

**ANALISIS DEGRADASI LINGKUNGAN PERAIRAN DAN KETERKAITANNYA
DENGAN KEMATIAN MASSAL IKAN BUDIDAYA DI WADUK CIRATA,
JAWA BARAT**

**ENVIRONMENTAL DEGRADATION ANALYSIS AND ITS RELATIONSHIP TO MASS
MORTALITY EVENT OF CULTURED FISH IN THE CIRATA RESERVOIR
WEST JAVA**

Adriani Sri Nastiti*¹, Sri Turni Hartati² dan Budi Nugraha²

¹Balai Riset Pemulihan Sumber Daya Ikan. Jl. Cilalawi No.1 Jatiluhur –Purwakarta, Indonesia
²Pusat Riset Perikanan. Gedung BRSDMKP Jl. Pasir Putih Ancol Timur Jakarta Utara, Indonesia
Teregistrasi I tanggal: 05 Desember 2017; Diterima setelah perbaikan tanggal: 19 Mei 2018;
Disetujui terbit tanggal: 04 Juni 2018

ABSTRAK

Waduk Cirata dimanfaatkan untuk budidaya ikan dengan sistem keramba jaring apung, dimana jumlah keramba saat ini sudah melebihi daya dukung yang menyebabkan kelebihan hara (eutrofikasi). Di Waduk Cirata setiap tahun terjadi kematian ikan hasil budidaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah kematian masal ikan di Waduk Cirata. Pengumpulan data dilakukan pada saat terjadi kematian masal ikan akhir September 2017, di Zona I (Sangkalin, Cipicung-Bandung Barat), Zona II (Cimanggu-Purwakarta), dan Zona III (Jatinengang, Patokbeusi-Cianjur) menggunakan metode observasi cepat *in situ*, wawancara dan studi pustaka. Parameter yang diamati meliputi: Suhu air / udara, Kedalaman perairan, Warna air, Kecerahan, Kekeruhan, TDS (0,046-0,172 mg/l), TSS (total suspended solid), DHL (0,1-0,3 mS/cm), Oksigen terlarut, ORP (-49 sampai 244 mv), bebas CO₂, Alkalinitas, pH, Nitrat, Nitrit, Amonium, Fosfat, Sulfat, BOT (5,06-17,06 mg/l), dan Kronologi kematian masal ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, kadar Oksigen terlarut dibawah 4 mg/l dan ORP nilainya negatif sehingga perairan tidak mampu menguraikan akumulasi limbah sebesar 390.848 ton/tahun. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa perairan mengalami degradasi, Degradasi lingkungan perairan dipicu oleh fenomena umbalan menyebabkan kematian masal budidaya ikan sekitar 65 ton (Zona III), 25 ton (Zona II), dan 20 ton (Zona I).

Kata Kunci: Degradasi; lingkungan perairan; kematian masal ikan budidaya; waduk Cirata

ABSTRACT

The Cirata reservoir is used for fish culture by floating net cage system that currently has been exceeded to its carrying capacity that caused an over nutrient (eutrophication). Every year, mass mortality event occurred in Cirata Reservoir. This research aims to identify the causal of mass mortality event in the Cirata reservoir. This research conducted at the end of September 2017 in several locations: Zone II (Cimanggu-Purwakarta), Zone I (Sangkalin, Cipicung-West Bandung), and Zone III (Jatinengang, Patokbeusi-Cianjur). A rapid *in situ* observation, interview and literature review. Parameters that measured include Water/air temperature, Depth, Watercolour, Brightness, Turbidity, TDS (0,046-0,172 mg/l), TSS (total suspended solid), DHL (0,1-0,3 mS/cm), Dissolved Oxygen, ORP ((-49 to 244 mv), CO₂, Alkalinity, pH, Nitrate, Nitrite, Ammonium, Phosphate, Sulphate, BOT (5,06-17,06 mg/l), and the chronology of mass mortality. The results showed that the dissolved oxygen was less than 4 mg/l and negative ORP value that indicated incapability of environment to decompose the feed accumulation waste (about 390.848 tons/year). The degradation of waters environment triggered by upwelling phenomenon could cause mass mortality event on fish culture in three zones about 65 tons (Zone III), 25 tons (Zone II) and 20 tons (Zone I), respectively.

Keywords: Degradation; water environment; mass mortality event; Cirata reservoir

PENDAHULUAN

Waduk Cirata yang terletak di daerah aliran sungai (DAS) Citarum, dibangun pada September 1987 dengan fungsi utama sebagai penghasil energi pembangkit listrik tenaga air (PLTA) untuk Pulau Jawa lokasinya di Provinsi Jawa Barat. Awalnya waduk ini memiliki luasan sekitar 6.200 hektar dengan rata-rata kedalaman air adalah 34,9 meter dan terletak pada ketinggian 225 meter dari permukaan laut (Soemarwoto *et al.*, 1990). Selain digunakan untuk sumber pembangkit listrik, badan air waduk ini dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya ikan dengan sistem keramba jaring apung (KJA). Produksi rata-rata ikan budidaya sekitar 6.450 ton per bulan atau 39,5% dari seluruh produksi karamba jaring apung di Jawa Barat (Anonim, 2008). Jenis ikan yang dibudidayakan antara lain bawal air tawar (*Collosoma macropomum*), mas (*Cyprinus carpio*), nila (*Oreochromis niloticus*), (*Pangasius. sp*) dan nilem (*Osteochilus hasselti*).

Perkembangan budidaya ikan di Waduk Cirata sangat pesat. Semula pada tahun 1988 jumlah KJA sekitar 3000 petak (Abery *et al.*, 2005). Selanjutnya berdasarkan SK Gubernur Jawa Barat No. 41 Tahun 2002, jumlah KJA menjadi 12.000 petak, terbagi atas tiga zona, yaitu zona 1 di wilayah Kabupaten Bandung Barat sebanyak 1.896 petak, zona-2 di Kabupaten Purwakarta sebanyak 4.644 petak dan zona 3 di Kabupaten Cianjur sebanyak 5.460 petak. Tahun 2008, jumlah KJA mencapai 51.418 petak menempati badan air seluas 949 Ha. Kondisi ini sudah melewati daya dukung perairan (BPWC, 2008).

Melihat jumlah KJA di Waduk Cirata menyebabkan luasan waduk berkurang. Mulai tahun 2008 luasan waduk Cirata menurun menjadi 4.818 hektar (Radiarta & Ardi, 2009., BPWC, 2008). Selain itu, kedalaman air waduk

mengalami perubahan dengan penumpukan pakan di dasar perairan. Penumpukan pakan yang terbuang dari KJA mencapai 325.712 ton dimana peningkatannya mencapai 5,6% dibandingkan tahun 2007 (Rahmani *et al.*, 2011).

Menurut Ardi (2013) degradasi lingkungan disertai fenomena alam seperti umbalan yang terjadi pada awal musim hujan menjadi pemicu kematian massal ikan budidaya. Kematian ikan secara massal dimulai tahun 1991 sebanyak 34,55 ton (Zafiril., *et al* 2004). Pada 2004 kematian ikan sebanyak 550 ton terjadi di kampung Bayongbong, Kebon Cokelat, Calingcing, dan Babakan Garut. (Anonimus, 2004). Periode lima (5) tahun terakhir kematian ikan budidaya secara massal terjadi setiap tahun minimal frekuensi satu kali dalam satu tahun. Degradasi lingkungan perairan ditandai dengan peningkatan kesuburan perairan, sehingga mengakibatkan rendahnya oksigen terlarut dan ORP. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan status lingkungan perairan dan kronologis kematian ikan massal serta mitigasinya di Waduk Cirata. Hasil penelitian di harapkan menjadi dasar dalam pengelolaan kegiatan budidaya ikan berkelanjutan di waduk Cirata dan sebagai prototipe di kawasan budidaya lainnya.

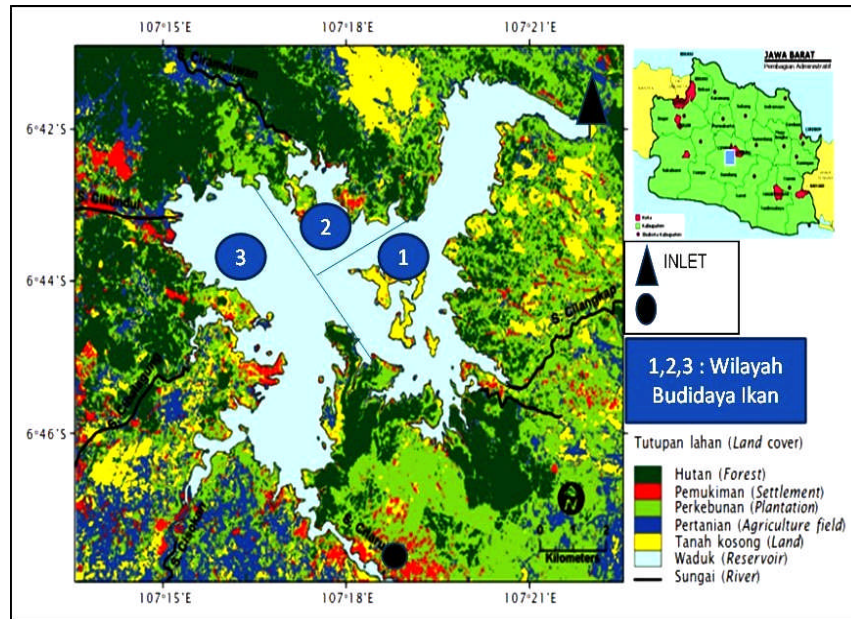
BAHATAN METODE

Lokasi dan Waktu

Pengamatan lingkungan perairan Waduk Cirata dilakukan pada 28-29 September 2017 (saat terjadi kematian ikan massal) meliputi Zona II (wilayah Purwakarta), Zona I (wilayah Bandung Barat) dan Zona III (wilayah Cianjur) (Tabel 1 dan Gambar 1). Pengambilan sampel dan pengumpulan data lapangan dilakukan dengan metode observasi cepat *insitu*, analisa laboratorium, wawancara, dan studi pustaka.

Tabel 1. Lokasi pengamatan data lingkungan perairan
Table 1. Location of waters environment measurement

Zona (Zone)	Daerah (Area)	Kondisi (Condition)	Posisi Geografi (Geographic Positions)	
			S	E
II (Purwakarta)	Cimanggu	Air berbau busuk, terjadi kematian ikan mencapai	06°42'39,9"	107°17'25,0"
I (Bandung Barat)	Sangkali	Air hijau, Eceng gondok ditemukan tersebar	06°44'19,9"	107°18'07,8"
	Cipicung	Air jernih, tidak berbau, tidak ada kematian ikan	06°44'45,3"	107°19'49,1"
III (Cianjur)	Jatinengang	Air berbau busuk, terjadi kematian ikan mencapai	06°44'30,3"	107°17'07,6"
	Patok beusi	Air berbau busuk, Cuaca mendung, dan hujan	06°43,2'23"	107°16'34,5"
Inlet (Citarum River)	Unnamed	Sungai dengan kanan kiri lahan kebun sayuran	06°47'33,78"	107°18'4,87"
Outlet (Citarum River)	Citamiang, Maniis	Sungai dengan kanan kiri pemukiman	06°41'56,60"	107°22'3,35"



Gambar 1. Wilayah budidaya ikan keramba apung (1,2,3) di Waduk Cirata.
 Figure 1. Map showing the location of fish cage in Cirata reservoir.
 Sumber: Radiarta & Ardi (2009)

Pengumpulan Data
Status degradasi lingkungan

Pengambilan contoh air dilakukan di 5 lokasi yaitu: Cimanggu, Sangkali, Cipicung, Jatinegang dan Patok

Beusi (Tabel 1) pada kedalaman permukaan, tengah, dan dasar perairan. Beberapa parameter lingkungan perairan yang diukur meliputi fisika-kimiawi dan biologi perairan (Tabel 2).

Tabel 2. Parameter dan metode sampling kualitas perairan Waduk Cirata.
 Table 2. Parameter and sampling method for water quality of Cirata Reservoir.

No (No)	Parameter (Parameters)	Satuan (Unit)	Alat (Instrument)	Metode Sampling (Sampling Method)	Referensi (References)
1.	Fisika Air (Water physically) Suhu Air/Water Temperature	°C	Water quality checker, insitu	Digital	Manualbook
2.	Suhu Udara /Air Temperature	°C	Thermometer alkohol, insitu	Manual	APHA. 2005.
3.	Kedalaman/Depth	m	Depth metre, insitu	Digital	APHA. 2005.
4.	Kecerahan/Tansparency	m	Secchi disk, insitu	Manual	APHA. 2005.
5.	Kekeruhan/Turbidity	NTU	Turbidimeter, insitu	Turbidimetric	Manualbook
6.	Total Padatan Terlarut/Total Dissolved Solids	mg/l	Water quality checker, insitu	Digital	Manualbook
7.	Total Suspensi Terlarut/Total Suspended Solids	mg/l	Gravimetric, laboratorium	Gravimetri	APHA. 2005.
8.	Warna air/water color	kualitatif	Visual, insitu	Visual	APHA. 2005.
9.	Konduktivitas/ Conductivity	mS/cm	Water quality checker, insitu	Digital	Manualbook
10.	Kimiawi Air/Water Chemically /Alakalinity	mg/l	Titiasi	Titrimetri	APHA. 2005.

11.	pH	unit	<i>Water quality checker, insitu</i>	Digital	Manualbook
12.	Oxidation and reduction potential/ORP	%	<i>Water quality checker, insitu</i>	Digital	Manualbook
13.	Dissolved oxygen/DO	mg/l	<i>Water quality checker, insitu</i>	Digital	Manualbook
14.	Karbon dioksida bebas (CO ₂) bebas/free CO ₂	mg/l	<i>Titirasi</i>	Titrimetri	APHA. 2005.
15.	Nitrogen-nitrate(N-NO ₃)	mg/l	Spektrofotometer	Brucine	SNI 06-2480-1991
16.	Nitrogen-nitrite (N-NO ₂)	mg/l	Spektrofotometer	SNI 06-6989.9-2004	SNI 06-6989.9-2004
17.	Nitrogen-Ammonium(N-NH ₄)	mg/l	Spektrofotometer	Nessler	SNI 06-2479-1991
18.	Phosphor-phosphate(P-PO ₄)	mg/l	Spektrofotometer	SNI 06-6989.31-2005	SNI 06-6989.9-2004
19.	Sulphat (S-SO ₄)	mg/l	Spektrofotometer	Turbidimetry	
20.	BOT/Total Organic Material	mg/l	<i>Titirasi</i>	Titirasi permanganometri	SNIM-72-1990-03
21.	Biologi perairan/Waters Biologically Data Dukung/Supported of data Kronologis kematian ikan massal/Chronologically of mortality of mass fish	kualitatif	responden <i>Interview with fish farmers, insitu</i>	Wawancara, insitu	

Kronologi Kematian Ikan Masal

Pengambilan data dan informasi tentang kronologi kematian ikan dilakukan dengan metode wawancara terhadap 11 responden yang mewakili 3 zona budidaya. Beberapa pertanyaan yang diajukan meliputi: jumlah ikan yang mati, kenapa ikan mati, langkah yang dilakukan oleh pembudidaya sebelum dan pasca kematian ikan serta harapan dari pembudidaya ikan KJA.

Mitigasi

Langkah mitigasi dilakukan berdasarkan kondisi kualitas air terkini, jumlah KJA dibandingkan dengan daya dukung perairan, dan peristiwa alam yang secara eriodic terjadi (umbalan/upwelling)

Analisa Data

Data dianalisa secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik. Dukungan data fisika-kimiawi air bagi biota perairan dibandingkan antar stasiun dan dengan Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup (PPLH) No.82 Tahun 2001, Boyd (1988 dan 1990), Wardoyo (1982), Horne & Goldman (1994) dan Menkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990 serta Scmittou (1991).

Nitrat dan fosfat merupakan fraksi senyawa nitrogen dan fosfor terkecil yang utama untuk aktivitas fotosintesis (Harris,1978), juga sebagai indikator kesuburan perairan. Perairan oligotrofik kadar nitrat 0–1 mg/perairan mesotrofik kadar nitrat 1–5 mg/perairan eutrofik kadar nitrat 5-50 mg/l (Vollenweider, 1968 dalam Wetzal, 1975). Perairan yang mengandung orthofosfat antara 0,003-0,010 mg/L merupakan perairan yang oligotrofik, 0,01-0,03 adalah mesotrofik dan 0,03-0,1 mg/L adalah eutrofik (Vollenweider, 1968 dalam Wetzal, 1975). Kronologi kematian ikan massal berdasarkan wawancara dengan pembudidaya KJA dan pustaka yang mendukung di lokasi yang sama. Langkah mitigasi dianalisis berdasarkan kualitas air terkini, jumlah KJA dibandingkan dengan daya dukung serta disusunnya kalender periode umbalan/upwelling yang terjadi pada awal musim hujan tiap tahunnya.

HASIL DAN BAHASAN

Hasil

Status Degradasi Lingkungan

Suhu udara di Waduk Cirata pada siang hari udara cukup terik berkisar antara 30-32°C sedangkan pada sore hari 24 °C cuaca hujan. Hasil pengukuran parameter lingkungan perairan dapat dilihat pada Lampiran 1.

Suhu air di permukaan berkisar antara 29,1-30,8°C. Kedalaman 10 m berkisar antara 27,24-27,50 °C dan pada kedalaman 20 m berkisar antara 26-27,91°C. Suhu air di Waduk Cirata menunjukkan kondisi suhu perairan yang umum dijumpai di perairan tropis.

Kedalaman air pada lokasi penelitian berkisar antara 20 – 41,2 m. Kedalaman KJA sekitar 8-9 m. Keecerahan air 0,8-0,9 m terdeteksi di zona II (Purwakarta) dan III (Cianjur) , sedangkan di zona I (Bandung Barat) kecerahan lebih tinggi yaitu berkisar antara 1,2-1,4 m.

Turbiditas/kekeruhan di Waduk Cirata, di Zona I (Bandung Barat) turbiditas berkisar antara 3,8-32,6 NTU sesuai dengan profil kedalaman semakin bertambah kedalaman nilai turbiditas semakin meningkat. Nilai turbiditas berbeda dengan di zona III (Cianjur) berkisar antara 2,81- 11,2 NTU dan zona II (Purwakarta) berkisar antara 4,32-8,79 NTU, nilai turbiditas yang tinggi (keruh) dideteksi di kolom 0 dan 10 m sedangkan di kolom 20 m rendah. Zona II dan III jumlah kematian ikan massal lebih tinggi dibandingkan zona I.

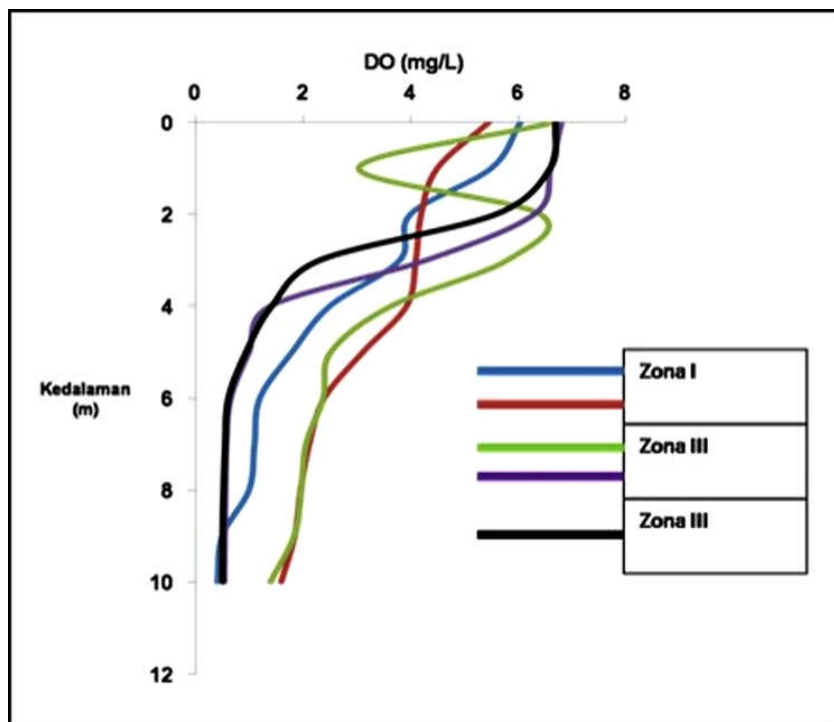
TDS (*Total Dissolved Solid*) atau Total Padatan Terlarut di Waduk Cirata semakin meningkat dengan bertambahnya kedalaman. TDS di Waduk Cirata berkisar antara 0,046-0,172 mg/l. TSS (*Total Suspended Solid*) di waduk Cirata berkisar antara 4,17-70,67 mg/l. Berdasarkan kriteria TSS, diketahui bahwa TSS di waduk Cirata relatif kecil pengaruhnya terhadap kepentingan perikanan.

Alkalinitas di waduk Cirata berkisar antara 15,834- 31,668 mg/l. Konduktivitas air berkisar antara 0,132-0,258 mS/cm cenderung meningkat dengan bertambahnya kedalaman. Derajat keasaman (pH) air cenderung netral yaitu berkisar antara 7,07 – 7,77. Kadar CO₂ bebas sangat rendah di waduk Cirata berkisar antara 0-0,90.

Kadar nitrit di Waduk Cirata sangat rendah. Kadar amonia (N-NH₄) di waduk Cirata berkisar antara sangat rendah – 1,785 (mg/l). Kadar Sulfat (SO₄) di perairan berkisar antara 10,86 – 37,38 mg/l. Kadar BOT (*Total bahan organik*) di perairan berkisar antara 5,37-11,38 mg/l.

Kadar nitrat di perairan berkisar antara 0,45-5,661 mg/l . Bila dilihat perkolom air seperti di Cimanggu, Patok Beusi, Sangkali dan Cipicung kadar nitrat cenderung meningkat di daerah permukaan, sedangkan secara normal kadar nitrat meningkat dengan bertambahnya kedalaman seperti yang terjadi di Jatinengang. Berdasarkan kriteria Vollenweider, 1968 dalam Wetzel, 1975 diketahui bahwa perairan Waduk Cirata termasuk dalam kategori eutrofik. Kadar fosfat di perairan berkisar antara 0,004-0,527 mg/l, semakin meningkat dengan bertambahnya kedalaman.

Konsentrasi oksigen terlarut di kolom air KJA mengalami penurunan kurang dari 3 mg/l (Gambar2). ORP (*Oxidation Reduction Potentials*) didefinisikan sebagai perubahan status oksidasi ion- ion metal dan senyawa nutrien (Goldman & Horne, 1983). ORP di waduk Cirata, umumnya nilainya negative yaitu -49 sampai -244mv



Gambar 2. Distribusi vertikal oksigen terlarut di waduk Cirata.
 Figure 2. Vertical distribution of oxygen dissolved in Cirata reservoir.

Kronologi Kematian Ikan Massal

dilihat pada Tabel 3. Beberapa jenis ikan yang mati adalah: bawal, mas, dan nila.

Kematian massal ikan budidaya di Waduk Cirata pada akhir September 2017 yang tertinggi di Zona III dapat

Tabel 3. Kematian massal ikan budidaya dan kondisi cuacanya di Waduk Cirata
Table 3. Mass deaths of aquaculture fish and weather condition in Cirata Reservoir

Tanggal (Date)	Cuaca (Weather)	Zona			Sumber (Source)
		I (Wilayah Bandung Barat)	II (Wilayah Purwakarta)	III (Wilayah Cianjur)	
24.09.2017	Mendung, Hujan	v	v	v	Wawancara
25.09.2017	Mendung, Hujan, kematian ikan di beberapa lokasi		v	v	Wawancara
26.09.2017	Mendung, Hujan	v	v	v	Wawancara
27.09.2017	Tercium bau busuk, air keruh	v	v	v	Wawancara
28.09.2017	Pukul 01.00-05.00 kematian massal ikan budidaya	20	25	62	Pengamatan insitu, Gandariksa, 2017
29.09.2017	Pagi sampai siang hari panas, sore hari mendung hujan	v	v	v	Pengamatan <i>insitu</i>

Mitigasi

Hasil wawancara diperoleh informasi sebagai berikut ; mitigasi yang dilakukan oleh beberapa pembudidaya ikan adalah memberikan aerasi, menghentikan pemberian pakan, melakukan pemanenan. Perlakuan setelah terjadi kematian ikan, adalah menjual ikan kepada pengumpul, mengawetkan ikan dengan es atau garam, atau membuang ikan ke perairan di luar KJA. Kendala yang dihadapi para pembudidaya diantaranya adalah: terbatasnya jumlah penampung, turunnya harga ikan, sarana pengawetan ikan (terbatasnya ketersediaan es), minimnya pengetahuan tentang penanganan pasca kematian (biasanya dibuang di luar KJA). Harapan bagi para pembudidaya ikan adanya lembaga koperasi untuk mendukung pemasaran dan kestabilan harga ikan (saat kematian massal harga ikan sangat rendah), tersedianya sarana pengawetan ikan (pabrik es dan *cold storage*), pembentukan kelompok (POKMASWAS), peningkatan pengetahuan tentang penanganan ikan pasca kematian, dan peningkatan pengetahuan cara budidaya ikan yang baik

Bahasan**Status Degradasi Lingkungan**

Perairan Waduk Cirata telah mengalami degradasi yang ditandai dengan rendahnya kadar oksigen terlarut yang kurang dari 3 mg/l. Oksigen terlarut penting dalam

proses respirasi biota /ikan, dan rendahnya ORP, perairan yang sehat memiliki nilai ORP 300-500mV. Rendahnya kadar oksigen terlarut di bawah permukaan di semua zona (Gambar 3) karena tingginya kesuburan perairan (eutrofik) dampak dari akumulasi sisa pakan komersial yang mengandung unsur N (nitrat) dan P (orthophosphat) (Lampiran 1). Akumulasi pakan komersial meningkat dengan meningkatnya jumlah petak KJA semakin berkembang dari tahun 1988 kurang lebih 3000 petak, tahun 2002 sebanyak 12.000 petak, dan menurut catatan sudah mencapai 31.000 unit yang seharusnya hanya 7.037 unit (Kartamihardja & Krismono, 2016). Beberapa jenis pakan yang digunakan oleh pembudidaya di Waduk Cirata (Tabel 4). Unsur P (Phosphor), nitrogen dari protein dalam pakan komersial dan P dapat menyebabkan eutrofikasi. Eutrofikasi ini sebagai pemicu terjadinya Alga *blooming* sehingga oksigen terlarut turun (Vollenweider, 1968 *vide* Wetzel, 1975).

Menurut Mc Donald *et al.* (1996) dalam Simarmata (2007), bahwa 30% dari jumlah pakan yang di berikan tertinggal sebagai pakan yang tidak di konsumsi dan 25 – 30 % dari pakan yang di konsumsi akan diekskresikan. Hal ini menunjukkan jumlah yang cukup besar dari sisa pakan tersebut masuk ke perairan yang menjadi materi pencemar.

Berikut ini perhitungan estimasi jumlah pakan yang terakumulasi di dasar waduk Cirata (Tabel 5):

Tabel 4. Komposisi pakan di Waduk Cirata
Table 4. Composition of feed in Cirata Reservoir

Komposisi/ Composition	Satuan/unit	Jenis Pakan (feed composition)			
		ARTHA	FI-Diamond	GLOBAL	FI-Prima
Kadar air (water)	%	12	12	12	12
Protein kasar (crude protein)	%	25	24	26	24-26
Lemak kasar (crude fat)	%	5	6	5	5-7
Serat kasar (fiber crude)	%	6	7	6	7
Abu (ash)	%	10	12	13	12
Calcium	%	2,5	1,5		12
Phosphor	%	1,5	1		0,7-1,5

Tabel 5. Estimasi jumlah pakan yang terakumulasi di dasar waduk Cirata selama satu tahun
Table 5. Total estimation of feed accumulated at the base of the Cirata reservoir for one year

No	Uraian/(Description)	Perhitungan/(Calculation)
1	Jumlah unit KJA (Total of Unit Floating Net Cage)	31.000 unit atau 124.000 petak
2.	KJA yang tidak aktif (Floating Net Cage Non Aktive): 20%	24.800 petak
3	KJA yang aktif (Floating Net Cages Aktive)	124.000-24.800 = 99.200 petak
4	Jumlah pakan komersil per plot selama 3 bulan(The amount of commercial feed per plot during for 3 months.)	2 ton
5	Total pakan komersil (Total of commercial feed)	99.200 x 2ton = 198.400 ton
6	Total pakan dalam 1 tahun (Total of commercial feed on one year)	198.400x4 kali*) = 793.600 ton
7	Komposisi pakan komersil (Composition of commercial feed)	
	Protein (N) : 24 – 26 %	93.803,52– 101.620,48 ton
	Ca : 1,5-2,5 %	5.862,72- 9.771,2 ton
	P : 1 – 1,5 %	3.908,48- 5.862,72 ton
8	30% pakan yang terbuang(30 % wasted feed)	238.080 ton
9.	25-30% diekresikan (25-30% excretion)	152.768 ton
	Jadi total pakan yang terbuang (total wasted feed)	
	238.080 ton + 152.768 ton = 390.848 ton	
	*) dalam setahun dilakukan penebaran 4 kali	

Menurut Jubaedah *et al.* (2014), nilai indeks pencemaran berdasarkan parameter kualitas air di Waduk Cirata yaitu 14,431 maka dikategorikan tercemar berat. Berdasarkan unsur N dan P termasuk perairan dalam kategori eutrofik, dilihat dari konsentrasi nitrat dan orthophosphat. Indikator eutrofik di Waduk Cirata adalah perairan yang berwarna hijau keruh dari kelimpahan fitoplankton. Menurut hasil penelitian Zahidah dan Nurruhwati (2005), kelimpahan fitoplankton di Waduk Cirata pada tahun 1997 berkisar antara 44.800 – 62.280 sel m³ pada siang hari yang didominasi oleh kelas Cyanophyceae. Selanjutnya menurut hasil penelitian Purnamaningtyas & Tjahjo (2010), pada tahun 2009 di Waduk Cirata didominasi oleh kelas Cyanophyceae dengan kelimpahan 730.446 sel/L. Menurut Nurcahya dan Nugraha (2013) kelimpahan fitoplankton di Waduk Cirata didominasi oleh kelas Cyanophyceae Hal ini memperkuat dugaan bahwa Waduk Cirata telah menjadi perairan eutrof.

Perairan Waduk Cirata dengan tingkat pencemaran yang berat dan tingkat kesuburan yang eutrofik

berpengaruh terhadap profil beberapa parameter diantaranya adalah stratifikasi oksigen terlarut dan rendahnya nilai ORP (*Oxygen Reduction Potential*). Distribusi vertikal DO dipermukaan perairan terdeteksi di atas 4 mg/l, dengan bertambahnya kedalaman perairan DO semakin menurun (Gambar 3) yang membahayakan bagi ikan yang terkandung dalam KJA. Kedalaman KJA mencapai 8-9 m, konsentrasi oksigen mengalami penurunan kurang dari 3 mg/l dalam grafik terdeteksi kurang dari 2 mg/l sampai kurang dari 1 mg/l, kondisi sesuai dengan hasil penelitian Effendi *et al.* (2012). Pengukuran ini dilakukan setelah kematian massal ikan pada 29 September 2017. Pada Gambar 3, menunjukkan bahwa umumnya kondisi kualitas air setelah kedalaman 2 m kadar oksigen terlarut terus turun. Kondisi ini didukung hasil penelitian Santoso *et al.*,(2012) analisa konsentrasi oksigen terlarut di Waduk Cirata yang dibagi menjadi 3 zona yaitu zona *Riverine* (Sungai Citarum), *Lacustrine* (Wilayah Budidaya Ikan), dan Genangan Utama menunjukkan pola yang sama, yaitu mengalami penurunan yang drastis hingga pada kedalaman 5m. Kestabilan oksigen terlarut di zona Genangan Utama

dan zona Lakustrin memiliki kestabilan oksigen terlarut yang rendah sementara zona Riverin sedikit lebih diuntungkan karena posisinya yang dekat muara sungai yang memungkinkan massa badan air pada zona tersebut berpotensi sering terbilas

Nilai ORP di kolom perairan menurun kurang dari 100 mV, sulfat direduksi menjadi hidrogen sulfida (H_2S) maka kolom dalam perairan kaya akan H_2S (Wetzel, 2001). Hasil deteksi ORP di Waduk Cirata dengan nilai negatif mengindikasikan tingginya konsentrasi H_2S di seluruh kedalaman di lima lokasi pengukuran (Cimanggung, Jatinengang, Patokbeusi, Sangkali dan Cipicung) (Lampiran 1). perairan tercemar, artinya bahwa perairan tidak mampu untuk mendekomposisi limbah pakan. Konsentrasi H_2S ini merupakan gas racun yang menyebabkan kematian ikan massal. Perairan yang baik dengan nilai ORP 300-500mV, artinya bahwa perairan masih memiliki kemampuan *self purification* atau mampu mendekomposisi limbah. Perairan dengan ORP positif adalah perairan dengan pH netral, suhu air 25° C dan kaya oksigen dan sebaliknya (Horne dan Goldman, 1994). Gas-gas racun seperti NH_3 , H_2S , PH_3 . (Mantiq, 2016 & Nurwahid, 2013). Dalam kondisi perairan sangat minim kadar oksigen terlarut maka amonium diperairan akan bersenyawa dengan sulfat menjadi amonium sulfat selanjutnya bereaksi dengan kalium hidroksida akan menghasilkan gas amonia yang beracun bagi ikan

Kronologi Kematian Ikan Massal

Kematian ikan massal budidaya di Waduk Cirata dipicu oleh fenomena alam umbalan. Indikator fenomena “umbalan” di Waduk Cirata tercium bau busuk yang menyengat dari gas-gas racun. Bau busuk menyengat dari gas-gas racun berasal dari dekomposisi akumulasi pakan di dasar perairan pada suasana *an aerob* (rendah atau tidak ada oksigen) yang sampai ke permukaan karena peristiwa umbalan. Fenomena umbalan atau *upwelling* yang sering terjadi di Waduk Cirata sebagai berikut; adalah sebuah fenomena di mana air permukaan yang lebih dingin dengan massa jenis lebih besar akan turun di kolom dasar perairan selanjutnya dengan dorongan angin massa air di kolom dasar perairan bergerak ke permukaan dengan kualitas lingkungan perairan yang jelek yang menyebabkan kematian ikan. Umbalan diawali dengan turunnya suhu air permukaan, pendinginan suhu air permukaan karena cuaca mendung dan hujan selama 4 (empat) hari berturut-turut. Suhu air yang dingin secara fisik akan turun sampai pada kolom air dengan suhu yang sama, kemudian dengan kekuatan angin dan arus dari sungai akan naik ke kolom permukaan dengan kualitas air yang tercemar (gas-gas racun dan oksigen rendah) sehingga ikan dalam KJA akan stress. Umbalan yang terjadi di Waduk Cirata, terdeteksi dari turbiditas dan nitrat yang masih tinggi di kolom 0-10 m.

Tingginya jumlah kematian ikan massal di Waduk Cirata karena cara budidaya ikan yang baik (CBIB) tidak dipatuhi diantaranya adalah padat tebar yang tinggi. Ukuran petak (7x7x8-9) m³ padat tebar awal berkisar 13.000 – 15.000 ekor dan membutuhkan pakan 3 ton dengan pemeliharaan selama 45 hari, sedangkan untuk ikan mas ukuran petak (7x7x 8-9) m³ padat tebar 1 -2 kwintal benih dengan jumlah pakan 3 ton dengan lama pemeliharaan 6 bulan. Sebagai perbandingan, di Waduk Ir. H. Djuanda Jatiluhur, dengan kualitas lingkungan perairan lebih baik dibandingkan dengan di Waduk Cirata, kegiatan budidaya ikan padat tebar ikan mas sama dengan di Waduk Cirata. Artinya bahwa padat tebar ikan budidaya di Waduk Cirata perlu dikurangi disesuaikan dengan kondisi kualitas airnya. Menurut Schmittou (1991) kekurangan oksigen terlarut dalam jangka waktu lebih dari 8 jam sebagai indikasi degradasi lingkungan, menjadi penyebab ikan lemas yang berkepanjangan yang akhirnya mati.

Mitigasi

Langkah mitigasi yang penting dilakukan adalah pemulihan habitat sumber daya ikan. Kegiatan pemulihan yang segera dilakukan adalah perbaikan kualitas lingkungan perairan di Waduk Cirata diantaranya adalah dengan menurunkan padat tebar ikan budidaya di Waduk Cirata sekitar 50% dari yang sekarang, pengurangan jumlah KJA sesuai daya dukung perairan terkini, dan penghentian sementara kegiatan budidaya ikan. Hal dilakukan dalam rangka memberikan kesempatan agar alam/perairan melakukan pemulihan. Perilaku alam yang terjadi secara periodik yaitu umbalan/*upwelling* maka perlu menyusun kalender terjadi umbalan yang dipublikasikan oleh penyuluh kepada masyarakat pembudidaya agar mempersiapkan dampak dari umbalan/*upwelling* yaitu kematian ikan massal. Satu hal lagi yang bisa dilakukan namun dengan biaya yang mahal adalah pengerukan pakan yang terakumulasi di dasar perairan.

KESIMPULAN

Lingkungan perairan Waduk Cirata dengan kadar oksigen terlarut (dibawah 4 mg/l) dan ORP (negatif) rendah, mengindikasikan bahwa perairan mengalami degradasi yang menyebabkan kematian massal ikan budidaya.

Rekomendasi untuk menjaga lingkungan perairan di waduk Cirata meliputi; 1) Mengurangi padat tebar sekitar 50% dari yang sekarang oleh pembudidaya dengan penyuluh perikanan., 2) Memperbaiki pola budidaya intensif dengan CBIB (Cara Budidaya Ikan yang Baik), termasuk penghitungan kembali daya dukung perairan oleh Dinas Perikanan Kelautan Jawa Barat yang bekerjasama dengan Badan Riset Sumber Daya Manusia Kelautan Perikanan-KKP., 3) Monitoring kualitas air sebagai dasar peringatan dini (*early warning system*) oleh

Badan Riset Sumber Daya Manusia Kelautan Perikanan-KKP bekerjasama dengan BPWC (Balai Pengelola Waduk Cirata), 4) Membentuk koperasi sebagai lembaga yang mengkoordinir kegiatan budidaya ikan dalam hal stabilitas harga, penyedia benih dan pakan; 5) Membangun jaringan antara pembudidaya dan pemerintah., Pembentukan kelompok (POKMASWAS) untuk peningkatan pengetahuan pembudidaya seperti penanganan masalah sebelum, saat dan sesudah kematian ikan massal, termasuk penyelenggaraan sarana pabrik es dan *cold storage* .

PERSANTUNAN

Analisis Degradasi Lingkungan Perairan Dan Keterkaitannya Dengan Kematian Massal Ikan Budidaya Di Waduk Cirata, Jawa Barat, Indonesia merupakan kegiatan penelitian "*Quick Respons* Pusat Riset Perikanan" dengan sumber dana APBN tahun anggaran 2017. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Pusat Riset Perikanan yang telah memberi ijin untuk menggunakan data untuk karya tulis ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abery, N.W., Sukadi, F., Budhiman, A.A., Kartamihardja, E.S., Koeshendrajana, S., Buddhiman., & De Silva, S.S. (2005). Fisheries and cage culture of three reservoirs in West Java, Indonesia: A case study of ambitious development and Resulting interactions. *Fisheries Management and Ecology*, 12, 315–330
- Anonim. (2008). Waduk Cirata. Pembawa berkah yang dipenuhi sampah. <http://www.akuinginijau.wordpress.com>.
- Anonim. (2004). 550 Ton ikan di Cirata mati mendadak, petani rugi miliaran. <https://news.detik.com/berita/d-250605/550-ton-ikan-di-cirata-mati-mendadak-petani-rugi-miliaran>.
- APHA (American Public Health Association). (2005). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* . (20 th ed). Washington, DC. Hal. 10(2), 10-18
- Ardi, I. (2013). Budidaya ikan sistem keramba jaring apung guna menjaga keberlanjutan lingkungan perairan Waduk Cirata. *Media Akuakultur*. 8(1), 23-29.
- Boyd, C. E. (1988). *Water quality management for pond fish culture* (p. 359). Auburn University.
- Boyd, C. E. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture* (p. 482). Auburn University.
- BPWC (Balai Pengelola Waduk Cirata). (2008). *Laporan kegiatan inventarisasi sensus kolam jaring apung*. Balai Pengelola Waduk Cirata. Bandung.
- Effendi, H., Adiwilaga, E.M., & Sinuhaji, A. (2012). Pengaruh pencampuran air terhadap oksigen terlarut di sekitar Keramba Jaring Apung, Waduk Cirata, Purwakarta, Jawa Barat. *Ecolab*, 6 1, 51-60.
- Gandariksa, R. (2017). *Laporan data sementara terkait isu kematian ikan di KJA Waduk Cirata Zona III Kab. Cianjur Jawa Barat* (p. 10). BPPPU Kabupaten Cianjur.
- Goldman, C. R., & Horne, A. J. (1983). *Limnology*. McGraw-Hill Inc. United State of America. xvi + 464.
- Horne, A.J., & Goldman, C.R. (1994). *Limnology* (p. 576). Second Edition. McGraw-Hill Inc. New York.
- Jubaedah, I., Sudinno, D., & Anas, P. (2014). Budidaya keramba jaring apung di Waduk Cirata, Kabupaten Cianjur Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan Perikanan*, 8(1), 9-22.
- Kartamihardja, E.S., & Krismono. (2016). Fenomena, penyebab dan pengendalian kematian ikan serta pengembangan budidaya ikan dalam keramba jaring apung berkelanjutan di perairan waduk dan danau. Diambil dari bahan *Policy Brief*. 14 hal.
- Nurchaya, Y., & Nugraha, Y. (2013). Komposisi dan kelimpahan fitoplankton di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Buletin Teknisi Litkayasa*, 11(1), 37-43.
- Nurulwahid. (2013). Mengidentifikasi parameter air secara fisika dan kimia. <https://nurulwahidadotme.wordpress.com>.
- Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Peraturan Pemerintah Nomor 82, 2001).
- Purnamanintyas, S. E., & Tjahjo, D. W. H. (2010). Hubungan kelimpahan fitoplankton dengan kualitas air di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Manajemen Sumber Daya Pesisir*, VII (2), 1-6.
- Radiarta, I. N., & Ardi, I. (2009). Pemetaan distribusi keramba jaring apung ikan air tawar di Waduk Cirata, Jawa Barat dengan multi temporal data. *J. Ris. Akuakultur*, 4(3), 439-446.
- Rahmani, U., Syaikat, Y. Fauzi, A., & Hidayat, A. (2011). Internalisasi biaya lingkungan pada budidaya ikan

- karamba jaring apung di Waduk Cirata. *Indonesian Journal of Agricultural Economics*, 2 (2), 157-168.
- Santoso, A.D., Susanto, J.P., & Komarawidjaya, W. (2012). Edisi khusus hari lingkungan hidup. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 139-145.
- Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air (Peraturan Pemerintah Menkes No.416/Men.Kes/Per/IX/1990).
- Schmittou, H.R. (1991). *Budidaya Karamba: Suatu Metoda Produksi Ikan di Indonesia* (p. 126). FRDP. Puslitbang Perikanan. Jakarta.
- Simarmata, A.R. (2007). Kajian keterkaitan antara cadangan oksigen dengan beban masukan bahan organik di Waduk Ir. H. Djuanda Purwakarta, Jawa Barat. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Soemarwoto, O., Roem, C.M., Herawati, T., & Costa-Pierce, B.A. (1990). Water quality suitability of Saguling and Cirata reservoirs for development of floating net cage aquaculture. In: Costa-Pierce, B.A, Soemarwoto, O (eds) *Reservoir Fisheries and Aquaculture Development for Resettlement in Indonesia* Manila, Philippines: ICLARM, *Technical Report 23*, 18-111.
- Soeprapto, H. (2009) Manfaat cahaya bagi algae khususnya Chlorophyta. *Pena Akuatika*, 1(1) 14-18.
- Wardoyo, S.T.H. (1982). *Water analysis manual tropical aquatic biology program* (p. 81). Biotrop, SEAMEO. Bogor.
- Wetzel, R.G. (2001). *Limnology lake and river ecosystem* (p. 1006). 3th ed. Academic Press., New York.
- Wetzel, R.G. (1975). *Limnology* (p. 743). Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Zahidah & Nurruhwati, I. (2005). Komunitas fitoplankton di zone karamba jaring apung (KJA) di Waduk Cirata. Pemanfaatan dan Pengelolaan Perairan Umum Secara Terpadu Bagi Generasi Sekarang dan Mendatang. Pusat Riset Perikanan Tangkap. *Prosiding Forum Perairan Umum Indonesia*. 1, 257-260.

Lampiran 1. Kualitas lingkungan perairan di Waduk Cirata, September 2017 (awal musim hujan)
 Appendix 1. Water quality in the Cirata Reservoir, September 2017 (early of the rainy season)

Parameter	Satuan	Zona I (Wilayah Bandung Barat)			Zona II (Wilayah Purwakarta)			Zona III (Wilayah Cianjur)			Kisaran	Pustaka						
		Sangkali, kedalaman 0 10 20	Cipicung, kedalaman 0 10 20	Cimanggu, kedalaman 0 10 20	Jatinengang, kedalaman 0 10 20	Patokbeusi, kedalaman 0 10 20	Jatungtung, kedalaman 0 10 20	Patokbeusi, kedalaman 0 10 20										
Suhu Air	oC	30,8	27,5	27,2	31,2	27,4	27,3	29,1	27,2	26	30,7	27,5	27,9	29,5	27,3	27	27 ± 3	PPLH No.82 Tahun 2001
Kecerahan	m	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	>0,4	Smithou, 1991
Turbiditas	NTU	4,9	4,2	5,6	3,4	3,8	32,6	8,8	5,5	4,3	6,8	2,8	4,5	7,1	11,2	2,9	<25	MenkesNO 416/MENKES/PER/IX/19 90
TDS	mg/l	0,09	0,17	0,16	0,09	0,11	0,13	0,09	0,11	0,15	0,09	0,14	0,17	0,05	0,11	0,11	<1000	PPLH No.82 Tahun 2001
TSS	mg/l	17,33	5,33	4,5	4,67	4,17	70,67	12,17	7,67	4,83	0,09	0,14	0,17	0,05	0,11	0,15	50-400	PPLH No.82 Tahun 2001
Alkalinitas	mg/l	18,47	23,75	31,67	18,47	21,11	26,39	15,83	18,47	26,39	13,67	4,67	6,5	11,5	12,33	6,17	30-500	Boyd (1988)
Konduktivitas	mS/cm	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,02-1,5	Boyd (1988) dalam Eftendi (2003)
pH	unit	7,41	7,74	7,67	7,43	7,07	7,64	7,48	7,22	7,33	7,7	7,8	7,38	7,74	7,77	7,5	6-9	PPLH No.82 Tahun 2001
CO2	mg/l	0,16	0,64	0,85	0,26	0,26	0,9	0	0,48	1,06	0,26	0,42	0,53	0	0,42	0,53	<10	Boyd (1988)
NO2	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,2	Boyd (1988)
Amonium	mg/l	<LOD *)	0,401	2,583	<LOD*)	<LOD *)	1,514	<LOD*)	1,514	1,785	<LOD *)	0,472	1,385	<LOD *)	0,187	0,857	<0,6	European Inland Fisheries Advisory Commission (1973) dalam Boyd (1990)
Sulphat	mg/l	24,55	37,38	29,2	21,16	20,03	20,88	22,85	16,79	19,19	24,55	33,43	10,86	25,53	27,51	33,85	<400	PPLH No.82 Tahun 2001
BOT	mg/l	7,58	5,69	9,16	5,06	5,37	17,06	7,27	5,37	8,22	11,38	5,69	6,64	7,27	6,95	7,58	<10	PPLH No.82 Tahun 2001
Nitrat	mg/l	2,933	1,381	2,467	3,463	5,971	2,726	2,674	0,825	0,45	2,558	3,954	3,864	5,661	2,622	2,428	<3,5	Chu dalam Wardoyo (1982)
Phosphat	mg/l	0,002	0,026	0,527	0,007	0,004	0,133	0,004	0,009	0,45	0,009	0,065	0,111	0,005	0,005	0,107	(pertumbuhan organisme optimum >0,101 sangat subur >3)	Joshimura dalam Wardoyo (1982)
Oksigen terlarut	mg/l	6,04	0,41	1,16	5,46	1,6	1,4	6,7	0,5	1,4	6,7	1,4	1,1	6,8	0,54	1,55	>3	PPLH No.82 Tahun 2001
ORP	mV	217	-135	-191	-78	-239	-233	-87	-229	-244	-49	-217	-208	-77	-231	-233	300-500	Horne dan Goldman, 1994