

PERBANDINGAN RASIO BOD/COD PADA AREA TAMBAK DI HULU DAN HILIR TERHADAP *BIODEGRADABILITAS* *BAHAN ORGANIK*

Muchammad Tamyiz

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, 61213 Sidoarjo
E-mail: m_tamyiz.tkl@unusida.ac.id

Abstrak

Tambak merupakan salah satu tempat yang digunakan sebagai tempat untuk membudidayakan ikan, udang, dan hewan air lainnya yang bisa hidup di air payau. Perubahan kualitas perairan di daerah hulu dan hilir dari tambak akibat bahan pencemar dapat mempengaruhi keseimbangan ekologis perairan. Bahan pencemar dapat ditentukan dengan dua parameter sederhana, yaitu biochemical oxygen demand (BOD) dan chemical oxygen demand (COD). Sedangkan kemampuan untuk mengurai bahan pencemar (biodegradability) dapat ditentukan dengan menggunakan rasio BOD/COD. Analisis BOD menggunakan metode titrasi Winkler, sedangkan analisis COD menggunakan metode titrimetri. Nilai BOD, COD, dan rasio BOD/COD di daerah hulu adalah 28,00 mg/L, 60,00 mg/L, dan 0,467 secara berurutan. Sedangkan nilai BOD, COD, dan rasio BOD/COD di daerah hilir adalah 20,00 mg/L, 43,00 mg/L, dan 0,465 secara berurutan. Rasio BOD/COD yang didapatkan menunjukkan bahwa bahan pencemar organik yang ada di dalam tambak bersifat biodegradable.

Kata kunci: *titrasi Winkler, pencemar organik, biodegradable*

Abstract

Pond is one place that is used as a place to cultivate fish, shrimp, and other aquatic animals that can live in brackish water. Changes in water quality upstream and downstream of the pond due to pollutants may affect the ecological balance of waters. Pollutants can be determined by two simple parameters, the biochemical oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD). While the ability to break down pollutants (biodegradability) can be determined using the ratio of BOD/COD. BOD analysis using the Winkler titration method, whereas the COD analysis using titrimetric method. The value of BOD, COD, and the ratio of BOD/COD in the upstream area is 28.00 mg/L, 60.00 mg/L, and 0,467 respectively. While the value of BOD, COD, and the ratio of BOD/COD in the downstream area is 20.00 mg/L, 43.00 mg/L, and 0.465 respectively. Ratio BOD/COD obtained show that the organic pollutants in the pond is biodegradable.

Keywords: Winkler titration, organic pollutants, biodegradable

1 PENDAHULUAN

Ekosistem wilayah pantai memiliki karakter yang unik dan khas karena ekosistem tersebut merupakan perpaduan antara kehidupan darat dan air. Keunikan ekosistem tersebut dapat juga terjadi di daerah hulu dan hilir pada kawasan pertambakan secara berturut-turut seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2. Ekosistem wilayah pantai memiliki peran penting terutama dalam bidang ekologis dan ekonomi. Roda perekonomian di wilayah pantai Sidoarjo, khususnya Desa Kalanganyar mayoritas digerakkan oleh kegiatan budidaya ikan di tambak. Tambak merupakan salah satu tempat yang digunakan sebagai tempat untuk membudidayakan ikan, udang dan hewan air lainnya yang bisa hidup di air payau (Puspita, 2005).

Air yang berada di dalam tambak sebagian besar berasal dari laut pada saat air laut pasang. Pada umumnya pengelolaan tambak dilakukan dengan cara manual (alamiah) yaitu dengan memanfaatkan pasang surut air laut. Selain air laut, tambak juga memerlukan air tawar untuk mengimbangi kadar garam yang terlalu tinggi pada saat terjadi penguapan. Tanah tambak secara umum merupakan tanah endapan yang tingkat kesuburannya lebih ditentukan oleh kualitas material yang diendapkan. Bahan organik tanah merupakan bahan penting dalam menunjang kesuburan tanah, baik secara fisik, kimia, dan biologi tanah (Davide, 1976 dalam Denila, 1977).



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel daerah Hulu

Tanah dasar tambak mempunyai peranan penting sebagai sumber hara mineral dalam air tambak, karena tanah dasar tambak berinteraksi langsung dengan air yang ada di atasnya. Pada tanah dasar tambak, sumber bahan organik terutama berasal dari sisa pakan, feces, dan sisa-sisa metabolisme. Bahan organik menjadi salah satu faktor internal yang dapat menentukan keberhasilan atau kegagalan dalam budidaya ikan di tambak (Garno, 1995). Perubahan kualitas perairan akibat jumlah bahan pencemar (polutan) yang terdapat dalam bahan organik terus bertambah baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi keseimbangan ekologis perairan dan menjadi penghambat terhadap pertumbuhan organisme yang berada di dalamnya. Selain itu, konsentrasi bahan pencemar yang melebihi baku mutu dapat mengancam kelangsungan hidup organisme yang dibudidayakan.



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel daerah Hilir

Bahan pencemar yang mengandung material-material organik dan anorganik dapat ditentukan dengan dua parameter sederhana, yaitu *biochemical oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD). Sedangkan kemampuan untuk mengurai bahan pencemar (*biodegradability*) dapat ditentukan dengan menggunakan rasio BOD/COD. Perubahan derajat *biodegradability* ditandai dengan kenaikan rasio BOD/COD. Rasio BOD/COD untuk bahan pencemar *non-*

biodegradable < 0,01, sedangkan untuk limbah yang bersifat *biodegradable* > 0,1 (Koch *et al.*, 2002). Oleh sebab itu, peneliti menggunakan deskripsi rasio BOD/COD untuk penentuan biodegradabilitas dari bahan organik di daerah hulu dan hilir dari tambak.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada tambak bandeng yang dikelola masyarakat di Desa Kalanganyar, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Pada daerah hilir, sampel air tambak diambil dengan posisi titik koordinat 7°24'04,4'' S dan 112°47'32,8'' E. Sedangkan pada daerah hulu, sampel air tambak diambil dengan posisi titik koordinat 7°24'21,4'' S dan 112°48'01,2'' S. Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai November 2015. Penentuan parameter *biochemical oxygen demand* (BOD) dilakukan dengan menggunakan metode titrasi Winkler. Sedangkan penentuan parameter *chemical oxygen demand* (COD) menggunakan peralatan *reflux* dan metode titrimetri.

3. HASIL DAN DISKUSI

Desa Kalanganyar merupakan salah satu desa yang ada di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo, di mana sebagian penduduknya bermata pencaharian sebagai nelayan dan petani tambak. Petani tambak pada umumnya mengandalkan pasang air laut untuk mengaliri air laut ke dalam tambak. Air laut yang masuk ke dalam tambak dapat membawa berbagai macam bahan pencemar misalnya bahan cairan oli, minyak, logam berat, detergen dan bahan organik, sehingga dapat mengancam kehidupan di dalam tambak.

Sumber bahan organik dapat berasal baik dari dalam maupun dari luar perairan tambak itu sendiri. Bahan pencemar yang berasal dari dalam perairan tambak disebut sebagai *autochthonous*. Bahan pencemar *autochthonous* seperti pembusukan organisme mati oleh detritus, aktifitas perifiton, makrofita dan fitoplankton.

Sedangkan bahan pencemar yang berasal dari luar badan perairan tambak disebut sebagai *allochthonous*, termasuk di dalamnya bahan organik yang dibawa oleh aliran air dari daerah sekitar (Allan, 1995). Dalam hal ini, kualitas air yang berada di dalam tambak menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan dalam budidaya ikan di tambak.

Kualitas air tambak dapat ditentukan dengan parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk mendegradasi bahan-bahan pencemar yang ada di dalam air (Wardhana, 2004). Nilai BOD digunakan untuk mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi atau mendegradasi bahan-bahan pencemar yang ada di dalam air. Jika konsumsi oksigen semakin tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya jumlah sisa oksigen terlarut, maka kandungan bahan-bahan pencemar di dalam air membutuhkan jumlah oksigen yang tinggi.

Sebagai tambahan, parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) juga dapat digunakan untuk menentukan kualitas air tambak. COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan agar bahan-bahan pencemar yang ada di dalam air dapat teroksidasi atau terurai melalui reaksi kimia (Wardhana, 2004). Uji COD pada umumnya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih besar daripada uji BOD, karena bahan-bahan pencemar yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD (Srikandi, 1992). Nilai BOD yang tinggi tidak hanya menimbulkan masalah dengan kualitas air, akan tetapi juga menimbulkan masalah aroma busuk yang sangat menyengat. Nilai BOD, COD, dan rasio BOD/COD pada sampel air tambak ditunjukkan pada tabel 1.

Pengukuran parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) menunjukkan kualitas air pada lokasi penelitian yaitu hulu dan hilir adalah 28,00 mg/L dan 20,00

mg/L secara berurutan. Nilai parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dari daerah hulu dan hilir memenuhi batas ambang baku mutu yang ditetapkan menurut Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan KEP. 28/MEN/2004 tentang Baku Mutu Efluen Tambak Udang dengan nilai BOD < 45 mg/L. Sedangkan menurut Kep-51/MENKLH/2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut dengan nilai BOD ideal adalah <20 mg/L.

Tabel 1. Nilai BOD, COD, dan rasio BOD/COD pada sampel air tambak

Lokasi	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	Rasio BOD/COD
Hulu	28,00	60,00	0,467
Hilir	20,00	43,00	0,465

Menurut Slamet (2000), kadar BOD yang tinggi akan mengancam kehidupan biota air karena turunnya kadar oksigen dalam air serta akan menjadi media distribusi penyakit. Secara umum, parameter BOD banyak digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran air buangan (Salmin, 2005). Penentuan kadar BOD suatu perairan sangat penting untuk menelusuri aliran pencemaran dari tingkat hulu ke hilir. BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air (Davis dan Cornwell, 1991).

Meskipun nilai BOD antara daerah hulu dan hilir memenuhi baku mutu yang ditetapkan, akan tetapi nilai BOD di daerah hulu (28,00 mg/L) lebih besar daripada di daerah hilir (20,00 mg/L). Hal ini menunjukkan bahwa bahan-bahan pencemar yang berada di daerah hilir lebih kecil dibandingkan di daerah hulu, sehingga kebutuhan oksigen untuk mendegradasi bahan-bahan pencemar organik di daerah hilir lebih sedikit. Selain itu, keberadaan tumbuhan di sekitar tambak memberikan peran yang penting untuk mengurangi intensitas panas/cahaya matahari yang jatuh di area tambak. Wardhana (1995)

menyebutkan bahwa *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) erat kaitannya dengan suhu dan Dissolved Oxygen (DO). Apabila suhu tinggi, maka nilai DO akan berkurang. Sedangkan apabila suhu sedang, maka nilai DO akan normal. Namun, apabila nilai DO rendah, maka kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh BOD akan terganggu dan proses pemecahan bahan-bahan pencemar organik dalam air tidak berjalan secara optimal. BOD membutuhkan DO dalam air untuk mendegradasi bahan-bahan pencemar organik di dalam air. Semakin tinggi nilai BOD yang dihasilkan, maka semakin banyak bahan-bahan pencemar yang ada di dalam air (Wardhana, 1995).

Tabel 2. *Biodegradability Index*

Nilai Rasio BOD/COD	Biodegradability
> 0,6	<i>biodegradable</i>
0,3 – 0,6	diperlukan treatment
< 0,3	<i>non-biodegradable</i>

Perbedaan jumlah pemberian makan ikan pada daerah hulu dan hilir dari tambak juga mempengaruhi nilai BOD pada air tambak tersebut. Pengaruh banyaknya masukan nutrisi (pakan ikan) pada badan air, menunjukkan penurunan nilai oksigen terlarut (DO) pada area yang luas, nilai BOD yang lebih tinggi, dan konsentrasi ammonia di dalam perairan meningkat. Hal tersebut seperti yang dilakukan oleh Warren dan Hansen (1982) yang menggunakan pakan buatan. Ternyata pakan buatan secara signifikan mengurangi masukan bahan-bahan pencemar di sekitar perairan.

Pengukuran selanjutnya yaitu parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) di daerah hulu dan hilir pada tabel 1 sebesar 60,00 mg/L dan 43,00 mg/L secara berurutan. Nilai parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dari daerah hulu dan hilir melebihi batas ambang baku mutu yang ditetapkan menurut Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan KEP. 28/MEN/2004 tentang Parameter kualitas air sumber dengan nilai BOD < 40 mg/L.

Sedangkan menurut Yusuf dan Handoyo (2004) baku mutu nilai COD adalah <80 mg/L (aturan longgar) dan nilai idealnya <25 mg/L. Uji COD pada umumnya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih besar daripada uji BOD, karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi atau terdegradasi dalam uji COD (Srikandi, 1992: 38).

Nilai COD menunjukkan kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk menguraikan atau mendegradasikan zat organik tertentu secara kimia karena sukar dihancurkan secara biologis. Nilai COD meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan bahan organik dalam perairan (Boyd dalam Yusuf & Handoyo, 2004). Penggunaan pupuk untuk merangsang pertumbuhan fitoplankton dan pemberian pakan yang berlebihan di dalam perairan diduga menjadi faktor nilai COD yang tinggi. Sedangkan hubungan COD dengan suhu udara, DO dengan COD hampir sama dengan BOD, bila suhu terlalu tinggi DO akan rendah dan mempengaruhi COD. COD memiliki arti kebutuhan oksigen untuk reaksi oksidasi secara kimia terhadap bahan pencemar di dalam air. Tingginya kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh reaksi oksidasi terhadap bahan pencemar di dalam air akan mempengaruhi kadar oksigen yang tersedia di dalam perairan. Di sisi lain, oksigen juga dibutuhkan oleh makhluk hidup yang berada di dalam tambak. Hal ini berdampak pada ketersediaan DO di dalam air yang tidak sesuai dengan kebutuhan COD yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan-bahan pencemar. Akibatnya, bahan-bahan pencemar di dalam air tidak dapat diproses dengan optimal.

COD berkaitan erat dengan kadar kandungan logam di dalam air karena COD mampu menetralkan kandungan logam berat seperti Pb dan Cr yang terdapat di dalam air tambak. Menurut (Wardhana, 1995), COD tidak hanya mampu memecah bahan-bahan pencemar organik, akan tetapi bahan-bahan pencemar anorganik juga seperti kandungan

logam dalam air. Perbedaan reaksi penguraian BOD dan COD adalah apabila BOD menggunakan mikroorganisme serta membutuhkan waktu yang cukup lama, sedangkan COD menggunakan reaksi kimia serta membutuhkan waktu yang relatif lebih singkat. Semakin tinggi limbah yang terdapat di kolam baik berupa organik dan anorganik maka oksigen yang dibutuhkan semakin banyak.

Rasio BOD/COD mengindikasikan biodegradabilitas dari air buangan, semakin tinggi rasio maka semakin rendah biodegradabilitas dari air buangan (Papadopoulos *et al.*, 2001). Menurut Mangkoedihardjo (2010), Rasio BOD/COD tidak lebih dari sebuah indikator untuk dampak output dari zat organik yang berada pada air, limbah, lindi, kompos material-material lain yang serupa yang terjadi di lingkungan baik di lingkungan alam maupun di lingkungan buatan manusia. Rasio BOD/COD terbagi menjadi tiga zona di dalam perairan yaitu zona stabil, zona *biodegradable*, dan zona toksik. Rasio BOD/COD yang baik digunakan untuk untuk budidaya serta proses biologis berada di dalam range *biodegradable* yaitu 0,2 - 0,5 (Mangkoediharjo, 2010).

Fresenius *et al.*, (1989) menyatakan bahwa rasio BOD/COD antara 0,2 - 0,5 dapat mendegradasi bahan-bahan pencemar dengan proses biologis, akan tetapi proses dekomposisinya berjalan lebih lambat karena mikroorganisme pengurai membutuhkan aklimatisasi dengan limbah tersebut. Dari tabel 1 menunjukkan rasio BOD/COD dari hulu dan hilir sebesar 0,467 dan 0,465 secara berurutan. Rasio BOD/COD baik di daerah hulu maupun di hilir menunjukkan bahwa bahan-bahan pencemar yang berada di dalam tambak tersebut bersifat *biodegradable*. Sedangkan proses biodegradasi yang paling tinggi terjadi pada saat awal musim hujan yang secara langsung berhubungan dengan ketersediaan oksigen dalam jumlah besar yang digunakan untuk menguraikan substrat yang bersifat *biodegradable* (Sakrabani, 2008). Perbandingan BOD dan

COD yang sangat rendah yaitu $< 0,01$ menunjukkan bahwa bahan-bahan pencemar organik yang masuk bersifat sukar terurai (*persistent/non-biodegradable*). Sebagaimana disebutkan oleh Srinivas (2008) tentang *biodegradability index* pada tabel 2.

Di sisi lain, Armenante (1997) yang menyatakan bahwa efektifitas presipitasi dapat meningkat dengan naiknya pH. Peningkatan pH juga terbukti dalam penelitian mampu menaikkan tingkat biodegradabilitas limbah. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan rasio BOD/COD yang mengindikasikan terjadinya penurunan kadar senyawa organik kompleks yang sulit terbiodegradasi (Budhi, *et al.*, 1999). Kemampuan untuk meningkatkan biodegradabilitas dapat dilakukan dengan menggunakan *phytotreatment* dari suatu tanaman dengan spesies *Eichornia crassipes*. Penggunaan tanaman dengan spesies *Eichornia crassipes* dapat meningkatkan rasio BOD/COD dari kisaran 0,05 - 0,11 menjadi 0,3 - 0,5 selama 2 bulan (Mangkoedihardjo, 2006).

4. KESIMPULAN

Dari diskusi tersebut dapat disimpulkan bahwa rasio BOD/COD dari daerah hulu dan hilir sebesar 0,467 dan 0,465 secara berurutan. Rasio BOD/COD yang didapatkan menunjukkan bahwa bahan-bahan pencemar organik yang ada di dalam tambak bersifat *biodegradable*.

Saran

- Perlu penelitian lebih lanjut mengenai derajat biodegradabilitas menggunakan zonasi, sehingga dapat memudahkan langkah penanganan terhadap bahan pencemar yang masuk ke dalam tambak.
- Perlu beberapa kali pengukuran dan penambahan jumlah titik sampel.

Penghargaan

Kami sampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)

Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo atas dukungan biaya dan fasilitas untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allan, J.D. (1995). *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. London: Chapman and Hall.
- Armenante, P.M. (1997). *Precipitation of Heavy Metals from Wastewaters*. <http://www.cpe.njit.edu/dinotes/CH E685/CIs06-2.pdf>.
- Budhi, Y.B., T. Setiadi dan B. Harimurti (1999). Peningkatan Biodegradabilitas Limbah Cair Printing Industri Tekstil Secara Anaerob, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo*, 19-20 Oktober 1999, Institut Teknologi Bandung, 157-164.
- Davis, M.L and Cornwell, D.A. (1991). *Introduction to Environmental Engineering*. Second Edition. New York: Mc-Graw Hill, Inc., 822p.
- Denila, L. (1977). *Conditioning of Fish Ponds*, Reading on Aquaculture Practices. SEAFDEC, Iloilo, Philippines.
- Fresenius, W., Schneider, W., & Böhnke, B. (1989). *Wastewater technology: origin, collection, treatment and analysis of wastewater*. In *Wastewater technology: origin, collection, treatment and analysis of wastewater*. Springer-Verlag.
- Garno Y. S., P., Pranoto dan W., Komarawidjaja. (1995). *Menyelamatkan kehancuran industri budidaya udang dari degradasi ekosistem tambak*. BPP Teknologi.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Jakarta: Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Koch, M., Yediler, A., Lienert, D., Insel, G., & Kettrup, A. (2002). *Ozonation of hydrolyzed azo dye reactive*

- yellow 84 (CI). *Chemosphere*, 46(1): 109-113.
- Mangkoedihardjo, S. (2006). Biodegradability improvement of industrial wastewater using hyacinth, *Journal of Applied Sciences*, 6 (6): 1409-1414.
- Mangkoedihardjo. (2010). Review on BOD,COD and BOD/COD ratio: A triangle zone for toxic, biodegradable and stable levels. *International Journal of Academic Research*, 2(4).
- Papadopoulos, A., Parissopoulos, G., Papadopoulos, F., & Karteris, A. (2001). Variations of COD/BOD5 ratio at different units of a wastewater stabilization pond pilot treatment facility. In *Proceeding of 7th International Conference on Environmental Science and Technology Ermoupolis*, 16-19.
- Puspita, L. (2005). *Lahan basah buatan di Indonesia*. Wetlands International, Indonesia Programme.
- Sakrabani, R. (2008). Biodegradability of organic matter associated with sediments during first flush. *Science of Total Environment*, 407: 2989-2995.
- Salmin. (2005). Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indicator untuk menentukan kualitas perairan. *Jurnal Oseana XXX*, 3: 21-26.
- Slamet, J.S. (2000). *Kesehatan lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Srikandi, F. (1992). *Polusi Air dan Udara*. PT. Kanisius, Bogor.
- Srinivas, T., (2008). *Environmental Biotechnology*. New Age International
- Wardhana, W. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan* (Edisi Revisi). Yogyakarta: ANDI.
- Wardhana. W., (1995). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Warren-Hansen,I. (1982). Methods of treatment of waste water from trout farming. In: Alabaster, J.S (Eds.), *EIFAC Technical Paper No.41* . Report of the EIFAC Workshop on Fish-Farm Effluents, Silkeborg, Denmark, 26-28 May, 1981. FAO, Rome, 113-121.
- Yusuf, M. & Handoyo, G. (2004). Dampak pencemaran terhadap kualitas perairan dan strategi adaptasi organism makrobentos di perairan Pulau Tirangcawang Semarang. *Ilmu Kelautan*, 9(1): 12-42.