbiology for environmental and public health engineers. E & F N Spoon Ltd. London. 278 p.
 8. Muslimin, L. 1991. Peranan bakteri dalam menurunkan kandungan bahan organik air limbah pabrik gula tebu melalui simulasi di laboratorium. Disertasi Fakultas Pascasarjana IPB. Tidak dipublikasikan. 224p.
 9. Gaudy, A F. and E. T. Gaudy, 1980, Microbiology for environmental scientist and engineers, McGraw-Hill Book Co. Singapore.
 10. Senghas, E and F Lingens. 1985. Characterization of a new gram negative filamentous bacterium isolated from bulking sludge. Appl. Microbiol. Biotechnol. 21: 118-124.
 11. Suriawiria.U. 1993. Mikrobiologi air dan dasar dasar pengolahan buangan secara bologis. Edisi Kedua. Penerbit Alumni. Bandung. 330p.