

# UJI BOD, INDIKATOR KEKUATAN LIMBAH YANG MASIH BERMASALAH

Oleh : Yudhi Soetrisno Garno, PhD.<sup>\*)</sup>

## Abstrak

*Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD) adalah salah satu parameter kualitas limbah yang banyak digunakan untuk memprakirakan kekuatan suatu limbah mencemari calon badan air penerimanya, bahkan sering digunakan untuk memprakirakan status pencemaran suatu badan air. Dengan demikian BOD mempunyai peranan yang sangat penting dalam usaha untuk mempertahankan daya guna suatu badan air. Benarkah parameter BOD sehebat itu atau pantaskah uji BOD diperankan sebesar itu.*

*Paper ini berusaha menguraikan dan mengkaji tentang kelebihan dan kelemahan uji BOD, dan hasilnya mengisaratkan bahwa sebagai parameter kualitas limbah, BOD tidak banyak memiliki kelebihan dari parameter lainnya kecuali kepraktisan yang bisa menyedatkan. Oleh karena itu maka sebenarnya uji BOD belum dapat digunakan sebagai alat meneliti, namun justru masih harus dijadikan bahan penelitian; atau harus diteliti. Akhirnya untuk menentukan kekuatan limbah dilapangan penggunaan COD (kebutuhan oksigen kimiawi) lebih disarankan.*

Kata kunci: BOD, COD, Kekuatan limbah, Pencemaran

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan berwawasan lingkungan atau Pembangunan berkelanjutan (sustainable development) yang kini berkumandang diseluruh penjuru dunia telah mengharuskan kita untuk memanfaatkan sumber daya alam (SDA) yang tersedia dengan seefisien mungkin, tanpa menurunkan kualitas SDA yang belum dipakai untuk generasi mendatang. Salah satu implementasi dari pengertian tersebut adalah bahwa kita harus mengolah SDA yang ada, dengan tanpa membuang bahan sisa dan/atau buangan yang dapat mencemari atau menurunkan kualitas SDA yang dibuang. Untuk itulah maka tidak perlu heran jika baku mutu lingkungan, terutama bahan baku mutu limbah cair dan air permukaan kini telah banyak dibuat dan diberlakukan di setiap satuan wilayah negara dan di satuan wilayah propinsi atau prefektur di negara tersebut. Di Indonesia untuk mencegah penurunan kualitas lingkungan perairan, selain diberlakukan baku mutu limbah cair

dan air permukaan yang berlaku secara nasional, maka di beberapa propinsi daerah tingkat I (DATI-I) berlaku pula baku mutu lingkungan yang disusun khusus oleh dan untuk wilayah DATI-I tersebut.

Baku mutu air permukaan merupakan suatu peraturan yang berisi batasan konsentrasi yang boleh dicapai oleh suatu parameter kualitas air pada suatu badan air. Konsentrasi parameter ini biasanya ditentukan dengan mempertimbangkan kegunaan ataupun peruntukan badan air tersebut. Untuk dapat melindungi perubahan kualitas air akibat buangan-buangan limbah, baku mutu air permukaan ini bersifat pasif. Untuk itu maka agar pihak pembuang limbah dilibatkan dalam perlindungan kualitas air, diberlakukan pula baku mutu limbah-cair yang berupa peraturan yang berisi batasan konsentrasi tertinggi dari suatu parameter limbah cair yang boleh dibuang ke dalam suatu badan air. Meskipun pada kedua baku mutu tersebut tercantum banyak parameter-parameter yang harus dipatuhi batas nilai konsentrasinya; namun dalam

---

<sup>\*)</sup> Penulis adalah peneliti dan pemerhati lingkungan, dengan perhatian khusus pada proses eutrofikasi dan dinamika kualitas perairan. Saat ini bekerja di Direktorat Teknologi Lingkungan BPP-Teknologi, yang aktif pada kelompok peneliti Teknologi Pengendalian Pencemaran, Kerusakan dan Pemulihan Kualitas Lingkungan Lahan dan Perairan

menduga/ menilai apakah suatu limbah akan mencemari suatu badan air dan/atau suatu badan air telah tercemar atau belum para pakar pengendali pencemaran lebih menyukai untuk menilai dengan konsentrasi parameter kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD) atau kebutuhan oksigen kimiawi (COD) yang kedua-duanya didasarkan pada kemampuan limbah untuk menurunkan konsentrasi oksigen terlarut dalam limbah cair/badan air<sup>2</sup>.

## 2. KONSEP BOD

Air digunakan untuk berbagai macam kepentingan; dan sebagian besar daya guna optimalnya akan hilang jika tingkat kelarutan oksigen yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan ekologi badan air tersebut tidak terpelihara. Berkenaan dengan hal itu, maka harus diusahakan/dicegah agar bahan-bahan yang masuk atau dibuang (limbah) kedalam suatu badan air, dijamin tidak akan menyebabkan penurunan oksigen terlarut yang berlebihan dalam badan air yang dimasuki. Penurunan oksigen terlarut dalam badan air yang kemasukan limbah, terjadi karena penggunaan oksigen terlarut oleh mikroorganisme aerobik selama berlangsungnya metabolisme, dan juga oksidasi bahan kimia lain yang ada dalam limbah. Dengan pertimbangan seperti itulah maka kekuatan pencemaran dari limbah, secara tidak langsung dapat diukur berdasarkan kemampuan maksimum limbah tersebut dalam mengkonsumsi oksigen terlarut dalam badan air. Untuk pengukuran kekuatan limbah cair yang didasarkan pada konsumsi oksigen ini biasanya dilakukan dengan uji kebutuhan oksigen bio-kimiawi (BOD) dan uji kebutuhan oksigen kimiawi (COD).

Pengukuran kekuatan suatu limbah yang akan dibuang dinilai sangat penting karena dengan mengetahui kekuatan limbah yang akan dibuang, kita bisa memprediksi perubahan apa yang akan terjadi pada badan air penerima, apakah akan berdampak sesaat atau terus menerus. Kebutuhan oksigen biokimiawi atau BOD adalah perkiraan jumlah maksimum oksigen yang digunakan untuk aktivitas pernafasan mikroorganisme yang menggunakan bahan organik dalam limbah untuk pertumbuhan dan metabolisme serta penyusunan sel-selnya. Besaran dari nilai BOD biasanya adalah mg/l O<sub>2</sub>, yang didapat dari selisih antara oksigen terlarut dalam limbah cair pada saat limbah tersebut terbentuk dengan oksigen terlarut dalam limbah cair yang sama pada saat semua bahan organik yang ada didalamnya terurai

oleh aktifitas mikroorganisme. Dengan cara seperti itu maka dalam pelaksanaannya, nilai BOD bisa ditentukan jika dan hanya jika konsentrasi oksigen terlarut dalam limbah tersebut lebih besar daripada oksigen yang akan dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk merombak bahan organik didalamnya. Kenyataan seperti inilah yang mengharuskan dilakukannya pengenceran dan penjujukan oksigen terhadap sampel yang hendak ditentukan BOD-nya, karena hanya pada limbah yang berkonsentrasi rendah (encer) dan mengandung oksigen terlarut tinggi sajalah proses oksidasi carbon dapat terjadi dengan sempurna..

## 3. PENENTUAN NILAI BOD

Secara teoritis, untuk mendapatkan nilai BOD dari proses oksidasi carbon yang lengkap; dalam arti semua bahan organik yang biodegradable teroksidasi sempurna akan membutuhkan waktu yang lama (Gambar-1). Oleh karena itulah maka untuk tujuan-tujuan praktis, pengukuran BOD dianggap selesai pada hari ke-20 (dikenal sebagai BOD-20). Gambar-1 mengungkapkan bahwa setelah mengalami inkubasi selama 10 hari, maka nilai BOD terukur merupakan nilai penurunan oksigen untuk proses oksidasi karbon (*carbouneous oxygen demand*) dan nitrifikasi (*nitrification oxygen demand*). Mempertimbangkan penurunan oksigen akibat dari proses oksidasi karbon dan nitrifikasi tidak bisa dipisahkan, sedangkan penginkubasian selama 20 hari terasa terlalu lama dan kurang praktis maka berdasarkan hasil pengamatan-pengamatan berikutnya diambil kesepakatan untuk menggunakan BOD hasil pengukuran setelah limbah diinkubasi selama 5 hari, yang kemudian populer sebagai BOD-5. Dengan inkubasi 5 hari maka limbah-limbah segar belum mengalami nitrifikasi, dan proses oksidasi karbon sendiri telah mencapai sekitar 70% dari proses tahap awal.

## 4. BOD DI LAPANG.

Pada pelaksanaan dilapangan, limbah yang diukur BOD-5 nya adalah bukan limbah yang segar melainkan limbah campuran. Dengan demikian dapat dipastikan bahwa sejak awal inkubasi limbah, proses oksidasi carbon dan nitrifikasi mungkin telah bersamaan terjadi. Jika kedua proses ini benar-benar terjadi, maka hasil pengukuran BOD akan lebih besar dari nilai yang sebenarnya (*Over estimate*). Untuk itu maka proses nitrifikasi harus dihambat dengan zat penghambat. Usaha ini biasanya dilakukan

dengan penambahan allyl thiourea, ataupun zat penghambat lain. Dengan penghambatan proses nitrifikasi tersebut, maka meskipun limbah yang diukur tidak 100% baru namun penurunan oksigen benar-benar akibat dari proses oksidasi carbon

Pada awal tulisan ini telah ditegaskan bahwa nilai BOD merupakan hasil dari aktifitas mikroorganisme. Untuk itu sangatlah logis jika nilai BOD juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi aktifitas mikro-organisme itu sendiri. Aktifitas mikroorganisme dalam limbah industri terhambat oleh adanya ion logam beracun seperti tembaga yang terbuang dalam limbah industri; dan karenanya maka nilai BOD dalam limbah yang mengandung logam tersebut akan lebih rendah dari yang seharusnya (*under estimate*). *Under estimate* pada penentuan nilai BOD juga akan terjadi pada limbah-limbah pemukiman dan kota yang banyak mengandung obat-obat pembasmi bakteri; seperti phenol, khlor bebas, cyanida, formaldehide dan sebagainya. Bahan-bahan penyebab terjadinya *under estimate* seperti itu, pada umumnya tidak akan diketahui langsung adanya, dan untuk itu maka sebelum uji BOD dilakukan terhadap limbah yang diduga mengandung bahan toxic; uji coba pendahuluan harus dilakukan.. Pada dasarnya toksisitas suatu zat terhadap (mikro) organisme akan berkurang jika konsentrasi zat tersebut di perkecil (diencerkan). Oleh karena itu maka uji pendahuluan terhadap limbah yang diduga membawa sifat toxic dapat dilakukan dengan mengukur BOD-5 (atau BOD-n) pada contoh limbah yang diencerkan bertingkat.

Pengenceran bertingkat dilakukan dengan harapan bahwa makin encer limbah maka konsentrasi bahan beracun makin kecil; dan karenanya pengaruh hambatan (*inhibition factor*) pada aktifitas mikroorganismepun makin kecil; dan sebagai akibatnya nilai BOD akan naik. Gambar-2 adalah nilai BOD dari limbah industri yang sama, ditentukan dengan metode yang sama namun dengan tingkat pengenceran sampel yang berbeda. Gambar-2 dengan jelas mengungkap-kan bahwa nilai BOD-5 dengan pengenceran 3 kali lebih tinggi daripada peng-enceran 2 kali, apalagi dengan yang tidak diencerkan, atau dengan kata lain makin tinggi pengenceran makin tinggi nilai BOD-5 nya. Usaha penetralan toxin dengan pengenceran ini mungkin akan membuahkan hasil yang kurang memuaskan, atau bahkan gagal jika kandungan toxin terlalu tinggi. Menghadapi keadaan seperti ini, maka uji BOD harus dihentikan dan kekuatan

limbah tersebut dapat diukur dengan cara yang lain.

Mempelajari uraian tentang konsep dan pelaksanaan pengukuran BOD di lapangan, maka secara umum bisa kita katakan bahwa nilai-nilai BOD yang kita dapatkan melalui pengukuran lapangan adalah nilai yang jauh lebih kecil dari nilai BOD yang sebenarnya. Selanjutnya jika dalam menetralsir faktor yang mengganggu prosesnya gagal, maka nilai-nilai BOD yang bukan sebenarnya ini akan bisa over estimate oleh proses nitrifikasi dan bisa under-estimate oleh keberadaan bahan-bahan beracun dalam limbah. Dengan demikian, meskipun untuk mengukur kekuatan limbah organik murni dapat diandalkan, namun untuk limbah-limbah industri dan perkotaan yang banyak tercampur dengan bahan-bahan pembasmi bakteri kemampuan BOD diragukan dan penuh ketidak pastian. Untuk itulah maka wajar sekali jika beberapa pakar berpendapat bahwa ***uji BOD sebenarnya belum dapat digunakan sebagai alat meneliti, namun justru masih harus dijadikan bahan penelitian; atau harus diteliti.***

## 5. COD SEBUAH ALTERNATIF.

Jika ketidakpastian ini tetap dilakukan terus, keputusan-keputusan yang tidak tepat bisa terambil. Hal ini bisa terjadi karena pengukuran nilai BOD yang *under estimate* akan bisa memberikan rekomendasi untuk membuang limbah tersebut langsung ke irigasi; padahal sebenarnya harus diolah dahulu. Hal ini jelas akan mengakibatkan kualitas badan air berubah dengan cepat, bukan hanya pada parameter BOD namun juga parameter-parameter lain. Memperhatikan hal-hal seperti itulah, maka para pakar yang berkecimpung dalam bidang pengendalian pencemaran mulai berpaling mencari parameter lain yang dapat digunakan untuk menentukan kekuatan limbah cair. Kecenderungan ini perlu disambut dengan baik, karena dimasa pembangunan berwawasan lingkungan yang menghendaki kelestarian dayaguna sumberdaya air, maka satu kepastian bahwa limbah yang dibuang tidak akan merubah/ merusak dayaguna sumberdaya air pada suatu badan air penerima haruslah pasti. Dan agaknya, untuk dapat mengukur kekuatan semua jenis limbah tanpa gangguan proses-proses biologi, para pakar pengendali pencemaran lingkungan berpaling untuk memilih analisis kebutuhan oksigen Kimia (COD) sebagai penggantinya. Analisis COD dipilih karena dalam proses oksidasinya tidak menggunakan kemampuan mikroorganisme yang kesuksesannya bisa

dipengaruhi lingkungannya; namun menggunakan seperti K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> atau KMnO<sub>4</sub> yang kekuatan oksidasinya dapat diperhitungkan.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

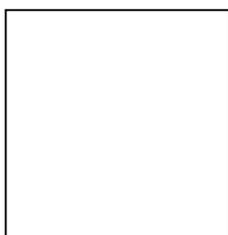
Mencermati uraian diatas maka nampak bahwa sebagai parameter kualitas limbah, BOD tidak banyak memiliki kelebihan kecuali kepraktisan yang bisa menyedatkan, hingga masih perlu diteliti. Untuk itu penggunaan COD lebih disarankan untuk pekerjaan di lapangan

Nagoya University, dan memperoleh gelar PhD dibidang ekologi perairan pada universitas yang sama. Sejak tamat dari IPB penulis bekerja di BPP Teknologi, dan saat ini terdaftar sebagai salah satu peneliti di Direktorat Teknologi Lingkungan BPP Teknologi dengan perhatian khusus pada bidang manajemen kualitas perairan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Abel, P.D.(1989): *Water pollution Biology*, John Wiley & Sons, New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapura, pp-231.
2. Hammer, M.J. (1986): *Water and Wastewater Technology*, John Wiley & Sons, New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapura, pp-536.
3. Hanel, K. (1988): *Biological Treatment of Sewage by the Activated Sludge Proces*. John Wiley & Sons. New York-Chichester-Brisbane-Toronto, pp-299.
4. Henderson-Seller, B amd H.R. Markland, (1987): *Decaying Lakes, The Origins and Control of Cultural Eutrofication*, John Wiley & Sons, New-York-, pp 255.
5. Inhoff's K. (1989): *Handbook of Urban Drainage and Wastewater Disposal*, John Willey & Sons, New-York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.
6. Jenkins S.H. (1979): *Water pollution Research*, Proseeding of the 9th International Coference Stockholm, Sweden. Pergamon Press. Oxford-New York, pp-1274.
7. Mahida, U.N. (1986): *Pencemaran air dan Pemanfaatan Limbah Industri* (Terjemahan dari: G.A. Ticoalu (1981): *Water Pollution and Disp. of Wastewater on Land.*, Rajawali, Jakarta.
8. Mitchell. R. (1972): *Water Pollution Microbiology*, John Wiley & Sons. New York-Chichester Brisbane-Toronto.

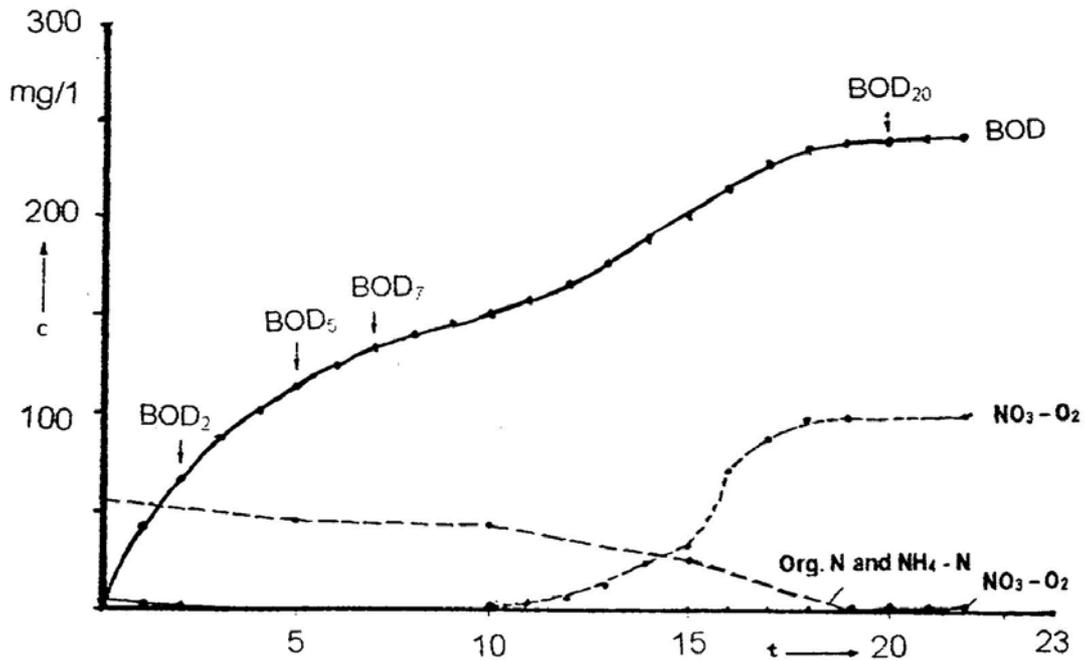
## RIWAYAT PENULIS



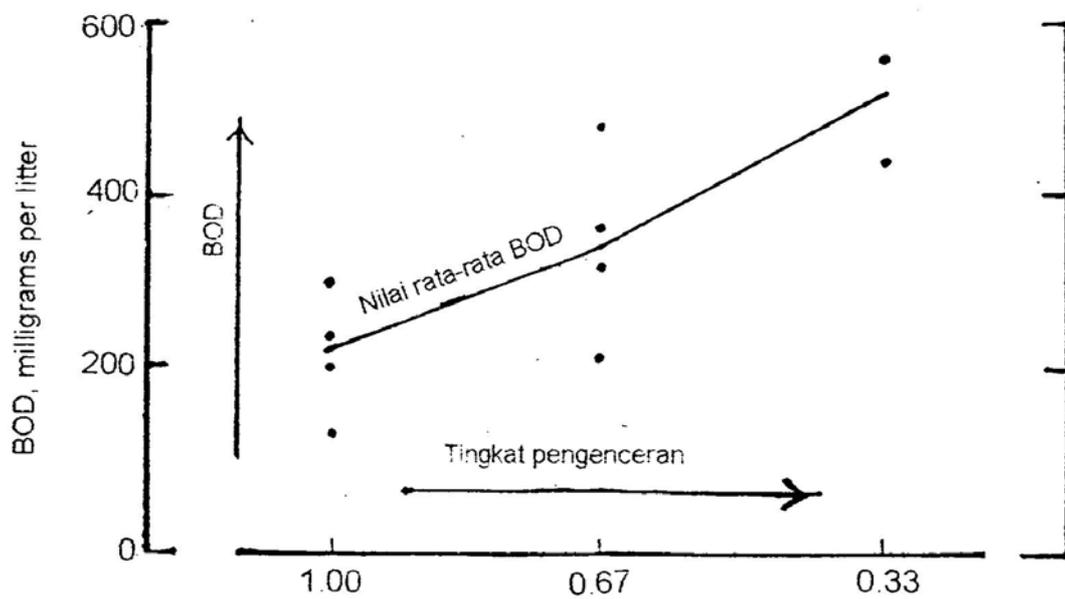
Yudhi Soetrisno Garno, lahir di Tegal, 4 Oktober 1954, mendapatkan gelar sarjana budidaya perikanan di Fakultas Perikanan IPB, Bogor; menyelesaikan penelti-an untuk Master of

Science bidang ilmu perairan umum di

LAMPIRAN :



Gambar 1. Kebutuhan oksigen di pengolahan awal (primary treatment) untuk respirasi bahan organik dan oksidasi nitrit



Gambar 2. Nilai BOD dari sampel yang sama dengan pengenceran yang berbeda