
PENENTUAN KUALITAS AIR DANAU BATUR MELALUI INDEKS PENCEMARAN BIOLOGIK DAN NON BIOLOGIK

Nyoman Wijana

Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA Undiksha, Singaraja-Bali

E-mail: wijana_1960@yahoo.com

Abstract

This research is done in Lake Batur to know the water quality of Lake Batur this time through biological and non biological pollution index. The population of this research is all water in the lake and the sample is the water taken from Trunyan, Toya Bungkah, Kedisan and Songan Villages. Systematic sampling is employed to take the sample. The data are analyzed by ecologically statistic and its result is compared to the standard water quality according to its functions. The result shows (1) the water quality of Lake Batur based on non biological and biological pollution index shows degradation phenomena; (2) IPB, NVC, and Total Coliform results show that there is water pollution; (3) the physical and chemical aspects (e.g. pH and temperature), do not show pollution yet, meanwhile the dissolved oxygen (DO) shows the classification of medium pollution; and (4) the source of pollution can be predicted through farming, fishery, household, tourism activities and natural pollution source.

Keywords: *lake, water quality, biological and non biological pollution index*

1. Pendahuluan

Kegiatan industri pariwisata merupakan salah satu kegiatan industri pelayanan dan jasa yang menjadi andalan Indonesia dalam rangka meningkatkan pemasukan pendapatan devisa negara dari sektor non-migas. Khodiyat (1983) dan Sunaryo (2004) menyebutkan bahwa pariwisata adalah perjalanan dari suatu tempat ke tempat lain, bersifat sementara, dilakukan oleh perorangan atau kelompok, sebagai salah satu usaha untuk mencari keseimbangan atau keserasian dan kebahagiaan dengan lingkungan hidup dalam dimensi sosial, budaya, alam dan ilmu.

Danau Batur sebagai salah satu dari empat danau yang ada di Bali yakni Danau Beratan di Bedugul (Kabupaten Tabanan), Danau Buyan dan Tamblingan di Kabupaten Buleleng. Danau Batur terletak di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli-Propinsi Bali. Danau Batur dikitari oleh pemandangan alam yang sangat menarik, seperti Gunung Batur dengan kelengkapan kalderanya. Di samping itu, di sekitar Danau ini terdapat desa dengan segala daya tariknya yang khas. Salah satu di antaranya adalah Desa Trunyan, yang terletak di sebelah Selatan-Timur bila dicapai dari ujung barat

danau tersebut. Desa ini memiliki keunikan yang sangat menarik, dan satu-satunya yang masih ada saat ini di Bali, yakni model penguburan orang yang telah meninggal, dengan membiarkan begitu saja di atas tempat yang telah disiapkan, tanpa penimbunan tanah. Hal ini menjadi salah satu daya tarik tersendiri bagi wisatawan asing maupun domestik untuk mengunjungi Desa Trunyan.

Aktivitas pertanian di sekitar desa yang ada di kawasan danau tersebut, tidak lepas dari penggunaan pupuk buatan dan pestisida. Dengan posisi geografis lahan pertanian lebih tinggi dari posisi danau, ditambah lagi ada aktivitas pertanian yang dekat dengan tepi danau, menimbulkan rembesan residu pupuk dan pestisida akan masuk ke dalam danau. Dengan demikian akan terjadi lagi akumulasi zat pencemar ke dalam danau tersebut (Kuncaka, 2004). Residu pupuk yang mengalir ke dalam badan air danau dapat digunakan sebagai sumber nutrisi bagi biota air, terutama tumbuhan air, sehingga kehidupan tumbuhan air menjadi lebih subur. Dampak lebih jauh dari hal ini adalah adanya proses eutrofikasi danau. Dengan suburnya tumbuhan air oleh nutrisi dan racun limbah pertanian, maka ikan yang hidup di dalam air danau

tersebut akan ikut serta sebagai salah satu yang terkena dampak akumulasi biologik, sehingga nilai NVC nya akan terpengaruh sebagai akibat dari kondisi tadi.

Dengan adanya akumulasi zat pencemar ke dalam air danau dari berbagai sumber pencemar seperti yang sudah disampaikan di atas, maka kualitas air danau akan mengalami perubahan, atau paling tidak, adanya beban pencemaran bagi danau tersebut. Hal ini senada dengan pendapat yang disampaikan oleh Kuncaka (2004). Sumber utama air yang dikonsumsi oleh masyarakat seputar danau adalah berasal dari Air Danau Batur itu sendiri. Dengan demikian akumulasi biologis dari semua kondisi tersebut adalah pada kesehatan masyarakat seputar danau. Dengan demikian sangat penting untuk diperhatikan pengelolaan danau oleh masyarakat sekitar dan pemerintah.

Hasil penelitian ini, dapat digunakan oleh pemerintah setempat sebagai langkah dalam perancangan penyusunan rencana pengelolaan lingkungan (RKL) dan rancangan penyusunan rencana pemantauan lingkungan (RPL) (Fandeli, 2001), (Suratmo, 2002), dan (Soemarwoto, 1997).

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat dibuat rumusan masalahnya yaitu bagaimanakah kualitas air Danau Batur yang ada pada saat ini ditinjau dari parameter abiotik dan biotik yang terukur.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air yang ada di Danau Batur melalui analisis Indeks Pencemaran Biologik (IPB), NVC ikan dan kondisi non biologik (fisik dan kimia). Populasi dari penelitian ini adalah air yang ada dalam badan air Danau Batur. Sampel penelitian ini adalah air danau yang ada di dalam badan airnya dengan menggunakan metode sistematis (Michael, 2002; Cox, 1978). Untuk ketepatan penentuan daerah pengambilan sampel ini dibantu dengan menggunakan alat GPS Garmin.

Dalam penelitian ini parameter yang akan diukur yaitu (1) indeks pencemaran biologik (IPB), (2) NVC ikan, (3) total coliform, (4) data kualitas air non biologik yaitu fisik dan kimia air meliputi pH, suhu, DO, BOD, COD, konduktivitas, turbiditas, dan salinitas.

Instrumen-instrumen yang digunakan adalah : *Water Quality Checker*, digunakan untuk mengukur pH, temperatur, DO, konduktivitas, turbiditas, salinitas; *BOD Quick Measuring Apparatus*, untuk mengukur Kadar BOD; COD Meter, untuk mengukur kadar COD dalam air; Termometer air, untuk mengukur suhu air; Seperangkat uji kualitas air di laboratorium, untuk identifikasi organisme berklorofil dan non-klorofil, bakteri coliform, algae dan NVC ikan.

Teknik pengumpulan data sampel air untuk penentuan kualitas air di masing-masing stasiun air, diambil sebanyak 2 botol kemudian di uji di laboratorium Jurusan Pendidikan Biologi. Penentuan pH, BOD, COD, DO, Salinitas, Konduktivitas, dan Turbiditas dilakukan pengukurannya secara langsung di tempat penelitian dengan menggunakan *Water Quality Checker* digital. Pada masing-masing lokasi/stasiun diukur sebanyak 2 kali (Andrews, 1972; Canter, 1996; Cox, 1978; Ludwig and Reynolds, 1988).

Data yang telah terkumpulkan selanjutnya dianalisis dengan cara sebagai berikut.

(1) Data Biologik

- a) Indeks Pencemaran Biologik
 Analisis data Indeks Pencemaran Biologik (IPB) atau *Biological Indices of Pollution* (BIP) mengacu pada Jalal (2005) dan Lucky (1977).

$$IPB = \frac{B}{A + B}$$

IPB = Indeks Pencemaran Biologik
 A = Organisme Non-Klorofil
 B = Organisme Berklorofil

Ketentuan yang digunakan untuk menentukan kualitas air berkaitan dengan IPB dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Air Berdasarkan Nilai IPB:

Nilai IPB	Kualitas Air
0 – 8	Bersih, Jernih
9 – 20	Tercemar Ringan
21 – 60	Tercemar Sedang
60 - 100	Tercemar Berat

- b). Indeks Coliform
Ketentuan kualitas air berdasarkan jumlah Coli per 100 ml dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kualitas Air Berdasarkan Jumlah Coli per 100 ml

Kualitas Air	Jumlah Bakteri Coli Per 100 ml
Sangat memuaskan	<1 (=0)
Memuaskan	1 – 2
Diragukan	3 – 10
Jelek	> 10

- c). NVC Ikan
Data NVC ikan dianalisis dengan menggunakan rumus yang diberikan oleh Fulton (dalam Jalal, 2005; Lucky, 1977) yaitu :

$$NVC = \frac{W}{(L)^3} \times 100 \%$$

Keterangan

NVC = *Nutrition Value Coefficient*

W = Berat ikan dalam gram

L = Panjang ikan dalam cm

- (2). Data non biologik

Data non biologik meliputi pH, temperatur, DO, BOD, COD, konduktivitas, turbiditas, dan salinitas. Data ini dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan rata-rata hasil pengukuran kualitas air danau dengan kualitas air standar yang terdapat pada baku mutu lingkungan.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

Indeks Pencemaran Biologik (IPB)

Dalam kalkulasi IPB ini, organisme yang didata adalah bakteri, jamur, fitoplankton dan zooplankton. Dalam pengambilan sampel ini khusus dilakukan pada daerah litoral. Dasar pemikirannya bahwa pada daerah litoral ini secara kasat mata kondisi lingkungan air danau sebagai aktivitas pertanian, keramba (perikanan), MCK dan lain-lainnya.

Pengambilan sampelnya dilakukan di Desa Toya Bungkah, yang mana daerah ini aktivitas pertanian dan perikanan cukup tinggi. Sampel lainnya di

ambil di desa Trunyan dengan maksud aktivitas pertaniannya lebih rendah daripada di desa Toya Bungkah. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai IPB untuk stasiun 1 sebesar 73,3%, stasiun 2 sebesar 82,5 %, stasiun 3 (36%), stasiun 4 (84,70%) dan stasiun 5 (63,3%). Rata-rata nilai IPB untuk di desa Toya Bungkah adalah sebesar 67,90%. Dengan membandingkan nilai IPB ini dengan daftar tabel acuan yang ada maka indeks IPB hasil perhitungan ada di antara 60-100% yang bermakna yaitu kondisi lingkungan air danau di sekitar desa tersebut sudah termasuk pencemaran (berat).

Nilai IPB untuk di desa Trunyan pada stasiun 1 sebesar 29,20%, stasiun 2 (69,7%), stasiun 3 (71,90%), stasiun 4 (74,90%) dan stasiun 5 (41,30%). Rata-rata nilai IPB nya adalah sebesar 57,40%. Jadi dengan melihat indeks IPB hasil pengamatan dan dibandingkan dengan indeks acuan yang ada maka indeks ini berada di antara 21-60% yang berarti kondisi lingkungan air danau di desa tersebut dalam keadaan pencemaran sedang.

Total Koliform

Parameter berikutnya yang dikaji sebagai parameter indeks pencemaran biologik adalah total koliform. Dalam menganalisis total koliform ini menggunakan teknik JPT. Sampel air diambil sama seperti sampel dalam penentuan IPB. Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap total koliform ini dengan 10 kali ulangan pada lokasi desa Trunyan di stasiun diperoleh untuk stasiun 1 sebesar 54,6, stasiun 2 sebesar 26,92 dan stasiun 3 sebesar 11,78. Jadi rata-ratanya adalah sebesar 31,10. Hasil pengamatan ini dibandingkan dengan peruntukkan air yakni air untuk keperluan pertanian dan perikanan adalah sebesar 3,0 sedangkan hasil pengamatan rata-rata sebesar 31,10, maka ini berarti nilai total koliform lebih besar daripada standar kualitas air sehingga kondisi air yang demikian sudah termasuk kategori tercemar.

Sebagaimana diketahui bahwa air di sekitar danau tersebut, khususnya pada daerah litoral digunakan sebagai kegiatan MCK dan sebagai tempat pembuangan sampah rumah tangga. Hal ini terlihat dari kenyataan di lapangan, bahwa di bagian litoral ini sampah terakumulasi di bagian permukaan maupun di bagian dasar sungai sehingga kelihatan air menjadi keruh.

Hasil pengamatan total koliform untuk di Desa Toya Bungkah pada stasiun 1 sebesar 88,40, stasiun

2 sebesar 56,70, dan stasiun 3 sebesar 32,60. Rata-rata total koliformnya sebesar 59,23 juga berada di atas standar kualitas air untuk air pertanian dan perikanan. Jadi di sini pun sudah nampak gejala pencemarannya.

NVC Ikan

Jumlah ikan yang dianalisis ada sebanyak 75 ekor. Ikan-ikan ini diambil dari hasil tangkapan masyarakat yang siap untuk diperjualbelikan. Jumlah ikan yang sehat dari 75 ikan sampel yang diambil ada sebanyak 60 ikan yang sehat dan 15 ikan yang tidak sehat. Jadi ada 20% ikan yang NVC nya tidak sehat. Hal ini sebagai pertanda bahwa dengan adanya NVC yang tidak sehat sebagai gejala adanya pencemaran air danau pada tingkat awal.

Non Biologik : Aspek Fisik dan Kimia

Seperti sudah disampaikan di atas, bahwa pengukuran aspek fisik dan aspek kimia dalam penelitian ini, dilakukan pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan alat *Water Quality Checker*. Hasil pengukuran semua parameter tersebut disajikan pada Tabel 3.

Dari Tabel 3, tampak bahwa kondisi fisik dan kimia air danau masih berada pada kondisi yang normal untuk klasifikasi air golongan D. Dengan kata lain bahwa air danau secara fisik dan kimia belum menunjukkan pencemaran. Akan tetapi hal ini perlu dicari parameter lain untuk lebih meyakinkan kondisi air danau yang sebenarnya.

Dari seluruh hasil pengukuran parameter lingkungan yang digunakan sebagai indikator

Tabel 3. Hasil Pengukuran Aspek Non Biologik (Fisik dan Kimia) Kualitas Air Danau Batur

Daerah	Cuplikan ke-	Parameter yang diukur						
		pH	Suhu °C	Konduktivitas (ms/cm)	Salinitas (permil)	Turbiditas (NTU)	DO (mg/l)	Anemo Meter (MPH)
KEDISAN	1	8,35	24,8	2,26	0,10	2	8,20	5
	2	8,34	24,1	2,28	0,11	4	8,87	5
	3	8,39	25,1	2,28	0,11	3	9,96	5
SONGAN	1	8,24	25,6	2,27	0,11	3	8,46	6
	2	8,34	25,4	2,20	0,10	3	8,34	6
	3	8,44	25,5	2,29	0,11	4	8,49	6
TOYA BUNGKAH	1	8,30	25,2	2,28	0,11	4	8,09	5
	2	8,24	25,1	2,28	0,11	3	8,40	5
	3	8,25	25,0	2,25	0,10	3	8,44	5
TRUNYAN	1	8,29	25,4	2,29	0,11	3	8,23	5
	2	8,31	24,3	2,30	0,11	3	8,29	5
	3	8,31	25,4	2,39	0,11	4	8,48	5

Tabel 4. Perbandingan Hasil Pengamatan Parameter Kualitas Air dengan Baku Mutu Air Golongan B dan C.

No	Parameter	Hasil Pengukuran	Standar yang Dibolehkan	Keterangan
1	pH	8,31	6-8,5	Belum tercemar (menunjang ambang batas maksimal)
2	Suhu	24,9°C	Normal	Belum tercemar
3	DO	3,62	76,5	Tercemar sedang
4	NVC	2,23	> 1,7	Ikan sehat* (20% tidak sehat)
5	IPB	62,65	Tabel 02	Tercemar berat
6	Total Koliform	31,10	3,0	Tercemar

pencemaran air khususnya indeks pencemaran biologik dan non biologik (fisik dan kimia) dapat diringkaskan sebagai berikut (Wijana, 2008).

Dengan demikian dapat disampaikan bahwa air Danau batur sudah menunjukkan adanya gejala-gejala pencemaran, tetapi belum secara keseluruhan dipengaruhi oleh faktor polutan itu sendiri, dengan kata lain belum mencapai akumulasi puncak.

3.2 Pembahasan

Rata-rata nilai IPB untuk di desa Toya Bungkah adalah sebesar 67,90%. Indeks IPB hasil perhitungan ini ada di antara 60-100% yang bermakna yaitu kondisi lingkungan air danau di sekitar desa tersebut sudah termasuk pencemaran (berat) (Sastrawijaya. 2000).. Hal ini sesuai dengan kenyataan yang ada bahwa di daerah tersebut yakni aktivitas pertanian dalam penggunaan pestisida dan pupuk anorganik sangat tinggi dan kurang mengikuti kaidah-kaidah penggunaan pupuk dan pestisida (Sudarmo, 1992). Residu dari kedua zat kimia itu jelas akan mengalir ke danau yang mengakibatkan pencemaran air danau. Diakui bahwa kondisi saat ini yang telah mengalami pencemaran dilihat dari IPB nya adalah akumulasi dari kondisi yang secara terus menerus berlangsung pembuangan limbah-limbah pertanian ke badan air danau.

Rata-rata nilai IPB di Desa Trunyan adalah sebesar 57,40%. Jadi dengan melihat indeks IPB hasil pengamatan dan dibandingkan dengan indeks acuan yang ada maka indeks ini berada di antara 21-60% yang berarti kondisi lingkungan air danau di desa tersebut dalam keadaan pencemaran sedang. Hal ini disebabkan oleh adanya aktivitas pertanian yang lebih rendah dibandingkan dengan aktivitas pertanian di desa Toya Bungkah. Di samping itu pengaruh aliran arus dari desa terdekat yakni desa Songan dengan daerah pertanian yang cukup tinggi juga.

Bila kedua desa itu diperbandingkan (desa Toya Bungkah dan Desa Trunyan) IPB di desa Toya Bungkah lebih tinggi dibandingkan dengan desa Trunyan. Hal ini dipengaruhi oleh aktivitas di sekitarnya yaitu meliputi aktivitas pertanian, perikanan dan MCK.

Hasil pengamatan total koliform di Desa Toya Bungkah adalah sebesar 31,10 lebih besar dari standar baku yaitu 3,0 maka ini berarti nilai total koliform lebih besar daripada standar kualitas air sehingga kondisi air yang demikian sudah termasuk kategori tercemar.

Sebagaimana diketahui bahwa air di sekitar danau tersebut, khususnya pada daerah litoral digunakan sebagai kegiatan MCK dan sebagai tempat pembuangan sampah rumah tangga (Sastrawijaya. 2000; Wardana, 2002). Hal ini terlihat dari kenyataan di lapangan, pada bagian litoral sampah terakumulasi di bagian permukaan maupun di bagian dasar sungai sehingga kelihatannya air menjadi keruh.

Rata-rata total koliform untuk di Desa Trunyan sebesar 59,23 juga berada di atas standar kualitas air untuk air pertanian dan perikanan. Jadi di sini pun sudah nampak gejala pencemarannya. Sama halnya sebagaimana argumentasi yang diberikan pada desa Trunyan, bahkan aktivitas MCK, pembuangan sampah dan aktivitas pariwisatanya jauh lebih besar daripada desa Trunyan.

Nilai NVC dari analisis terhadap ikan yang ada, terlihat bahwa 20% sudah menunjukkan kondisi yang tidak sehat. Kondisi yang tidak sehat ini dapat digunakan sebagai indikasi lebih jauh akan timbulnya pencemaran air di masa yang akan datang. Hal ini diperkuat pula oleh IPB nya sudah menunjukkan gejala pencemaran. Tropik level dari ikan adalah sebagai konsumen. Bila tropik level di bawahnya sudah mulai menunjukkan gejala-gejala pencemaran maka tropik level di atasnya akan mengalami penggandaan biologik (Mackenthum, 1979).

Sebagaimana diketahui bersama bahwa Bali adalah daerah tujuan wisata baik wisatawan manca negara maupun wisatawan domestik. Salah satu objek wisata itu adalah Danau Batur. Dengan kondisi kualitas air Danau Batur yang semakin menurun dan ditambah dengan adanya gejala eutropikasi pada danau maka dalam jangka panjang ke depan ekosistem danau akan mengalami perubahan. Dampak lebih jauh adalah keindahan alam akan berubah dan hal ini akan berpengaruh terhadap kunjungan wisatawan.

4. Simpulan dan Saran

Ada beberapa simpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini yaitu (1) kualitas air Danau Batur berdasarkan indeks pencemaran biologik dan non biologik sudah menunjukkan adanya gejala-gejala penurunan; (2) dilihat dari nilai IPB, NVC, dan Total Koliform, sudah menunjukkan adanya pencemaran; (3) dilihat dari aspek fisik dan kimia yaitu suhu dan pH, ternyata belum menunjukkan adanya pencemaran, sedangkan pada parameter DO sudah menunjukkan adanya pencemaran sedang; dan (4)

sumber pencemaran air Danau Batur dapat diprediksi dari aktivitas pertanian, perikanan, aktivitas rumah tangga, aktivitas pariwisata dan sumber pencemaran alami.

Berdasarkan simpulan tersebut di atas, saran yang dapat disampaikan yaitu agar semua komponen masyarakat untuk dapat mencermati dan mengevaluasi kembali semua aktivitas yang dilakukan saat ini.

Daftar Pustaka

- Andrews. 1972. *Metode Analisis Air*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta .
- Canter, L.W. 1996. *Environmental Impact Assessment*. McGraw-Hill, New York.
- Cox. G.W.1978 *Laboratory Manual of General Ecology*. WM.C. Brown Company Publisher, USA.
- Fandeli,C. 2001 *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan, Prinsip Dasar dan Pemaparannya Dalam Pembangunan.Liberty*. Yogyakarta.
- Jalal, S.T. 2005. *Metode dan Teknik Analisis data Aspek Biologi : Komponen Fauna Darat dan Air*. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) dan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) UGM ,Yogyakarta .
- Keith, L.H. 1991. *Environemental Sampling and Analysis : a Practical Guide*. Lewis Publishers, Florida .
- Kent, M & Peddy Coker. 1992. *Vegetation Description and Analysis*. Belhaven Press, London.
- Khodiyat. 1983. *Kegiatan Pariwisata di Indonesia*. PSLH-UGM, Yogyakarta. Tidak Diterbitkan.
- Kuncaka, A. 2004. *Pengendalian Pencemaran Lingkungan*.PSLH-UGM, Yogyakarta. Tidak Diterbitkan.
- Lucky, Z. 1977. *Methods For The Diagnosis of Fish Disease*. USDI-FWPCA, Washington
- Ludwig, J.A & F. Reynolds.1988. *Statistical Ecology*. John Willey and Sons, New York.
- Mackenthum, K.M. 1979. *The Practice of Water Pollution Biology*. USDI-FWPCA, Washington.
- Michael, P. 2002. *Metode Ekologi Ladang dan Laboratorium*. Gajah Mada University Press; Yogyakarta.
- Sastrawijaya. 2000. *Pencemaran Air*. Gajah Mada University Press ,Yogyakarta.
- Sudarmo, S. 1992. *Pestisida untuk Tanaman*. Yayasan Kanisius ,Yogyakarta .
- Sunaryo, B. 2004. *Kegiatan Pariwisata*. PSLH-UGM, Yogyakarta.
- Suratmo, F.G. 2002. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soemarwoto, O. 2004. *Atur Diri Sendiri: Paradigma Baru Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wardana, A.W. 2002. *Pencemaran Lingkungan*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta .
- Wijana, N. 2008. *Analisis Kualitas Air Danau Batur (Suatu Kajian dari Sisi ABC Environment)*. Laporan Hasil Penelitian. Tidak Diterbitkan.