

IDENTIFIKASI SUMBER PENCEMAR DAN TINGKAT PENCEMARAN AIR DI DANAU BATUR KABUPATEN BANGLI

COK I.M. HANDAYANI¹⁾ I.W. ARTHANA²⁾ I.N. MERIT³⁾

¹⁾ PPE Bali dan Nusra

²⁾ PPLH Unud

³⁾ Fakultas Pertanian Unud

Email : tjok_suryadharma@yahoo.com

ABSTRACT

Lake Batur areas currently experiencing rapid growth with a variety of community activities. Increased community activity tends to cause pollution and disrupt the continuity of the lake water. The purpose of this study to determine the Batur Lake water quality and pollution levels. In addition to identifying sources of contaminants that exist in the vicinity of Lake Batur.

Sampling was done by purposive sampling. Water samples taken at five station and at each station taken ten sub-stations that were analyzed *in situ* and in laboratory. Lake water quality compared to quality standards in accordance with the Rules Bali Governor Number 8 of 2007. Analysis method of water pollution indexes in accordance with the Minister of Environment Number 115 in 2003. Identify source of pollution carried by record number of events, interviews and field observations.

The water quality of Lake Batur showed that some parameters have exceeded the quality standard among them are BOD₅ (8.72 ppm), NH₃ (0.86 ppm), Fe (0.61 ppm), PO₄ (0.36 ppm), Pb (0.04 ppm), Cu (0.70 ppm), H₂S (0.007 ppm) and Cd (0.04 ppm). Water pollution index shows that the Lake Batur including light polluted with IP 1.50 to 2.82. Community activity is the source of water pollutants such as agricultural activities, settlements, tourism and fish farming activities with floating net cages (KJA). The volume of waste from the settlement activity amounted to 229,588 m³ per year and the activities of hotel and restaurant at 4595 m³ per year and the waste load of nitrogen (N) and phosphate (P) of cage culture activities amounted to 63,024 tons per year and 3372 tons per year

Keywords: water quality, water pollution index, the sources of pollution.

ABSTRAK

Kawasan Danau Batur saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat dengan berbagai aktivitas masyarakat. Peningkatan aktivitas masyarakat cenderung menimbulkan pencemaran dan mengganggu kelestarian perairan danau. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kualitas air danau Batur dan tingkat pencemarannya. Selain itu untuk mengidentifikasi sumber pencemar yang ada di sekitar Danau Batur.

Penentuan sampel dilakukan dengan cara *purposive sampling*. Sampel air diambil di lima stasiun dan pada masing-masing stasiun diambil sepuluh sub stasiun yang dianalisis secara *in situ* dan di laboratorium. Kualitas air danau dibandingkan dengan baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 Tahun 2007. Metoda Analisis Indeks Pencemaran Air sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003. Identifikasi sumber pencemar dilakukan dengan mendata jumlah aktivitas, wawancara dan pengamatan lapangan.

Kualitas air Danau Batur menunjukkan bahwa beberapa parameter telah melampaui baku mutu diantaranya BOD₅ (8,72 ppm), NH₃ (0,86 ppm), Fe (0,61 ppm), PO₄ (0,36 ppm), Pb (0,04 ppm), Cu (0,70 ppm), H₂S (0,007 ppm) dan Cd (0,04 ppm). Indeks pencemaran air menunjukkan bahwa Danau Batur termasuk cemar ringan dengan IP 1,50 sampai dengan 2,82. Aktivitas masyarakat yang menjadi sumber pencemar perairan diantaranya kegiatan pertanian, pemukiman, pariwisata dan kegiatan budidaya ikan dengan keramba jaring apung (KJA). Volume limbah dari aktivitas pemukiman sebesar 229.588 m³ per tahun dan dari aktivitas hotel dan restoran sebesar 4.595 m³ per tahun dan beban limbah nitrogen (N) dan fosfor (P) dari aktivitas KJA sebesar 63.024 ton per tahun dan 3.372 ton per tahun.

Kata kunci : kualitas air, indeks pencemaran air, sumber pencemar.

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumberdaya alam yang sangat vital, keberadaannya sangat dibutuhkan oleh manusia pada setiap sendi kehidupan. tidak hanya manusia yang sangat bergantung pada air, makhluk hidup lainnya juga bergantung pada keberadaan air. Sumber daya air tawar yang ada di bumi hanya sekitar 2,59% dari seluruh volume air, sebanyak 1,98% dalam bentuk es di kutub dan 0,59% sebagai air tanah. Sisanya 0,014% terdapat di sungai sebanyak 0,0001%, biota (0,0001%), uap air (0,001%), kelembapan air tanah (0,005%), dan danau (0,007%) (Soerjani, 1997).

Danau adalah salah satu bentuk ekosistem yang menempati daerah yang relatif kecil pada permukaan bumi dibandingkan dengan habitat laut dan daratan. Hilangnya ekosistem danau mengakibatkan bekurangnya cadangan air tanah pada suatu kawasan/wilayah yang akan mengancam ketersediaan air bersih bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Pencemaran yang terjadi di perairan danau, merupakan masalah penting yang perlu memperoleh perhatian dari berbagai pihak. Menurut Davis dan Cornwell (1991), sumber bahan pencemar yang masuk ke perairan dapat berasal dari buangan yang diklasifikasikan sebagai: (1) *point source discharges* (sumber titik) dan (2) *non point source* (sumber menyebar).

Meningkatnya beban pencemaran yang masuk ke perairan danau juga disebabkan oleh kebiasaan masyarakat yang berdomisili di sekitar danau. Umumnya masyarakat sekitar danau membuang limbah domestik, baik limbah cair maupun limbah padatnya langsung ke perairan danau. Hal ini akan memberikan tekanan terhadap ekosistem perairan danau.

Danau Batur merupakan danau terbesar di Bali, yang terletak di Kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli. Saat ini kondisi danau Batur sudah mulai mengalami banyak masalah mulai dari masalah pencemaran, pariwisata, perikanan, tata guna lahan, erosi, maupun sedimentasi. Perkembangan pembangunan di sekitar Danau Batur semakin pesat dan semuanya berorientasi untuk kepentingan ekonomi dan belum sepenuhnya peduli terhadap masalah-masalah lingkungan.

Penelitian ini bertujuan : (1) untuk mengidentifikasi berbagai kegiatan yang berpotensi sebagai sumber pencemar di perairan Danau Batur. (2) untuk mengetahui kualitas perairan danau Batur. (3) untuk mengetahui tingkat pencemaran air Danau Batur.

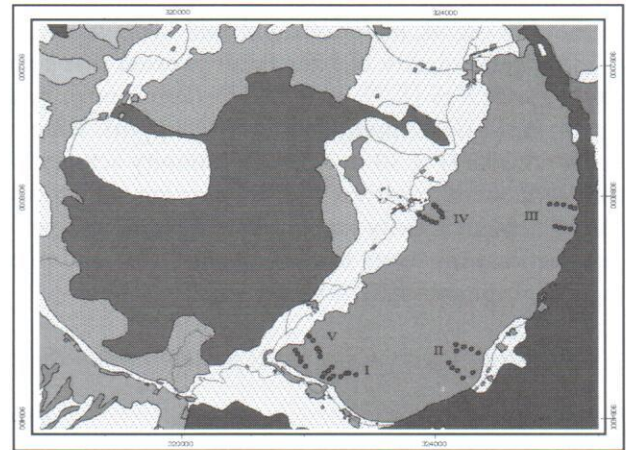
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Danau Batur dan desa-desa yang ada di sekitar Danau Batur dari bulan Februari sampai dengan April 2010. Penentuan titik sampel dilakukan dengan cara *purposive sampling*. Sampel air diambil di lima stasiun dan pada masing-masing sta-

siun diambil sepuluh sub stasiun yang dianalisis secara *in situ* dan laboratorium Analitik Universitas Udayana. Kualitas air danau dibandingkan dengan baku mutu sesuai dengan Pergub Bali Nomor 8 Tahun 2007. Kemudian dihitung indeks pencemaran untuk memperoleh tingkat pencemarannya.

Identifikasi sumber pencemar dilakukan dengan mendata jumlah aktivitas yang berpotensi menghasilkan zat pencemar limbah cair dengan instrument kuesioner, wawancara dan pengamatan, kemudian dideskripsikan kondisinya serta dihitung volume limbahnya. Identifikasi dilakukan di desa-desa yang berada di sekitar danau pada daerah tangkapan air Danau Batur, yaitu Desa Kedisan, Buahon, Abang Batu Dinding, Suter, Trunyan, Songan B, Songan A, Batur Tengah dan Batur Selatan.

Adapun lokasi pengambilan sampel dapat digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Stasiun Pengambilan Sampel Air

Beberapa parameter dan variabel untuk kualitas air dan aktivitas masyarakat dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Parameter kualitas air dan metode analisis serta alat yang digunakan

No	Parameter	Satuan	Metode Analisis	Alat Analisis
Fisika:				
1.	Temperatur	°C	Pemuaian air raksa	Thermometer
2.	Kecerahan	cm	Visual	Secchi Disc
Kimia:				
1.	pH	-	Potensiometri	pH Meter
2.	DO	ppm	Titrimetri winkler	DO Meter
3.	BOD ₅	ppm	Titrimetri	Peralatan titrasi
4.	COD	ppm	Spektrofotometri	Spektrofotometer
5.	Nitrat	ppm	Spektrofotometri	Spektrofotometer
6.	Amonia	ppm	Spektrofotometri	Spektrofotometer
7.	Fosfat	ppm	Spektrofotometri	Spektrofotometer
8.	Timbal	ppm	Spektrofotometri	Spektrofotometer
9.	Belerang	ppm	Spektrofotometri	Spektrofotometer
10.	Kadmium	ppm	Spektrofotometri	Spektrofotometer
11.	Tembaga	ppm	Spektrofotometri	Spektrofotometer
12.	Besi	ppm	Spektrofotometri	Spektrofotometer

Sumber : APHA (1995)

Tabel 2. Variabel Aktivitas Manusia sebagai Sumber Pencemar

No	Sumber Pencemar	Variabel
1	Permukiman	1. Jumlah rumah tangga dan jumlah penduduk 2. Sumber air yang digunakan 3. Jumlah pemakaian air 4. Sarana pembuangan dan pengolahan limbah domestik
2	Pariwisata	
	- Hotel	1. Jumlah kamar 2. tingkat hunian/hari 3. sumber air yang digunakan 4. jumlah pemakaian air 5. ada tidaknya kolam renang 6. sarana pembuangan dan pengolahan limbah domestik
	- Restoran	1. Jumlah pemakaian air 2. sumber air yang digunakan 3. tingkat layanan/hari 4. sarana pembuangan dan pengolahan limbah domestik
	- Transportasi Air	1. Jumlah Boat 2. Jenis Mesin 3. Jenis dan Kebutuhan Bahan Bakar
4	Perikanan	1. jumlah keramba jangka apung 2. lokasi Keramba Jaring Apung (KJA) 3. jumlah pakan per hari 4. jenis pakan yang digunakan
5	Pertanian	1. Luas lahan pertanian 2. jumlah pemakaian pupuk dan pestisida 3. jenis pupuk yang digunakan

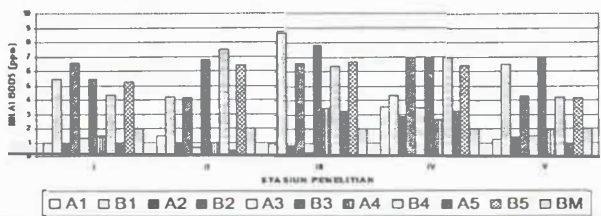
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air Danau Batur

Hasil Analisis menunjukkan bahwa ada beberapa parameter yang melampaui baku mutu sesuai dengan Pergub Bali No 8 Tahun 2007.

Hasil pengukuran BOD₅ tertinggi seperti terlihat pada Gambar 1 terjadi di stasiun III yaitu Desa Trunyan dengan kadar BOD₅ sebesar 8,72 ppm. Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas I Pergub Bali Nomor 8 Tahun 2007 yaitu sebesar 2 ppm, maka nilai BOD₅ diseluruh stasiun pengamatan melampaui baku mutu yang telah ditetapkan.

NILAI BOD₅ DI MASING-MASING SUB STASIUN



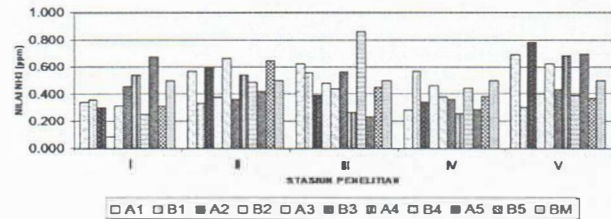
Keterangan : A1 – A5 : sub stasiun di sisi kiri, B1 – B5 : sub stasiun di sisi kanan

Gambar 2 Grafik Nilai BOD₅ di masing-masing Sub Stasiun

Parameter BOD secara umum banyak dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran air buangan. Nilai BOD₅ yang tinggi di semua stasiun pengamatan menunjukkan banyaknya bahan-bahan organik yang diuraikan secara biologis, dengan konsentrasi buan-

gan yang mengalir ke perairan berasal dari aktivitas masyarakat yang ada disekitar danau Batur. Kondisi seperti ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Sundra (2006) yang mendapatkan tingginya kandungan BOD₅ air tanah (4,94 – 7,59 mg/l pada musim hujan dan 5,02 – 7,49 mg/l pada musim kemarau) di daerah Tanjung Benoa, Nusa Dua, Kuta, Legian, Canggu dan Peti Tenget. Penelitian yang dilakukan di Danau Maninjau juga menunjukkan bahwa kadar BOD₅ berkisar antara 2,89 – 6,42 mg/l (Marganof, 2007).

NILAI NH₃ DI MASING-MASING SUB STASIUN



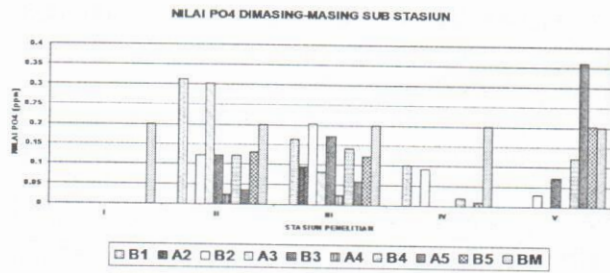
Keterangan : A1 – A5 : sub stasiun di sisi kiri, B1 – B5 : sub stasiun di sisi kanan

Gambar 3 Grafik Nilai NH₃ di masing-masing Sub Stasiun

Kadar Amonia di Danau Batur berkisar antara 0,09 ppm sampai dengan 0,86 ppm, sedangkan rata-rata menurut stasiun berkisar antara 0,36 sampai dengan 0,54 ppm. Gambar 3 memperlihatkan kadar Amonia tertinggi terdapat pada ST III sub stasiun B4 yaitu 0,86 ppm dan terendah ada pada ST I sub stasiun B2 yaitu 0,09 ppm. Kadar amonia tertinggi terjadi di desa Trunyan, aktivitas terbesar dari masyarakat di sekitar stasiun penelitian ini adalah pemukiman penduduk yang melakukan aktivitas mandi cuci kakus di perairan danau.

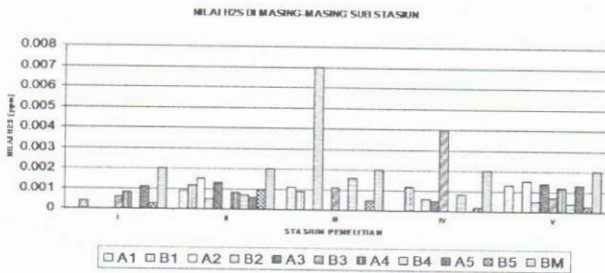
Kadar Amonia di Danau Batur berkaitan dengan nilai BOD karena kedua parameter tersebut sama-sama ditentukan oleh kandungan bahan-bahan organik. Semakin tinggi kandungan bahan organik maka kerja mikroorganisme semakin meningkat yang berarti oksigen yang dibutuhkan untuk perombakan bahan organik semakin meningkat, dan hasilnya amonia yang dihasilkan dari proses tersebut semakin meningkat.

Kadar Phosfat (PO₄) di Danau Batur berkisar dari tidak terdeteksi sampai 0,36 ppm (Gambar 4). Lokasi-lokasi yang mempunyai kandungan Phosfat yang relatif tinggi yaitu Desa Abang, Desa Trunyan dan Bumbung Klambu. Lokasi-lokasi dengan kadar Phosfat yang relatif tinggi tersebut merupakan lokasi yang dekat pemukiman penduduk, budi daya ikan KJA dan pertanian. Diperkirakan tingginya kadar Phosfat tersebut terkait dengan adanya limbah rumah tangga (domestik) yang mengandung deterjen sebagai sumber Phosfat, serta tingginya kandungan Phosfat pada air juga diperkirakan disebabkan oleh masukan dari limbah pertanian khususnya pupuk yang mengandung fosfat (KLH, 2006) serta sisa-sisa dari pakan ikan (pellet).



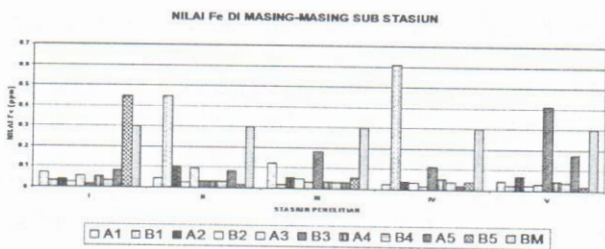
Keterangan : A1 – A5 : sub stasiun di sisi kiri, B1 – B5 : sub stasiun di sisi kanan

Gambar 4 Grafik Nilai PO₄ di masing-masing Sub Stasiun



Keterangan : A1 – A5 : sub stasiun di sisi kiri, B1 – B5 : sub stasiun di sisi kanan

Gambar 5 Grafik Nilai H₂S di masing-masing Sub Stasiun



Keterangan : A1 – A5 : sub stasiun di sisi kiri, B1 – B5 : sub stasiun di sisi kanan

Gambar 6 Grafik Nilai Fe di masing-masing Sub Stasiun

Kadar Fosfat diperkenankan dalam air minum adalah 0,2 mg/l. Kadar Fosfat dalam perairan alami umumnya berkisar antara 0,005 – 0,02 mg/l. Kadar Fosfat melebihi 0,1 mg/l tergolong perairan yang eutrofik. Sehingga berdasarkan kandungan Fosfatnya Danau Batur sebagian besar telah mengalami tingkat kesuburan yang tinggi.

Menurut Tantri (2004) kadar Fosfat di Danau Buyan menunjukkan hasil yang tinggi yaitu berkisar antara 0,4021–0,8590 mg/l. Fosfat yang terdapat di perairan bersumber dari air buangan penduduk (limbah rumah tangga) berupa deterjen, residu hasil pertanian (pupuk), limbah industri, hancuran bahan organik dan mineral fosfat (Saeni, 1989). Persamaan sumber pencemar yang ada di Danau Batur dan Buyan adalah sama-sama merupakan daerah pertanian intensif yang membudidayakan pertanian hortikultura dan juga pemukiman penduduk serta berkembang menjadi kawasan pariwisata.

Kadar hidrogen sulfida (H₂S) di Danau Batur bervariasi mulai dari tidak terdeteksi hingga tertinggi sebe-

sar 0,007 ppm. Gambar 5 menunjukkan bahwa kadar H₂S tertinggi terdapat di daerah sekitar Desa Trunyan (ST III-B2).

Perairan di lokasi ini sering dimanfaatkan oleh penduduk untuk mandi, cuci dan budidaya KJA serta penduduk sering membuang sampah ke danau sehingga terjadi tumpukan sampah di dasar perairan. Kondisi ini menyebabkan proses perombakan bahan organik di dasar perairan berlumpur secara anaerob menjadi tinggi dan menghasilkan hydrogen sulfida yang relatif tinggi. Di perairan alami yang cukup aerasi, biasanya tidak ditemukan H₂S, karena telah teroksidasi menjadi sulfat. Hidrogen sulfida yang terdapat di sekitar dasar perairan yang banyak mengandung deposit lumpur mencapai 0,7 mg/l, sedangkan pada kolam air biasanya 0,02-0,1 mg/l (Effendi, 2003).

Penelitian yang dilakukan oleh Arry (2008) menunjukkan bahwa kadar hidrogen sulfida pada perairan pantai di kawasan industri perikanan berkisar antara 0,11-1,1 mg/L dan pada beberapa lokasi pengambilan sampel sulfida tidak terdeteksi, kandungan hidrogen sulfida melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan untuk biota laut yaitu 0,01 mg/L. Hal ini diduga karena terjadinya proses pembusukan bahan-bahan organik yang mengandung belerang oleh bakteri anaerob dan juga sebagai hasil reduksi dengan kondisi anaerob terhadap sulfat oleh mikroorganisme.

Kandungan Besa (Fe) di perairan Danau Batur berkisar antara 0,02 ppm sampai dengan 0,61 ppm, dengan kandungan tertinggi ada pada ST IV sub stasiun B1 dan kandungan terendah di ST IV sub stasiun A3 (Gambar 6). Kandungan Fe di semua sub stasiun masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan, kecuali pada sub stasiun B5 pada ST I sebesar 0,45 ppm, sub stasiun B1 pada ST II dan IV sebesar 0,45 ppm dan 0,61 ppm dan sub stasiun B3 pada ST V sebesar 0,41 ppm. Kadar Fe yang melampaui baku mutu terdapat pada daerah dermaga, pertanian intensif, perhotelan dan budi daya ikan dengan keramba jaring apung, yang berkisar antara 0,4 – 0,6 ppm.

Kandungan Cu di perairan Danau Batur berkisar antara 0,002 ppm sampai dengan 0,7 ppm. Kandungan Cu tertinggi terjadi pada ST V sub stasiun B5 yaitu 0,7 ppm. Kualitas air pada ST I dan III seluruhnya masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan yaitu 0,02 ppm. Sedangkan pada ST II hanya pada sub stasiun B1 saja yang melampaui baku mutu dan ST IV kandungan Cu melampaui baku mutu pada sub stasiun A1, B1 dan B4 sedangkan pada ST V hanya pada stasiun B5 yang melampaui baku mutu yang ditetapkan.

Rata-rata kandungan logam Cu terbesar terdapat pada lokasi budidaya ikan keramba jaring apung yaitu 0,076 ppm. Cu banyak dipakai sebagai pengawet kayu (Palar, 1994 dan Connel and Miller, 1995) kondisi ini didukung dengan banyaknya petak-petak KJA di lokasi ini dimana bahan untuk petak-petak KJA terbuat dari

kayu, sehingga diperkirakan tingginya kadar Cu berasal dari pelapukan bahan-bahan pengawet kayu yang digunakan. Disamping itu lokasi ini juga berdekatan dengan lokasi para nelayan menambatkan perahu-perahunya yang juga banyak terbuat dari kayu.

Kandungan Kadmium (Cd) pada perairan Danau Batur berkisar antara 0,001 ppm sampai dengan 0,04 ppm. Hasil pengukuran terhadap nilai Cd menunjukkan bahwa hampir semua lokasi berada di bawah baku mutu kecuali pada ST V sub stasiun B5 memiliki kandungan tertinggi yaitu 0,04 ppm, sedangkan baku mutunya adalah 0,01 mg/l. Di dalam air tawar, kandungan Cd rata-rata adalah 0,0003 mg/l (Darmono, 1995). Sedangkan Arthana (2007) menyatakan kadar kadmium di mata air Buyan dan mata air Tirta Bang sebesar 0,013 mg/l dan 0,012 mg/l dan hasil ini melampaui baku mutu air kelas I sesuai dengan PP No. 82 tahun 2001.

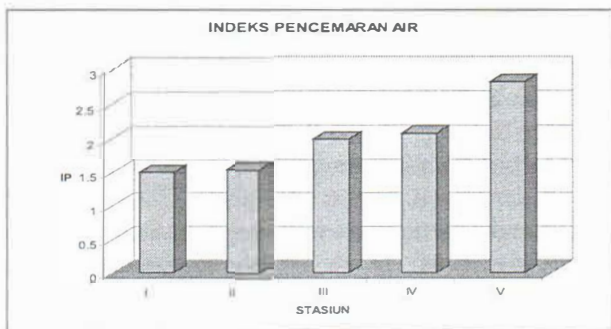
Indeks Pencemaran Air Danau Batur

Indeks pencemaran air danau Batur di semua stasiun tergolong cemar ringan dengan IP = 1,50 (ST I), IP = 1,55 (ST II), IP = 1,99 (ST III), IP = 2,08 (ST IV), IP = 2,82 (ST V). Kualitas air Danau Batur berdasarkan kriteria mutu air kelas I tergolong cemar ringan, maka peruntukannya kurang layak bila dipergunakan untuk bahan baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Untuk itu penduduk sekitar perairan danau perlu melakukan pengolahan terlebih dahulu untuk air baku air minum atau pengambilan air danau untuk air minum jauh dari sumber pencemar.

Gambar 7 menunjukkan terjadi peningkatan status mutu air Danau Batur dari stasiun I sampai dengan stasiun V. Peningkatan ini disebabkan karena pada stasiun III, IV dan V oleh parameter yang melampaui baku mutu yaitu BOD₅, NH₃, H₂S, Cd, dan Cu.

Identifikasi Sumber Pencemar

Secara garis besar, sumber pencemaran yang masuk ke perairan danau dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok sumber limbah, yaitu limbah yang berasal dari kegiatan luar danau diantaranya limbah dari kegiatan domestik (pemukiman), pertanian dan pariwisata



Gambar 7. Indeks Pencemaran Air Danau Batur

serta limbah dari dalam danau itu sendiri yaitu limbah dari budi daya ikan dengan keramba jaring apung (KJA).

Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa di tepian danau terdapat penggunaan lahan untuk tanaman hortikultura seperti di wilayah Desa Songan A, Songan B, Abang Batudinding, Kedisan, Buahman dan sedikit di wilayah Batur Tengah. Luas lahan untuk tanaman hortikultura sekitar 5816,5 ha atau sekitar 49,35% dari luas lahan di desa-desa sekitar Danau Batur. Tanaman hortikultura yang dibudidayakan oleh petani setempat antara lain : kubis, kentang, bawang dan tomat. Dalam rangka mendapatkan hasil produksi tinggi, para petani di sempadan Danau Batur melakukan pemupukan yang cukup intensif. Berdasarkan informasi yang didapatkan dari para petani di sekitar Danau Batur, dapat diketahui bahwa pemupukan dilakukan setiap satu bulan sekali. Pupuk yang biasa digunakan adalah pupuk NPK, Urea serta pupuk kandang (kotoran sapi). Pemupukan dilakukan dengan dosis 50 kg per bulan, jadi dalam satu kali siklus panen digunakan 150 kg pupuk. Kondisi ini didukung oleh hasil pengukuran kualitas air di stasiun II untuk parameter BOD₅ sebesar 3,3442 ppm yang telah melampaui baku mutu, dimana lokasi ini merupakan lokasi pertanian intensif.

Sumber pencemar utama lain yang secara langsung berada di perairan danau yaitu limbah dari KJA. Kegiatan perikanan dengan keramba jaring apung (KJA) di Danau Batur membudidayakan beberapa spesies ikan seperti ikan nila, mujair, serta ikan mas.

Hasil pengamatan lapangan, menunjukkan bahwa pada umumnya petani ikan menggunakan pakan (pallet) dengan kandungan protein 18% dengan kandungan nitrogen dalam pakan. Dari pakan tersebut hanya 70% yang dimakan oleh ikan dan sisanya sebanyak 30% akan lepas ke perairan danau sebagai bahan pencemar atau limbah (Rachmansyah, 2004; Syandri, 2006). Sementara itu, 15-30% dari nitrogen (N) dan fosfor (P) dalam pakan akan diretensikan dalam daging ikan dan selebihnya terbuang ke badan perairan danau. Dengan demikian dapat ditentukan jumlah beban limbah nitrogen (N) dan fosfor (P) dari kegiatan KJA yang masuk ke badan perairan danau seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Beban Limbah dari KJA

No	Nama Desa	Jumlah Petak	Jumlah Pakan (ton)/th	Kandungan Nitrogen dan Fosfor dalam pakan		Beban limbah yang masuk ke perairan (ton/th)	
				N (4,86%)	P(0,26%)	N	P
1	Songan B	2219	1597,68	77,647	4,154	60,177	3,219
2	Kedisan	23	16,56	0,805	0,043	0,624	0,033
3	Buahan	9	6,48	0,315	0,017	0,244	0,013
4	Abang Batu Dinding	58	41,76	2,030	0,109	1,573	0,084
5	Terunyan	15	10,8	0,525	0,028	0,407	0,022
TOTAL		2324	1673,28	81,321	4,351	63,024	3,372

Kondisi ini didukung dengan hasil pengukuran terhadap kadar phosfat yang tinggi terjadi di Desa Abang

(0,146 ppm), Trunyan (0,117 ppm) dan br. Bumbangklambu (Desa Kedisan) (0,157 ppm).

Limbah pemukiman bersumber dari kegiatan-kegiatan rumah tangga yang terdiri atas sisa makanan dan minuman (limbah dapur), kegiatan pembersihan seperti mencuci pakaian, kendaraan dan mengepel lantai, mandi, penggunaan toilet (tinja dan air seni) dan sebagainya. Hasil kuesioner dan wawancara kepada masyarakat tentang kebutuhan air masing-masing rumah tangga menyebutkan bahwa kebutuhan air per orang per hari dengan asumsi mandi satu kali sehari, untuk anak-anak adalah sekitar 10 lt per orang per hari dan untuk dewasa adalah sekitar 30 lt per orang per hari. Jika diasumsikan bahwa limbah domestik yang dihasilkan adalah 80% dari kebutuhan air (Linley dan Franzini, 1995), maka diperkirakan volume limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Volume limbah dari aktivitas pemukiman

No	Nama Desa	Jmlah penduduk	anak-anak	dewasa	Volume Limbah (lt/hr)	Volume Limbah (m ³ /th)
1	Buahan	1.660	298	1.362	35.072	12.625,92
2	Kedisan	1.716	221	1.495	37.648	13.553,28
3	Terunyan	2.630	552	2.078	54.288	19.543,68
4	Abang Batu Dinding	2.387	488	1.899	49.480	17.812,80
5	Abang Songan	1.174	210	964	24.816	8.933,76
6	Songan A	5.215	1.391	3.824	102.904	37.045,44
7	Songan B	7.002	1.894	5.108	137.744	49.587,84
8	Batur Selatan	5.150	911	4.239	109.024	39.248,64
9	Batur Tengah	2.482	581	1.901	50.272	18.097,92
10	Batur Utara	1.734	320	1.414	36.496	13.138,56
	Total	31.150	6.866	24.284	637.744	229.587,84

Jika dilihat dari hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan dimana tingginya parameter BOD, Amونيا, Fosfat dan H₂S ada di daerah Trunyan dan Toya Bungkah. Hal ini diperkirakan disebabkan oleh adanya masukan dari limbah hasil kegiatan rumah tangga sebesar 19.543,68 m³ per tahun di desa Terunyan dan di lokasi pengambilan kualitas air di Toya Bungkah yang merupakan wilayah Batur Selatan memberikan kontribusi limbah dari aktivitas rumah tangga sebesar sekitar 39.248,64 m³ per tahun.

Tercatat sekitar 22 buah usaha yang meliputi hotel melati I dan II, pondok wisata dan villa dengan asumsi tingkat hunian sekitar 50%. Hasil kuesioner dan wawancara kepada pengusaha hotel tentang kebutuhan air untuk tamu yang menginap diperkirakan kebutuhan air per orang per hari adalah sekitar 40 liter per orang per hari, sehingga diperkirakan volume limbah cair yang dihasilkan dari setiap tamu yang menginap seperti terlihat pada Tabel 5.

Demikian juga restoran dan rumah makan yang menjamur di kawasan ini berjumlah 38 buah dengan tingkat layanan diperkirakan 380 orang per hari. Berdasarkan asumsi limbah yang dihasilkan dari setiap

Tabel 5 Volume limbah Cair dari Kegiatan Hotel

No	Nama Desa	Jumlah Hotel	Jumlah Kamar	Jumlah kunjungan (tamu) / hari	Volume Limbah (m ³ /th)
1	Buahan	2	14	7	81
2	Kedisan	5	70	35	403
3	Toya Bungkah	14	110	55	635
4	Batur Tengah	1	10	5	58
	Total	22	204	92	1.175

tamu yang dilayani sebanyak 25 liter per orang per hari (Soeparman, 2002), maka perkiraan volume limbah yang dihasilkan dari kegiatan restoran/rumah makan adalah sekitar 3.420 m³ per tahun. Jadi total limbah yang dihasilkan dari layanan tamu hotel dan restoran adalah sebesar 4.595 m³ per tahun. Volume limbah dari aktivitas hotel terbesar terjadi di desa Batur Selatan dimana di desa ini terdapat daerah wisata Toya Bungkah. Didukung dengan hasil pengukuran kualitas air di stasiun IV (Toya Bungkah) menunjukkan tingginya kadar BOD dan fosfat.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sumber pencemar danau Batur diidentifikasi berasal dari bahan buangan organik yang dapat berasal dari kegiatan pertanian di sempadan danau, pemukiman, pariwisata dan kegiatan budidaya ikan dengan keramba jaring apung (KJA). Volume limbah yang masuk ke perairan danau dari aktivitas pemukiman diperkirakan sebesar 229.588 m³ per tahun dan dari aktivitas hotel dan restoran sebesar 4.595 m³ per tahun dan beban limbah nitrogen (N) dan fosfor (P) dari aktivitas KJA sebesar 63.024 ton per tahun dan 3.372 ton per tahun
2. Kualitas air Danau Batur di lima puluh titik yang diteliti, dari empat belas parameter yang dianalisis, parameter yang telah melampaui baku mutu air kelas I Peraturan Gubernur No 8 tahun 2007 yaitu BOD₅, NH₃, Fe PO₄, Pb, Cu, H₂S, Cd. Kandungan BOD tertinggi yaitu 8,72 ppm. Kandungan NH₃ tertinggi sebesar 0,86 ppm. Kandungan Fe tertinggi sebesar 0,61 ppm. Kandungan PO₄ tertinggi sebesar 0,36 ppm. Kandungan Pb tertinggi sebesar 0,04 ppm. Kandungan Cu tertinggi sebesar 0,70 ppm. Kandungan H₂S tertinggi yaitu sebesar 0,007 ppm. Kandungan Cd tertinggi sebesar 0,04 ppm.
3. Tingkat pencemaran air yang terjadi di perairan danau Batur secara keseluruhan adalah tergolong cemar ringan dengan indeks pencemaran 1,50 sampai dengan 2,82.

Saran

Berdasarkan simpulan diatas dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pemerintah daerah perlu melibatkan seluruh stakeholder terkait di sekitar Danau Batur dalam upaya pengendalian pencemaran lingkungan. Bagi pengusaha agar melakukan pengolahan limbah sebelum membuang limbah cair ke lingkungan.
2. Perlu dilakukan pembinaan dan penyuluhan untuk melakukan pengembangan budidaya pertanian sesuai dengan kondisi lingkungan di kawasan Danau Batur.
3. Perlu dilakukan pemantauan kualitas air secara rutin untuk pencegahan dan pengendalian terjadinya penurunan kualitas air dan juga untuk menentukan arah pengelolaan sumber daya air.
4. Perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk air baku air minum atau pengambilan air danau untuk air minum jauh dari sumber pencemar.
5. Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam terkait dengan perhitungan beban pencemaran yang dihasilkan dari sumber-sumber pencemar yang ada di sekitar danau Batur.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1995. *Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 17th Ed. Washington.
- Arthana, I W. 2007. *Studi Kualitas Air Beberapa Mata Air di Sekitar Bedugul, Bali*. Bumi Lestari, 7(1): pp. 27-35.
- Arry, P. 2008. *Studi Kualitas Perairan Pantai Di Kawasan Industri Perikanan, Desa Pengambengan, Kecamatan Negara, Kabupaten Jembrana*. Ecotrophic Vol 3 (2) : 98-103 ISSN: 1907-5626
- Avnimelech, Y. 2000. Nitrogen control and protein recycling: activated suspension ponds. *Advocate* 3 (2) : 23-24.
- Beveridge, M.C.M. 1996. *Cage Aquaculture*. Fishing. Second Edition. News Books. London.
- Connell, D.W dan G.J. Miller. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. (terjemahan oleh Y. Koestoer) Universitas Indonesia Press, Jakarta
- Darmono. 1995. *Logam Berat dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI-Press. Jakarta.
- Davis, M.L., and D.A. Cornwell. 1991. *Introduction to Environmental Engineering*. Second edition. Mc-Graw-Hill, Inc. New York.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelola Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kansius. Yogyakarta
- Marganof. 2007. *Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat*. Program Pascasarja. Institut Pertanian Bogor
- Nastiti, A.S., Krismono, dan E.S. Kartamiharja. 2001. *Dampak Budidaya Ikan dalam KJA Terhadap Peningkatan Unsur N dan P di Perairan Waduk Saguling, Cirata, dan Jatiluhur*. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 7 (2): 22-30.
- Palar, H., 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta
- Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 Tahun 2007 *tentang Baku Mutu Lingkungan dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup*. Bali
- Rachmansyah. 2004. *Analisis Daya Dukung Lingkungan Perairan Teluk Awarange Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan bagi Pengembangan Budidaya Bandeng dalam Keramba Jaring Apung [Disertasi]*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Saeni, M.S. 1989. *Kimia Lingkungan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Ditjen Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soeparman dan Suparmin. 2002. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair (Suatu Pengantar)*. Penerbit Buku Kedokteran (EGC). Jakarta.
- Soerjani, M. 1997. *Pembangunan dan Lingkungan, Meniti Gagasan dan Pelaksanaan Sustainable Development*. Institut Pendidikan dan Pengembangan Lingkungan, Jakarta
- Sundra, I.K, 2006. *Kualitas Air Bawah Tanah di Wilayah Pesisir Kabupaten Badung*. *Jurnal Ecotropic*. ISSN 1907-5626. Volume 1. Nomor 2. Unud. Denpasar.
- Tantri, E. 2004. *Dampak Kegiatan Masyarakat Pada Kualitas Air Danau Buyan, Kabupaten Buleleng, Bali*. Tesis. Universitas Indonesia, Jakarta.