

# BEBAN PENCEMARAN LIMBAH PERIKANAN BUDIDAYA DAN YUTROFIKASI DI PERAIRAN WADUK PADA DAS CITARUM

Oleh: Yudhi Soetrisno Garno \*)

## Abstrak

Di waduk-waduk yang ada di badan air sungai Citarum khususnya waduk Saguling, Cirata dan Juanda; perikanan budidaya dengan keramba jaring apung (KJA) berkembang sangat pesat; sehingga diduga telah melebihi daya dukung badan air waduk dan limbahnya telah mengancam keberlanjutan perikanan budidaya tersebut

Pada periode 5 tahun terakhir, setiap tahunnya KJA di waduk Saguling diperkirakan menghasilkan limbah sebesar 29.868.750 kg organik yang mengandung 1.359.028 kg•N dan 214.059 kg•P; di Cirata sebesar 145.334.000 kg organik yang mengandung 6.611.787 kg•N dan 1.041.417 kg •P, dan Saguling sebesar 14.492.250 kg organik yang mengandung 659.397 kg•N dan 103.861kg•P. Dekomposisi limbah organik tersebut, selain secara langsung menurunkan konsentrasi oksigen terlarut dan menghasilkan gas-gas lain yang dapat membahayakan kehidupan organisme lain, termasuk ikan; juga menghasilkan nutrisi yang dapat menyebabkan yutrofikasi dan mengakibatkan pertumbuhan fitoplankton secara berlebihan (bloating). Gejala tersebut telah nampak dimana dilaporkan bahwa kepadatan fitoplankton di waduk Cirata adalah antara  $44,80-62,28 \times 10^6 \text{ sel} \cdot \text{m}^{-3}$ ; Saguling antara  $19,03-25,39 \times 10^6 \text{ sel} \cdot \text{m}^{-3}$  dan Juanda antara  $20,04-50,42 \times 10^6 \text{ sel} \cdot \text{m}^{-3}$

Jika "bloating" ini terus berlanjut karena sumber pencemar tidak mampu dihentikan maka badan air waduk akan didominasi oleh "blue green algae" seperti *microcystis sp* dan dimasa datang satu demi satu ke tiga waduk yang ada di DAS Citarum akan berubah menjadi "comberan raksasa" yang di saat ada sinar matahari perairan menjadi hijau pekat berlendir menjijikan, dan disaat mulai gelap disana sini timbul gelembung-gelembung gas.

**Katakunci :** Limbah organik, Keramba Jaring apung, Yutrofikasi

## 1. PENDAHULUAN

Citarum adalah sungai terbesar di Jawa Barat, yang memiliki sumberdaya perairan yang sangat penting bagi pembangunan. Di masa lalu sumberdaya perairan sungai (S.) Citarum mempunyai peran yang penting bagi masyarakat yang hidup disekitar alirannya, utamanya sebagai sarana MCK (mandi cuci dan kakus) dan pengairan sawah. Peran sumberdaya perairan Citarum makin bertambah penting bagi pembangunan Jawa Barat, karena sumberdaya airnya telah merangsang pertumbuhan berbagai macam industri yang mampu mendukung pembangunan kota-kota disekitarnya, terutama di daerah hulu S. Citarum seperti Bandung dan Cimahi.<sup>1)</sup> mengemukakan bahwa pada tahun 1996

di daerah hulu S. Citarum telah beroperasi industri sebanyak 282 buah, yang sebagian besar adalah industri tekstil.

Selanjutnya sumberdaya perairan S. Citarum menjadi makin penting dan strategis sejak dibangunnya waduk (W) Saguling dan Cirata yang tujuan utamanya sebagai pembangkit tenaga listrik, dan W. Juanda (Jatiluhur) yang tujuan utamanya sebagai pengendali banjir dan irigasi pertanian. Uraian tentang sifat fisik ketiga waduk tersebut dapat disimak pada tabel-1

\*) Ahli Peneliti Madya Bidang Management kualitas perairan di P3TL- BPP Teknologi

**Tabel-1, Spesifikasi Waduk-Waduk Besar Yang Dibangun Di S. Citarum.**

No	Jenis	Saguling	Cirata	Juanda
1.	Lokasi	Bandung	Bandung, Cianjur, Purwakarta	Purwakarta
2.	Pembangunan	1985	1988	1967
3.	Ketinggian (dpl)	645	221	116
4.	Luas (Ha)	5.340.	6.200	8.300
5.	Volume (juta m <sup>3</sup> )	982	2165	2970
6.	Fungsi utama	PLTA	PLTA	Irigasi
7.	PLTA (MW)	700	1.000	150
8.	Pengelola	Ind. Power	PJB	PJT-II

Sumber: Sucahyo<sup>1)</sup>.

Keberadaan ketiga *waduk*. tersebut, menjadikan sumberdaya perairan Citarum makin penting dan strategis karena selain fungsi utama tersebut diatas, keberadaannya telah menimbulkan potensi-potensi penting lain yang jika dikelola dengan baik akan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang ada di daerah aliran sungai (DAS) dan sekitarnya. Potensi-potensi tersebut terutama adalah tempat rekreasi, media budidaya ikan, dan sumber air bersih

Uraian tersebut diatas menunjukkan bahwa betapa S. Citarum memiliki sumberdaya perairan yang dapat dikembangkan oleh berbagai sektor untuk kepentingan masyarakat luas, dalam arti bukan hanya untuk masyarakat yang tinggal di DAS nya tetapi juga untuk masyarakat diluar DAS seperti masyarakat Jakarta yang PDAM nya menggunakan air Citarum; dan daerah lain yang menggunakan energi listriknya

Adalah sangat disayangkan bahwa sungai yang mempunyai peran sangat penting dan strategis ini, saat ini keadaannya memprihatinkan karena berdasarkan laporan yang ada hampir semua bagian sungai telah tercemar berat oleh limbah dari berbagai aktivitas yang ada di DAS nya. Salah satu aktivitas tersebut adalah pengembangan budidaya ikan dengan keramba jaring apung (KJA) di ke tiga *waduk*. tersebut.

## 2. BUDIDAYA IKAN DENGAN KJA

Secara umum budidaya ikan intensif di *waduk*. adalah usaha penggemukan ikan dengan jaring yang diapungkan oleh pengapung seperti drum atau sterofoam, yang biasanya disebut sebagai keramba jaring terapung atau disingkat KJA. Di *waduk waduk*. Saguling, Cirata dan Jatiluhur, KJA umumnya dibuat dengan luas permukaan 7 x 7 m<sup>2</sup> dan kedalaman bervariasi antara 3-4 m.

KJA dengan luasan tersebut ditargetkan untuk memelihara ikan 3-4 kali dalam setahun dengan produksi pertahun-nya sekitar 4 ton ikan Mas (*C. carpio*) dan 1,200 ton ikan Nila (*O. nilotica*).

Dengan tingkat produksi persatuan luas yang tinggi dan sewa lahan yang sangat murah serta keamanan yang cukup terjamin maka tidak mengherankan jika KJA berkembang dengan pesat di hampir semua W. yang ada di Indonesia, utamanya di waduk-waduk yang ada di DAS Citarum yakni Saguling, Cirata dan Juanda; seperti tertera pada tabel-2.

Kegiatan budidaya ikan intensif dengan KJA cukup menguntungkan dan ikut membantu perekonomian masyarakat sekitar *waduk*. yang tanah pertaniannya terendam oleh pembangunan *waduk*.. Hal ini disebabkan, meskipun sedikit sekali dari mereka yang menjadi pemilik KJA, namun dengan menjadi buruh KJA berarti mereka memiliki pendapatan bulanan yang tetap. Selanjutnya, pengembangan budidaya ikan intensif di *waduk*. juga memberikan kepastian suplai ikan air tawar bagi konsumennya yang berada di kota-kota besar di Jawa barat dan Sumatera selatan, yang berarti pula meningkatkan pendapatan daerah dan menghidupkan perekonomian daerah dan nasional.

Pasar yang baik dan keuntungan yang menarik, telah menjadikan petani ikan berlomba-lomba mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan produksi ikan yang dipeliharanya. Untuk mencapai produksi maksimal para petani/pemelihara ikan telah memberi pakan ikannya dengan sistem "pompa", yakni pemberian pakan yang terus menerus selama ikan mau makan, dan dihentikan hanya jika ikan telah benar-benar kenyang (tidak mau makan)

**Tabel-2. Perkembangan jumlah Keramba Jaring Apung dan Produksi ikan di W. Saguling, Cirata dan Juanda**

No	Thn	SAGULING*		CIRATA		JUANDA	
		KJA	Produksi	KJA	Produksi	KJA	Produksi
1	1986	208	651.5	-	-	-	-
2	1987	805	1.805.6	-	-	-	-
3	1988	1.263	2.544.0	74	31,9	-	114,0
4	1989	1.351	2.784.8	351	571,6	-	235,0
5	1990	1.724	3.113.0	893	997,1	-	830,6
6	1991	1.800	3.650.3	1.613	2.802,5	502	1.973,0
7	1992	2.075	8.331.5	2.056	4.850,4	546	2.679,0
8	1993	4.250	7.548.5	3.820	8.194,5	650	2.149,0
9	1994	4.425	5.252.0	6.473	14.708,2	850	1.998,6
10	1995	4.425	5.506,0	7.690	18.305,4	2.100	2.547,0
11	1996	4.425	4.507.0	15.289	25.114,0	2.100	2.563,0
12	1997	4.425	6.106,0	25.558	49.171,0	2.100	2.834,5
13	1998	4.425	1.032,0	17.477	15.265,0	2.194	2.180,0
14	1999	4.425	1.263,0	27.786	9.995,0	2.194	3.498,0
		4.425		21.528		2.147	

Sumber : Garno<sup>2)</sup>; Iskandar & Suryadi<sup>3)</sup>; Krismono<sup>4)</sup> Danakusumah<sup>5)</sup>

Sebenarnya pemberian pakan sistim pompa tersebut jelas kurang tepat, karena ada kemungkinan sebagian pakan yang telah masuk mulut dimuntahkan kembali (*supperflous feeding*) dan jika ditelanpun tidak dapat dicerna dengan optimal karena saluran pencernaan yang terlalu. Pemberian pakan seperti itulah yang mungkin menjadikan ratio konversi pakan (RKP) yang diberikan menjadi cukup tinggi. Secara umum RKP pembesaran ikan di W. yang ada di Citarum<sup>4)</sup> adalah sekitar 2,0; sedangkan di W. Cirata<sup>2)</sup> adalah sekitar 1,51.

Berdasarkan publikasi yang ada, budidaya ikan dengan KJA di W. dapat menghasilkan 4500 kg ikan/unit/tahun.<sup>4)</sup> Jika

tingkat produksi ini bersama-sama dengan rerata jumlah keramba yang ada di tabel-2 dipergunakan untuk memperkirakan produksi tahunan ikan di masing-masing W., maka produksi ikan di W. Saguling pada 5 tahun terakhir adalah 19.912,5 ton•th<sup>-1</sup>, di Cirata adalah 96.876 ton•th<sup>-1</sup> dan di W. Juanda adalah 9.661,5 ton•th<sup>-1</sup>. Selanjutnya jika produksi tersebut diperoleh dengan konversi pakan 1.51-2.00 atau sekitar 1,75 maka dengan metode penghitungan limbah yang diperkenalkan Schmittou<sup>6)</sup> akan diperoleh perkiraan beban limbah KJA seperti tersaji tabel-3, dengan detail perhitungan pada lampiran-1,-2 dan -3.

**Tabel-3. Perkiraan Beban Limbah KJA Di Setiap Waduk., Dalam Kg•Th<sup>-1</sup>**

No	Limbah Metabolik	SAGULING	CIRATA	JUANDA
1	Organik	29.868.750	145.334.000	14.492.250
2	Kadar N	1.359.028	6.611.787	659.397
3	Kadar P	214.059	1.041.417	103.861

Tabel-3 menunjukkan bahwa pada periode 5 tahun terakhir (1996-2000), untuk setiap tahunnya W. Saguling menerima buangan organik dari KJA sebanyak 29.868.750 kg yang mengandung 1.359.028 kg nitrogen dan 214.059 kg fosfor; W. Cirata menerima buangan organik dari KJA sebanyak 145.334.000 kg yang mengandung 6.611.787 kg nitrogen dan 1.041.417 kg fosfor; dan W. Juanda menerima buangan organik dari KJA sebanyak 14.492.250 kg yang mengandung 659.397 kg nitrogen dan

103.861 kg fosfor. Uraian tersebut mengungkapkan bahwa W. Cirata menerima limbah jauh lebih besar daripada waduk yang lain, yakni sekitar 5 kali lebih besar dari limbah yang diterima W. Saguling dan 10 kali yang diterima W. Juanda. Hal ini mudah dimengerti karena besaran tersebut dihitung dengan kenyataan jumlah KJA yang ada.

Untuk mengetahui pengaruh limbah KJA terhadap dinamika kualitas air, besaran limbah pada setiap waduk. tersebut tidak cukup untuk menganalisisnya, dan untuk

keperluan analisis hubungan beban tersebut itu disajikan beban pencemaran dengan kualitas perairan persatuan volume air seperti pada tabel-4.

**Tabel-4. Beban Limbah KJA Untuk Setiap Liter Air W.**

No	Limbah	Saguling		Cirata		Juanda	
		mg•th <sup>-1</sup> .	µg•hr <sup>-1</sup>	mg•th <sup>-1</sup>	µg•hr <sup>-1</sup>	mg•th <sup>-1</sup>	µg•hr <sup>-1</sup>
1	Organik	30,42	83,33	67,13	183,91	4,88	13,37
2	Kadar N.	1,38	3,79	3,05	8,37	0,22	0,61
3	Kadar P.	0,22	0,60	0,48	1,32	0,03	0,01

Sumber: turunan tabel-3.

Tabel-4 menunjukkan bahwa setiap liter air di W. Saguling setiap tahunnya dicemari limbah organik KJA sebesar 30,42 mg yang mengandung 1,38 mg•N. dan 0,22 mg mg•P; di W. Cirata setiap tahunnya dicemari limbah organik KJA sebesar 67,13 mg yang mengandung 3,05 mg•N. dan 0,48 mg mg•P dan di W. Juanda setiap tahunnya dicemari limbah organik KJA sebesar 67,13 mg yang mengandung 3,05 mg•N dan 0,48 mg mg•P. Uraian tersebut menunjukkan bahwa untuk setiap bahan pencemar, W. Cirata menerima 2,2 - 2,8 kali lebih besar dari yang diterima oleh W. Saguling, dan 13,7-16,0 lebih besar dari W. Juanda. Tidak seperti perhitungan beban limbah perW. yang menunjukkan bahwa W. Saguling hanya menerima 2 kali lebih besar dari W. Juanda, maka beban limbah per satuan volume ini menunjukkan bahwa W. Saguling menerima limbah 6,2- 7,3 kali lebih besar dari yang diterima W. Juanda.

Limbah KJA adalah limbah organik yang tersusun oleh karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, fosforus, sulfur dan mineral lainnya. Limbah dalam perairan dapat berbentuk padatan yang terendap, koloid, tersuspensi dan terlarut. Padatan limbah terendap akan langsung mengendap menuju dasar W. sedangkan bentuk lainnya akan tetap berada di badan air, baik di badan air yang aerobik maupun anaerobik. Dilapisan aerobik maupun anaerobik bahan organik limbah KJA tersebut akan menjadi sumber makanan bagi mikroba heterotropik untuk hidup dan berkembang biak.

### 3.1. Limbah KJA di lapisan aerobik

Dalam proses kehidupan mikroba itulah limbah organik mengalami proses penguraian atau perombakan. yang jika terjadi dilapisan aerobik akan menekan konsentrasi oksigen, seperti tergambar pada reaksi kimia berikut:

- **bahan organik + O<sub>2</sub> + bakteri aerobik (COHNS) → CO<sub>2</sub> + NH<sub>3</sub> + produk lain + energi ... (1)**
- **(COHNS) + O<sub>2</sub> + bakteri aerobik + energi → C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>N (sel-sel MO baru). .... (2)**

Kedua reaksi tersebut diatas dengan jelas mengisaratkan bahwa makin banyak limbah organik yang masuk dan tinggal pada lapisan aerobik ini akan makin besar pula kebutuhan oksigen bagi mikroba yang mendekomposisi, bahkan jika keperluan oksigen bagi mikroba yang ada melebihi konsentrasi yang terlarut maka sudah pasti **oksigen bisa menjadi nol** dan bakteri aerobik akan musnah digantikan oleh bakteri anaerob dan fakultatif yang untuk aktifitas hidupnya tidak memerlukan oksigen.

Pada hari hari biasa, kebutuhan oksigen untuk mendekomposisi limbah organik dalam bentuk koloid, tersuspensi dan terlarut di lapisan aerobik badan air W.

Juanda, Cirata dan Juanda nampaknya masih dapat dipenuhi oleh oksigen terlarut yang ada dibantu oleh suplai dari udara bebas sehingga meskipun suplai limbah organik dari KJA sangat besar namun belum mampu menekan konsentrasi oksigen dipermukaan air sampai nol. Kenyataan ini tidak dapat disangkal kebenarannya karena di pagi hari saat konsentrasi oksigen terlarut paling rendah ikan-ikan yang digemakan dalam JKA ternyata masih hidup.

### 3.2. Limbah KJA di lapisan anaerobik

Masuknya limbah organik KJA kedalam lapisan anaerobik badan air waduk akan

dirombak oleh mikroba anaerobik yakni bakteri yang hidup dalam kondisi tidak ada

oksigen terlarut. Peristiwa perombakan ini dapat digambarkan sebagai berikut:

- **Bahan organik + bakteri anaerobik (COHNS)** → **CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>S + NH<sub>3</sub> + CH<sub>4</sub> + produk lain....(3) + energi**
- **COHNS + bakteri anaerobik + energi** → **C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>N (sel-sel MO baru) ..... (4)**

Dari kedua proses tersebut diatas diperlihatkan bahwa aktifitas mikroba anaerobik selain menghasilkan sel-sel mikroba baru juga menghasilkan senyawa-senyawa CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, dan CH<sub>4</sub> serta senyawa lainnya seperti amin, PH<sub>3</sub> dan komponen fosfor.

Seperti hasil proses pada lapisan aerob, senyawa CO<sub>2</sub> dan NH<sub>3</sub> hasil dekomposisi dilapisan anaerob juga senyawa yang siap dipakai oleh organisme perairan berklorofil (fitoplankton) untuk aktifitas fotosintesa. Namun karena fitoplankton tidak ada di lapisan anaerob maka kedua senyawa tersebut baru bisa digunakan setelah mengalir /teraduk ke lapisan aerob.

Selain kedua senyawa yang bisa bermanfaat bagi fitoplankton itu, hasil lain aktifitas mikroba anaerob seperti H<sub>2</sub>S, amin dan komponen fosfor adalah senyawa yang mengeluarkan bau menyengat yang tidak sedap, misalnya H<sub>2</sub>S berbau busuk dan amin berbau anyir. Bahkan telah disinyalir bahwa NH<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>S hasil dekomposisi anaerob pada tingkat konsentrasi tertentu dapat membahayakan organisme lain, termasuk ikan.

Selanjutnya perlu digaris bawahi, bahwa sebagian besar hasil dekomposisi anaerobik adalah haus oksigen sehingga penumpukan senyawa-senyawa tersebut sedikit demi sedikit menekan lapisan anaerob diatasnya. Tekanan ini mengakibatkan lapisan anaerob makin luas dan lapisan aerob diatasnya makin sempit. Sudah tentu tekanan ini akan makin kuat dengan makin aktifnya bakteri anaerobik mengurai limbah KJA yang makin banyak jatuh ke dasar seperti yang terjadi pada W. Cirata.

Berdasarkan pengamatan terakhir (26 Nopember 1999), lapisan aerobik di W. Cirata pada pagi hari sekitar 4-6 m sedang- kan di siang hari mencapai 8 -10 m. Keadaan ini sangat berbeda dengan keadaan akhir oktober 1994 (5 th sebelumnya) dan Januari 1996 (3 th sebelumnya) yang mengisaratkan bahwa seluruh badan air W. Cirata masih aerobik, karena oksigen terlarut masih ditemukan didasar waduk.<sup>1)</sup> Perubahan ini diduga kuat terjadi karena dekomposisi bahan organik di dasar waduk. telah menghabiskan

oksigen disekelilingnya tanpa mendapat suplai dari lapisan diatasnya, karena oksigen terlarut dilapisan diatasnyapun hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan mikroba aerob yang ada dilapisannya. Sementara itu meningkatnya jumlah limbah KJA akan menurunkan kecerahan air, yang mengakibatkan turunnya proses fotosintesa fitoplankton dan suplai oksigen hasilnyapun menurun. Dengan demikian maka lapisan aerob seakan ditarik keatas oleh aktifitas penguraian di lapisan aerob sendiri, dan ditekan keatas oleh produk aktifitas di lapisan anaerob. Sebagai akibatnya adalah bahwa suplai limbah organik yang terus menerus hingga terakumulasi di dasar seperti yang terjadi di W. Cirata mengakibatkan makin berkurangnya lapisan aerob dibagian atas badan air dan sebaliknya makin bertambah besarnya lapisan anaerob di bagian bawah badan air.

Walapun sulit untuk diperkirakan kapan bisa terjadi, namun jika limbah organik, termasuk KJA dibiarkan bertambah terus maka dapat diprediksi bahwa lapisan aerobik pada badan air waduk. sedikit demi sedikit akan tertekan keatas. Dan pada keadaan seperti ini tidak mustahil bahwa di malam hari konsentrasi oksigen terlarut mendekati nol, yang berarti budidaya ikan dengan KJA pun harus berhenti karena dengan kondisi seperti itu ikan akan mati semua. Selanjutnya, makin meluasnya lapisan anaerobik mengisaratkan bahwa senyawa-senyawa yang berbau tidak sedap seperti H<sub>2</sub>S, amin, amoniak dan komponen fosfor makin dominan. Jika keadaan ini benar-benar terjadi, maka sudah pasti badan air waduk. akan dihindari oleh orang, apalagi meminumnya. Pada saat seperti itulah waduk telah kehilangan potensi sebagai tujuan rekreasi dan sumber air minum serta MCK masarakat sekitarnya. Ini berarti keberadaan SDLP Citarum sudah tidak bermanfaat lagi bagi masarakatnya, bahkan bisa menjadi sumber berbagai masalah seperti penyakit gatal, dan penyakit yang dapat menular melalui air kotor.

#### 4. YUTROFIKASI DI W. W. DI SDLP DAS CITARUM

Yutrofikasi adalah fenomena terjadinya kenaikan konsentrasi nutrisi secara berlebihan dalam suatu badan air. Secara alami kenaikan nutrisi tersebut akan merangsang pertumbuhan flora air yang ada, seperti eceng gondok, rumput dan fitoplankton. Oleh karena itu maka pada perairan yang mengalami eutrofikasi banyak ditemukan tumbuhan air seperti eceng gondok ditepiannya, dan biomassa fitoplankton dalam badan air yang tinggi. Tanda-tanda yutrofikasi seperti ini telah terjadi di ketiga W. yang

ada di Citarum; yang setiap saat mendapatkan masukan nutrisi dan limbah yang akan terurai menjadi nutrisi dari industri, pemukiman, peternakan, pertanian dan KJA.

Sungai Citarum dipastikan mendapatkan masukan nutrisi dari berbagai sumber baik dari luar badan air seperti limbah industri, pemukiman, peternakan dan pertanian, maupun sumber dari dalam badan air seperti limbah KJA. Adapun masing-masing nitrogen dan fosfor yang masuk ke dalam setiap W.nya disampaikan pada tabel-5

**Tabel-5. Perkiraan Potensi Beban Pencemaran Nitrogen Dan Fosfor (Ton•Th<sup>-1</sup>•W.<sup>-1</sup>)**

Unsur pencemar	Saguling		Cirata		Juanda		Sumber
	P	N	P	N	P	N	
Pemukiman	1.303	9.953	1.022	6.781	25	1.697	Garno <sup>7)</sup> disempurnakan dgn tabel-3 paper ini.
Industri	-	8	-	-	-	-	
Pertanian	219	1.022	-	-	-	-	
Peternakan	296	1.197	-	-	62	255	
Perikanan	214	1.359	1.041	6.612	104	659	
Jumlah (ton•th <sup>-1</sup> •W. <sup>-1</sup> )	2.032	12.342	2.063	13.393	191	2.611	-
Beban per volume air (mg•th <sup>-1</sup> •liter <sup>-1</sup> )	2,07	12,57	0,95	6,19	0,06	0,88	-

Tabel-5 merupakan hasil perhitungan berdasarkan publikasi yang ada<sup>7)</sup> dan disempurnakan dengan perkiraan beban limbah KJA pada paper ini. Salah satu dampak negatif dari yutrofikasi yang paling ditakutkan adalah terjadinya "bloomng" fitoplankton; apalagi jika didominasi oleh "blue green algae" yang berlendir, anyir dan tidak bisa digunakan sebagai makanan zooplankton maupun ikan<sup>8)</sup> mengungkapkan bahwa badan air yang mengandung 0,010 mgP•l<sup>-1</sup> dan 0,300 mgN•l<sup>-1</sup> sangat berpotensi untuk "bloomng" fitoplankton. Bloomng sangat tidak diharapkan karena pada perairan yang mengalami "bloomng"; di malam hari dan waktu tidak ada cahaya (mendung) suplai oksigen hasil fotosintesa berhenti, sedangkan keperluan oksigen untuk respirasi dan degradasi partikel (limbah) organik di badan air termasuk fitoplankton yang mati terus berlanjut. Seperti telah disebutkan diatas, degradasi partikel di badan air inipun pada suatu kondisi akan mampu menekan oksigen terlarut dalam badan air hingga mengganggu aspek biologi dari fauna yang ada termasuk ikan peliharaan

Tabel-5 mengisaratkan bahwa selama lima tahun terakhir, tiap liter air W. Saguling setiap tahunnya mendapatkan asupan 2,07 mgP•liter<sup>-1</sup> dan 2,57 mgN•liter<sup>-1</sup>; W. Cirata mendapatkan asupan 0,95 mgP•liter<sup>-1</sup> dan 6,19 mgN•liter<sup>-1</sup>; dan W. Juanda mendapatkan asupan 0,06 mgP•liter<sup>-1</sup> dan 0,88 mgN•liter<sup>-1</sup>.

Menyandingkan asupan nitrogen dan fosfor tersebut dengan batas konsentrasi terjadinya "bloomng"<sup>8)</sup> yakni 0,010 mgP•l<sup>-1</sup> dan 0,300 mgN•l<sup>-1</sup> maka dapat diungkapkan bahwa "bloomng" di W. Saguling dapat terjadi hanya dengan terdegradasinya 0,02 % fosfor dan 10,9% nitrogen yang masuk; di W. Cirata hanya dengan terdegradasinya 1,05% fosfor dan 10,9% nitrogen yang masuk dan di W. Juanda hanya dengan terdegradasinya 16,7% fosfor dan 34,1% nitrogen yang masuk. Uraian tersebut mengisaratkan bahwa bloomng dengan mudahnya dapat terjadi di W. Saguling dan Cirata, karena hanya dengan penguraian 1% limbah yang masuk akan terjadi bloomng. Selanjutnya meskipun di W. Juanda untuk bloomng masih memerlukan prosentasi penguraian yang lebih besar dari pada W. Saguling dan Cirata, namun karena

sebagian limbah dan hasil penguraian di Cirata memasuki W. Juanda maka jika hal ini diperhitungkan sudah tentu akan menjadikan

kemungkinan terjadinya bloomingpun menjadi lebih besar.

**Tabel-6. Beberapa Parameter Penentu Status Trofik Di W. Saguling, Cirata Dan Juanda.**

Parameter	Saguling*	Cirata*	Juanda*	Eutrofik**	Hypertrofik**
Kecerahan/Sec. disk (cm)	47-65	50-62	80-115	300-150	<150
Klorofil (Chl)-a $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	27,9-48,3	33,3-49,0	20,4-28,0	8,0-25	> 25
Kepadatan Fitoplankton ( $\times 10^6 \text{ sel}\cdot\text{l}^{-1}$ )	19.0-25.4	44,8-62,3	20.0-50.4	-	-

Keterangan: \* Garno<sup>9,10,11</sup>; Hendersen dkk<sup>8</sup>)

Untuk memperkuat dugaan bahwa yutrofikasi memang terjadi di W. Saguling, Cirata dan Juanda maka bisa kita cermati tabel-6. Tabel-5 mengungkapkan bahwa nilai kecerahan W. Saguling (Juni-Juli 1997) berkisar antara 47-65 cm, Cirata (Juni-Juli 1997) berkisar antara 50-62 Cm dan Juanda (Mei 2002) berkisar antara 80-115 cm. Nilai-nilai kecerahan air waduk. tersebut semuanya lebih kecil daripada 150 cm; menunjukkan bahwa waduk-waduk. tersebut tergolong perairan hipertrofik. Selanjutnya, berdasarkan kosentrasi khlorofil yang terukurpun, yakni di Saguling yang berkisar antara 27,9-48,3  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ , di Cirata antara 33,3-49,0  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  dan di Juanda antara 20,4-28,0  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  menunjukkan bahwa ke 3 W. di DAS Citarum tersebut memang tergolong perairan yang hipertrofik. Akhirnya bahwa perairan tersebut telah mengalami yutrofikasi telah pula diisaratkan oleh kepadatan fitoplankton yang tinggi. Di W. Cirata<sup>9)</sup> kepadatan fitoplankton pada Juni-Juli 1997 ditemukan antara 44,80-62,28  $\times 10^6 \text{ sel}\cdot\text{l}^{-1}$ ; Saguling<sup>10)</sup> pada Juni-Juli 1997 antara 19.03-25.39  $\times 10^6 \text{ sel}\cdot\text{l}^{-1}$  dan Jatiluhur<sup>11)</sup> pada akhir Mei 2002 antara 20.04-50.42  $\times 10^6 \text{ sel}\cdot\text{l}^{-1}$ . Nilai-nilai kelimpahan tersebut menunjukkan bahwa fitoplankton tumbuh dengan subur dan berkembang dengan pesat karena suplai nutrien yang mencukupi. Perlu digaris bawahi adalah bahwa komunitas fitoplankton tersebut telah didominasi oleh *Mycrocystis sp* yang keberadaannya sangat merugikan organisme lain, karena fisiknya yang berlendir, anyir dan tidak bisa dicernakan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Mencermati uraian tersebut diatas maka dapat disimpulkan bahwa:

- limbah KJA yang selama ini cenderung dianggap kecil dan diabaikan ternyata merupakan penyumbang nutrien yang cukup besar bahkan untuk W. Cirata limbah KJA lebih besar dari pada pemukiman.
- Ketiga waduk. yang ada di DAS Citarum telah menjadi hipertrofik dan setiap saat dapat menjadi *blooming* fitoplankton.
- Hipertrofik di W. Saguling disebabkan oleh nutrien dari limbah pemukiman, KJA, pertanian dan peternakan; sedangkan di W. Cirata diduga lebih disebabkan oleh nutrien dari limbah KJA dan pemukiman; demikian pula Jatiluhur.

### 5.2 Saran.

Mengingat budidaya KJA dapat menyumbangkan pencemar yang sangat besar, dan limbahnya tidak dapat diolah seperti limbah-limbah industri dan pemukiman, maka disarankan agar pengembangan budidaya ikan dengan KJA dibatasi sampai dengan kemampuan badan air waduk. untuk mendegradasi limbah yang dihasilkan. Dengan kata lain perlu segera dilakukan penelitian daya dukung, dan hasilnya dijadikan dasar pertimbangan penentuan kebijakan tentang jumlah maksimal KJA yang boleh beroperasi di W. Cirata khususnya dan waduk lainnya. Selanjutnya untuk mengurangi limbah organik yang ada dalam perairan maka perlu dipikirkan kemungkinan budidaya organisme (ikan atau kerang) pemakan organik seperti ikan koan dan kerang.

**DAFTAR PUSTAKA.**

1. Sucahyo, N. (1996): Peramalan dan Pengendalian Kualitas Air Daerah Aliran Sungai Citarum. *Jurnal Penelitian Pemukiman*, Vol-XII (11) :17-25.
2. Garno, Y.S dan T.A. Adibroto (2000): Dampak Penggemukan Ikan Di Badan Air Waduk Multiguna Pada Kualitas Air Dan Potensi Waduk.. *Prosiding Sem-Nas. Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau & Waduk..* IPB, Bogor hal. XVII:1-10.
3. Iskandar dan Suryadi (2000): Kosntruksi Keramba Jaring Apung. *Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan dan Pemanfaatan Waduk..* UNPAD- Bandung. 1:153-160
4. Krismono (2000): Perikanan di Perairan Waduk *Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan dan Pemanfaatan Waduk.* UNPAD- Bandung1:161-170.
5. Danakusumah, E dan H. Herawan (2000): Kematian masal Ikan Budidaya di Perairan Waduk dan Kemngkinan Penanggulangannya. *Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan dan Pemanfaatan Waduk..* UNPAD- Bandung. 1:306-318
6. Schmittou, H.R., 1991: *Cage Culture: A methode of Fish Production in Indonesia.*
7. Garno, Y.S (2001): Status dan karakteristik Pencemaran di Waduk. *Pencemaran Di Waduk Kaskade Citarum.* J. Tek. Ling. 2 (2): 207-213.
8. Henderson, B., Sellers dan Markland, H.R., 1987: *Decaying Lakes "The Origins and Control of Cultural Eutrophication"* John Wiley & Sons, Chichester-Singapore, pp. 254.
9. Garno, Y.S (2000): Status Kualitas dan Struktur Fitoplankton di Bendungan Multiguna Cirata. *Prosiding Sem-Nas. Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan W..* IPB, Bogor hal. XXV:1-8
10. Garno, Y.S (2000): Studi Kualitas Perairan di Teluk Ciminyak Saguling dengan Bahasan Pokok "Kelimpahan dan Dinamika Fitoplankton". *Pros. Sem-Nas. Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan W..* UNPAD Bandung. I: 108-125;
11. Garno, Y.S (2002): Personal data primer kelimpahan fitoplankton di W. Juanda.

**Lamp.-1 Beban pencemar limbah organik dari KJA di W. Saguling.**

No	Item	Persentase (%)	Kuantitas (kg)	Keterangan
1	Input			
	Pakan	100,0	34.846.875	RKP =(1,51-2.0) >>1,75
	Kadar air	5,0	1.742.343	
	Kadar N	5,5	1.916.578	
	Kadar P	1,2	418.162	Bervariasi 0,8-2,2%
2.	Output			
	Ikan (basah)	100,0	19.912.500	4.425 x 4.500 kg
	Ikan (Kering)	25,0	4.978.125	
	Kadar N	11,2*	557.550	* : dari berat kering
	Kadar P	4,1*	204.103	
3.	Limbah metabolik			
	Organik		29.868.750	Input-output BK
	Kadar N		1.359.028	N pakan - N ikan
	Kadar P		214.059	P pakan - P ikan

**Lamp.-2. Beban pencemar limbah organik dari budidaya ikan dengan KJA di W. Cirata.**

No	Item	Persentase (%)	Kuantitas (kg)	Keterangan
1	Input			
	Pakan	100,0	169.533.000	RKP =(1,51-2.0) >>1,75
	Kadar air	5,0	8.476.650	
	Kadar N	5,5	9.324.315	
	Kadar P	1,2	2.034.396	Bervariasi 0,8-2,2%



...lanjutan

2.	Output Ikan (basah) Berat Kering Kadar N Kadar P	100,0 25,0 11,2* 4,1*	96.876.000 24.219.000 2.712.528 9.92.979	21.528 x 4.500 kg  * : dari berat kering
3.	Limbah metabolik Organik Kadar N Kadar P		145.334.000 6.611.787 1.041.417	Input-output BK N pakan - N ikan P pakan - P ikan

**Lamp.-3. Beban pencemar limbah organik dari budidaya ikan dengan KJA di W. Juanda**

No	Item	Persentase (%)	Kuantitas (kg)	Keterangan
1	Input Pakan Kadar air Kadar N Kadar P	100,0 5,0 5,5 1,2	16.907.625 845.381 929.919 202.891	RKP =(1,51-2.0) >1,75  Bervariasi 0,8-2,2%
2.	Output Ikan (basah) Berat Kering Kadar N Kadar P	100,0 25,0 11,2* 4,1*	9.661.500 2.415.375 270.522 99.030	2.147 x 4.500 kg  * : dari berat kering
3.	Limbah metabolik Organik Kadar N Kadar P		14.492.250 659.397 103.861	Input-output BK N pakan - N ikan P pakan - P ikan

**Lamp.-4. Prakiraan beban pencemar persatuan volume air W. Saguling yang memiliki volume air volume  $982 \times 10^6 \text{ m}^3$**

No	Limbah	Beban pencemar		
		Kg/W./tahun	$\mu\text{g}/\text{lt}/\text{tahun}$	$\mu\text{g}/\text{lt}/\text{hari}$
1	Organik	29.868.750	30.416,24	83,33
2	Kadar N	1.359.028	1.383,94	3,79
3	Kadar P	214.059	217,98	0,60

**Lamp.--5. Prakiraan beban pencemar persatuan volume air W. Cirata yang memiliki volume air volume  $2.165 \times 10^6 \text{ m}^3$**

No	Limbah	Beban pencemar		
		Kg/W./tahun	$\mu\text{g}/\text{lt}/\text{tahun}$	$\mu\text{g}/\text{lt}/\text{hari}$
1	Organik	145.334.000	67.128,87	183,91
2	Kadar N	6.611.787	3.053,94	8,37
3	Kadar P	1.041.417	481,02	1.32

**Lamp.-6. Prakiraan beban pencemar persatuan volume air W. Juanda yang memiliki volume air volume  $2.970 \times 10^6 \text{ m}^3$**

No	Limbah	Beban pencemar		
		Kg/W./tahun	$\mu\text{g}/\text{lt}/\text{tahun}$	$\mu\text{g}/\text{lt}/\text{hari}$
1	Organik	14.492.250	4.879,55	13,37
2	Kadar N	659.397	222,02	0,61
3	Kadar P	103.861	34,97	0,01