

## DAMPAK MANAJEMEN PAKAN DARI KEGIATAN BUDIDAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DI KERAMBA JARING APUNG TERHADAP KUALITAS PERAIRAN DANAU MANINJAU

Erlania, Rusmaedi, Anjang Bangun Prasetyo, dan Joni Haryadi

Pusat Riset Perikanan Budidaya  
Jl. Ragunan 20 Pasar Minggu, Jakarta Selatan 12540  
E-mail: [erlania\\_ellen@yahoo.com](mailto:erlania_ellen@yahoo.com)

### ABSTRAK

Terjadinya kasus kematian ikan di Danau Maninjau pada Desember 2008 lalu menimbulkan berbagai pertanyaan dari berbagai pihak tentang faktor yang menjadi penyebab terjadinya musibah tersebut. Dalam hal ini sektor perikanan merupakan pihak yang dituding sebagai sumber masalah yang menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan perairan Danau Maninjau. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi manajemen budidaya KJA yang dilakukan masyarakat saat ini, khususnya manajemen pakan. Koleksi data meliputi data kualitas air yang terdiri atas suhu, pH, TDS, kecerahan, kekeruhan, DO, BOD<sub>5</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, total nitrogen, ortofosfat, total fosfat dan H<sub>2</sub>S, serta data status kegiatan budidaya melalui wawancara langsung dengan 6 kelompok pembudidaya yang mewakili sentra-sentra budidaya di danau maninjau. Analisis kualitas air dilakukan secara *in situ* dan *ex situ* (laboratorium). Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi kualitas perairan Danau Maninjau secara umum masih baik dan dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya ikan, namun terdapat beberapa parameter yang perlu menjadi perhatian untuk menjaga keberlanjutan usaha budidaya masyarakat sekitar Danau Maninjau. Manajemen pakan yang baik dan benar perlu diterapkan untuk mencegah terjadinya penurunan kualitas lingkungan perairan Danau Maninjau.

**KATA KUNCI:** manajemen pakan, keramba jaring apung (KJA), Danau Maninjau, kualitas perairan

### PENDAHULUAN

Kasus kematian massal ikan-ikan budidaya di Danau Maninjau akibat terjadinya fenomena *up-welling* pada akhir Desember 2008 hingga awal 2009, menimbulkan pertanyaan dan menjadi sorotan berbagai pihak. Dalam hal ini sektor perikanan khususnya perikanan budidaya dianggap sebagai *trouble maker* yang menyebabkan degradasi kualitas perairan Danau Maninjau, sehingga berujung pada terjadinya musibah kematian ikan tersebut. Walaupun belum dibuktikan secara ilmiah, namun hal ini merupakan tantangan bagi pelaku budidaya untuk dapat menerapkan teknologi budidaya dengan meminimalisir limbah, terutama limbah yang berasal dari sisa pakan ikan.

Secara umum tantangan yang berhubungan dengan sistem budidaya KJA di antaranya yaitu peningkatan kandungan nutrisi di perairan yang berasal dari sisa pakan yang tidak termakan, ekskresi dan feses ikan, serta kemungkinan dampak yang ditimbulkan terhadap kualitas perairan, lingkungan dan kondisi kesehatan ekosistem (Mente *et al.*, 2006; León, 2006 dalam Halwart *et al.*, 2007). Menurut Kartamiharja (1988) dalam Prihadi (2005), pada kegiatan budidaya KJA yang dilakukan di waduk yang berada di Jawa Barat teridentifikasi bahwa pakan yang terbuang ke perairan mencapai 30%–40%.

Selain itu, sistem budidaya intensif di KJA juga menarik perhatian publik terkait dengan keberlanjutan kondisi ekologi dan lingkungan perairan jangka panjang (Goodland, 1997 in Halwart *et al.*, 2007). Pengembangan usaha budidaya ikan secara intensif dipengaruhi oleh beberapa aspek, seperti kualitas perairan atau lingkungan budidaya, kualitas benih dan kualitas pakan. Pakan merupakan faktor produksi yang menjadi komponen biaya terbesar dalam suatu usaha budidaya ikan. Menurut Alava (2002), dalam pengelolaan atau manajemen pakan pada kegiatan budidaya ikan perlu dilakukan beberapa hal yang terkait dengan pelaksanaan kegiatan budidaya itu sendiri, di antaranya yaitu *sampling* dan pencatatan data secara teratur, ransum pakan (dosis pakan harian, frekuensi dan waktu pemberian pakan), ukuran partikel pakan, metode aplikasi pakan, dan kualitas air. Sedangkan Azwar *et al.* (2004) menyebutkan bahwa aspek manajemen pakan yang perlu diperhatikan terkait dengan mutu lingkungan di antaranya yaitu kualitas pakan, tipe pakan, dan frekuensi pemberian pakan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak manajemen pakan dari kegiatan budidaya ikan nila di KJA yang dilakukan masyarakat, terhadap kualitas lingkungan perairan Danau Maninjau. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan masukan untuk pengembangan dan keberlanjutan usaha budidaya masyarakat di Danau Maninjau, terkait dengan usaha pencegahan terhadap degradasi lingkungan perairan Danau Maninjau sebagai sumber mata pencaharian masyarakat setempat.

## METODE

Penelitian ini berlokasi di Danau Maninjau, yaitu pada kegiatan budidaya KJA milik masyarakat yang bermukim di sekitar danau. Pengambilan data budidaya (*current status*) dilakukan melalui wawancara dengan 30 orang pembudidaya yang mewakili 6 kelompok pembudidaya ikan yang ada di sekeliling Danau Maninjau. Data-data tersebut berupa data yang terkait dengan kegiatan budidaya terutama manajemen pakan yang diterapkan oleh para pembudidaya. Selain itu, dilakukan juga pengambilan data budidaya dari 5 petak KJA milik salah satu pembudidaya untuk melengkapi data hasil wawancara tersebut. Dari seluruh data budidaya tersebut dihitung FCR (*Feed Conversion Ratio*) sebagai indikator efektivitas penggunaan pakan dengan rumus menurut Alava (2002) sebagai berikut:

$$FCR = \frac{\text{Jumlah pakan yang digunakan (kg)}}{\text{Pertambahan bobot ikan selama masa budidaya (kg)}}$$

Untuk melihat kondisi perairan Danau Maninjau dilakukan pengukuran parameter kualitas air dan sedimen pada 31 titik *sampling* untuk parameter *in situ* dan 5 titik *sampling* untuk parameter *ex situ*. Parameter kualitas air terdiri atas parameter fisika (suhu, kecerahan, kekeruhan, dan TDS), parameter kimia (pH, DO, BOD<sub>5</sub>, COD, total N, amonia, nitrat, nitrit, total P, Ortofosfat, dan H<sub>2</sub>S), dan parameter biologi (plankton). Selain itu, dilakukan juga pengukuran kualitas sedimen meliputi ketebalan sedimen, tekstur sedimen serta kedalaman air di atas sedimen (Tabel 1).

Tabel 1. Pengukuran parameter kualitas air dan sedimen

Parameter	Jumlah titik <i>sampling</i>	Metode analisis
pH	31	pH-meter
Suhu	31	YSI 556
Kecerahan	31	Secchi disc
Kekeruhan	31	Turbidity-meter
TDS	31	YSI 556
DO	31	YSI 556
BOD <sub>5</sub>	5	Laboratorium
H <sub>2</sub> S	5	Laboratorium
Total N	5	Laboratorium
NH <sub>3</sub>	5	Laboratorium
NO <sub>3</sub>	5	Laboratorium
NO <sub>2</sub>	5	Laboratorium
Total P	5	Laboratorium
Ortofosfat	5	Laboratorium
Plankton	5	Laboratorium
Tekstur sedimen	4	Laboratorium
Kedalaman air	31	GPS map-Echo sounder
Ketebalan sedimen	31	GPS map-Echo sounder

Analisis kuantitatif plankton meliputi perhitungan Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi dari Shannon-Wiener (Odum, 1963; Basmi, 2000) sebagai berikut:

### a. Indeks Keanekaragaman ( $H'$ )

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

Keterangan:

$H'$  = Indeks keanekaragaman jenis

$P_i$  =  $n_i/N$

$n_i$  = jumlah individu jenis ke- $i$

$N$  = Jumlah total individu

Kisaran total Indeks Keanekaragaman dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

$H' < 1$  : keanekaragaman rendah dan kestabilan komunitas rendah

$1 < H' < 3$  : keanekaragaman sedang dan kestabilan komunitas sedang

$H' > 3$  : keanekaragaman tinggi dan kestabilan komunitas tinggi

### b. Indeks Keseragaman

Untuk menghitung indeks keseragaman plankton digunakan persamaan sebagai berikut :

Keterangan:

$$E = \frac{H'}{H_{\text{maks}}}$$

$E$  = Indeks keseragaman

$H'$  = Indeks keanekaragaman

$H_{\text{maks}} = \ln S$

$S$  = Jumlah Spesies

Indeks Keseragaman berkisar antara 0-1. Jika nilai  $E$  mendekati 1, artinya sebaran individu antar jenis merata, sedangkan jika nilai  $E$  mendekati 0, berarti sebaran individu antar jenis tidak merata atau ada jenis tertentu yang dominan.

### c. Indeks dominansi ( $D$ )

$$D = \sum_{i=1}^n P_i^2$$

Keterangan:

$D$  = Indeks dominansi

$P_i$  =  $n_i/N$

$n_i$  = jumlah individu jenis ke- $i$

$N$  = Jumlah total individu

dengan kriteria sebagai berikut : jika nilai  $D$  mendekati 0, artinya tidak ada jenis yang mendominasi, sedangkan nilai  $D$  mendekati 1 terdapat jenis yang mendominasi.

## HASIL DAN BAHASAN

Berdasarkan data budidaya yang diperoleh, diketahui bahwa komoditas budidaya di Danau Maninjau terdiri atas ikan nila dan ikan mas, namun didominasi oleh ikan nila (*Oreochromis* sp.), dengan status kegiatan budidaya secara umum seperti pada Tabel 2. Hal ini disebabkan karena ikan nila dianggap lebih tahan terhadap penyakit dan fluktuasi kualitas air dibandingkan ikan mas, sehingga budidaya ikan nila dianggap memiliki risiko kerugian yang lebih rendah.

Menurut Schmittou (1991), kegiatan budidaya ikan di KJA tergolong kegiatan budidaya intensif dengan volume rendah ( $1-10 \text{ m}^3$ ) dan kepadatan tinggi yakni mencapai  $400-500 \text{ kg/m}^3$ , serta hasil yang optimum ( $150-250 \text{ kg/m}^3$ ) dan efisiensi yang tinggi. Berdasarkan data yang diperoleh, kegiatan budidaya ikan di Danau Maninjau masih belum dapat digolongkan pada budidaya intensif jika dilihat dari kepadatannya, yakni  $50-250 \text{ kg/petak}$  dengan ukuran KJA rata-rata  $5 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$  (volume efektif  $50 \text{ m}^3$ ). Sedangkan produksi untuk satu siklus budidaya berkisar antara  $14-70 \text{ kg/m}^3/\text{siklus}$ . Capaian produksi tersebut masih sangat rendah jika dibandingkan dengan kegiatan budidaya semi-

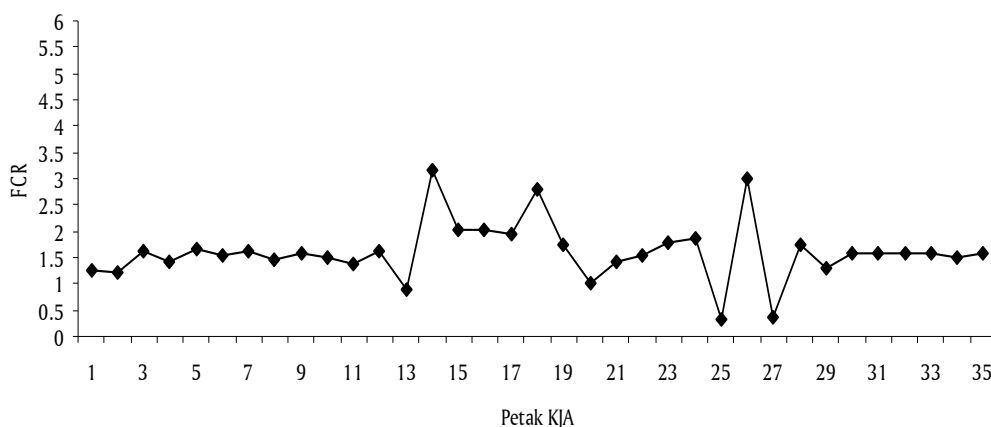
Tabel 2. Status kegiatan budidaya ikan nila pada KJA di Danau Maninjau

Parameter	Nilai/kisaran/rata-rata
Ukuran keramba jaring apung/petak	5 m x 5 m x 2,5 m (volume efektif 5 m x 5 m x 2 m)
Ukuran mata jaring	$\frac{3}{4}$ inci, 1 inci atau $1\frac{1}{4}$ inci
Jarak antar keramba jaring apung	0,5– 3 m (umumnya sangat berdekatan)
Jarak keramba jaring apung dari pinggir danau	1–100 m (sebagian besar di pinggir danau)
Ukuran benih	11–17 g/ekor, rata-rata 13 g/ekor (3–8 cm)
Jumlah tebar	5.000–20.000 ekor/petak (rata-rata 10.171 ekor/petak) atau 50–250 kg/petak
Padat tebar	70–300 ekor/m <sup>3</sup> (rata-rata 135 ekor/m <sup>3</sup> ) atau 200–800 ekor/m <sup>2</sup> (rata-rata 406 ekor/m <sup>2</sup> )
Masa budidaya	3,5–8 bulan (100–250 hari, rata-rata 153 hari)
Frekuensi pemberian pakan	2–3 kali/hari (umumnya 3 kali)
Metode pemberian pakan	sistem pompa
Penggunaan pakan	500–2.500 kg/siklus/petak
Produksi per petak	700–3.500 kg/petak (rata-rata 1.112 kg/petak) atau 14–70 kg/m <sup>3</sup>
Ukuran panen (tergantung pasar)	150–200/250–350/500–800 g/ekor
Jumlah panen	2.000–12.250 ekor/petak, rata-rata 5.261 ekor/petak
Konversi pakan (FCR) (rata-rata)	$\pm 1,61$
<i>Survival rate</i> (rata-rata)	$\pm 57\%$

intensif ikan nila merah di Brazil, di mana produksinya mencapai 100–305 kg/m<sup>3</sup>/siklus (Alceste & Jory, 2002; Costa *et al.*, 2000 dalam Gupta & Acosta, 2004).

Sintasan ikan dari kegiatan budidaya secara umum masih tergolong rendah yaitu rata-rata 57%. Hal ini merupakan salah satu aspek yang perlu mendapat perhatian khusus, karena kondisi tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor, di antaranya yaitu kualitas benih yang digunakan, transportasi dan penanganan benih, kualitas lingkungan, serta penyakit. Dalam Nur (2007) disebutkan bahwa sintasan ikan nila yang dibudidayakan di KJA umumnya adalah sekitar 70%.

Pada Gambar 1 terlihat bahwa rasio konversi pakan (FCR) dari kegiatan budidaya ikan nila secara umum masih baik, yaitu rata-rata 1,61. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nur (2007), bahwa FCR ikan nila yang dibudidayakan umumnya sekitar 1,5. Namun dari data yang diperoleh, terdapat beberapa petak yang nilai FCR-nya cukup tinggi hingga mencapai 3,16. Hal ini merupakan salah satu indikator rendahnya efisiensi pakan dan banyaknya pakan yang terbuang ke perairan. Rendahnya efisiensi pakan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya adalah metode pemberian pakan (frekuensi pemberian pakan, jumlah pakan yang diberikan, jenis pakan yang digunakan, kualitas pakan, dan



Gambar 1. FCR dari kegiatan budidaya ikan nila di Danau Maninjau

lain-lain) serta kondisi ikan (kemauan ikan untuk makan yang dipengaruhi oleh kondisi kesehatan ikan, kondisi lingkungan, jenis pakan yang diberikan, dan lain-lain).

### Metode Pemberian Pakan

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa metode pemberian pakan yang diterapkan oleh pembudidaya umumnya berupa sistem pompa, yaitu ikan diberi pakan terus-menerus sampai ikan berhenti makan. Metode seperti ini masih belum mengikuti kaidah pemberian pakan berdasarkan *Best Management Practices* (Hollingsworth, 2006) yaitu pemberian pakan berdasarkan persentase berat tubuh ikan, di mana persentase kebutuhan pakan menurun dengan semakin bertambahnya bobot ikan. Untuk ikan nila jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan cukup 3%/hari dari bobot total ikan yang dipelihara (Azwar *et al.*, 2004; Setijaningsih *et al.*, 2003), karena ikan nila merupakan ikan omnivora yang memakan tumbuhan air, fitoplankton, zooplankton, organisme benthik, serta detritus (Alava, 2002). Dari hasil analisis plankton di Danau Maninjau ditemukan 22 spesies plankton yang terdiri atas 15 spesies fitoplankton (11 spesies Chlorophyta, 2 spesies Bacillariophyta (Diatom), 2 spesies Cyanophyta), dan 7 spesies zooplankton. Jumlah jenis plankton yang ditemukan cukup beraneka ragam. Kondisi perairan yang demikian sangat mendukung kegiatan budidaya ikan di KJA, karena plankton merupakan salah satu sumber makanan bagi ikan nila. Jadi selain diberi pakan buatan, ikan nila juga bisa mendapatkan makanan dari pakan alami yang tersedia di perairan, sehingga jika di perairan ketersediaan pakan alami cukup banyak, maka pemberian pakan buatan dapat dikurangi (tidak berlebihan).

Namun, jika masukan limbah budidaya cukup besar ke perairan, baik yang berasal dari sisa pakan yang tidak termakan akibat cara pemberian pakan yang tidak tepat serta buangan metabolisme ikan yang dikeluarkan dalam bentuk amonia, urin, dan bahan buangan lainnya, akan mengakibatkan meningkatnya konsentrasi nitrogen dan fosfor (dalam bentuk fosfat) di perairan. Meningkatnya N dan P di perairan dapat menyebabkan meningkatnya kelimpahan plankton di perairan. Jika kelimpahan plankton terlalu tinggi akan menimbulkan kompetisi dengan ikan dalam mendapatkan oksigen pada malam hari. Selain itu, juga berpengaruh pada tingkat kecerahan perairan. Pada Tabel 3 dapat dilihat kecerahan perairan Danau Maninjau berkisar antara 110–350 cm. Nilai kecerahan tersebut masih di atas titik kritis, di mana menurut Krismono (2004), kondisi kritis yaitu pada kecerahan <100 cm, yang biasanya terjadi pada awal musim sampai dengan musim hujan, dan kondisi ini merupakan salah satu indikator akan terjadinya umbalan (*up-welling*).

### Frekuensi Pemberian Pakan

Frekuensi pemberian pakan umumnya 3 kali sehari (pagi, siang, dan sore), namun yang perlu menjadi perhatian yaitu jumlah pakan yang diberikan oleh pembudidaya dengan metode yang diterapkan, kemungkinan dalam jumlah yang berlebihan, karena tidak memperhitungkan bobot total ikan yang dipelihara, tetapi hanya melihat apakah ikan masih dalam kondisi mau makan atau tidak. Akibatnya banyak pakan yang terbuang ke perairan yang pada akhirnya mengendap di dasar perairan. Semakin banyak sisa pakan yang terbuang ke perairan, akan menyebabkan meningkatnya kandungan bahan organik di perairan. Hal ini tergambar dari kandungan BOD yang tinggi yaitu antara 4,76–6,34 mg/L, di mana nilainya sudah mendekati nilai ambang maksimum yang dipersyaratkan yaitu 6 mg/L (Tabel 3).

Selain itu, yang perlu diperhatikan dalam pemberian pakan yaitu sifat dari sistem pencernaan ikan yang dipelihara. Ikan nila merupakan jenis ikan yang sistem pencernaannya dilengkapi dengan lambung, sehingga pemberian pakan dapat dilakukan dengan interval waktu yang lebih lebar dibandingkan ikan-ikan yang termasuk famili Cyprinidae yang tidak mempunyai lambung dan harus lebih sering diberi pakan dalam sehari (Azwar *et al.*, 2004).

Hasil penelitian Azwar *et al.* (2004) juga menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan sistem pompa pada KJA ukuran 7 m x 7 m x 3 m, jumlah pakan yang terbuang mencapai 20%–30%, dan jumlah pakan yang terbuang akan meningkat jika ukuran KJA semakin kecil (pada KJA ukuran 1 m x 1 m x 1 m, jumlah pakan yang terbuang dapat mencapai 30%–50%). Dengan demikian, penerapan teknik pemberian pakan dengan sistem pompa dan frekuensi 3 kali/hari seperti yang dilakukan oleh

Tabel 3. Hasil pengukuran parameter air Danau Maninjau

Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum	Rataan	± SD	Baku mutu*
Suhu	°C	27,86	30,02	28,38	0,5142	-
DO	mg/L	5,48	8,98	7,46	1,0073	3
pH		5,62	7,45	6,97	0,4759	6–9
Kekeruhan	FTU	0,10	8,26	1,34	1,3677	-
Kecerahan	m	110	350	185	49,5303	-
TDS	mg/L	0,07	0,09	0,07	0,0024	1.000
Kedalaman air	m	1,00	175,00	82,00	57,7843	-
Ketebalan sedimen	m	3,0	5,0	3,4	0,8983	-
BOD <sub>5</sub>	mg/L	4,76	6,34	5,624	0,5499	6
PO <sub>4</sub>	mg/L	0,032	0,473	0,2276	0,1875	-
NO <sub>3</sub>	mg/L	0,009	0,019	0,0142	0,0034	20
NO <sub>2</sub>	mg/L	0,0012	0,0038	0,0020	0,0012	0,06
NH <sub>3</sub>	mg/L	0,021	0,087	0,0513	0,0228	0,016
H <sub>2</sub> S	mg/L	0	0,89	0,205	0,2598	0,002
Total N	mg/L	0,05	0,22	0,1181	0,0569	-
Total P	mg/L	0,04	0,56	0,335	0,2421	1

\* Nilai baku mutu air untuk kegiatan perikanan berdasarkan KEP-02/MENKLH/I/1988 dan PP No. 82 tahun 2001

pembudidaya di Danau Maninjau, kiranya perlu dilakukan perbaikan dengan mengacu pada *Best Management Practices*. Mengingat ikan nila merupakan ikan yang memiliki lambung, serta ukuran KJA yang umumnya relatif lebih kecil yakni 5 m x 5 m x 3 m, kemungkinan perlu dipertimbangkan untuk menurunkan frekuensi pemberian pakan menjadi 2 kali/hari, serta memperhitungkan bobot total ikan yang dipelihara untuk penentuan jumlah pakan yang akan diberikan, sehingga pakan yang diberikan tidak terlalu banyak yang terbuang dan menjadi bahan cemaran bagi lingkungan budidaya itu sendiri.

#### Kualitas Pakan

Kualitas pakan, selain ditentukan oleh nilai nutrisinya, dalam Suhenda *et al.* (2003) juga disebutkan bahwa pakan yang baik untuk pembesaran ikan dalam KJA adalah berbentuk pelet yang tidak mudah hancur, tidak cepat tenggelam serta mempunyai aroma yang merangsang nafsu makan ikan. Pakan yang mudah hancur dan cepat tenggelam akan menyebabkan banyaknya pakan yang terbuang dan mengalami sedimentasi ke dasar perairan sebelum sempat dimakan oleh ikan.

Partikel pakan haruslah memiliki ukuran yang dapat langsung dicerna oleh ikan, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ikan. Ikan yang lebih besar dapat mencerna partikel pakan yang berukuran kecil, akan tetapi dibutuhkan energi yang lebih besar untuk menangkap partikel pakan tersebut, akibatnya akan menyebabkan berkurangnya efisiensi pakan (Alava, 2002). Rendahnya efisiensi pemanfaatan pakan oleh ikan, akan menyebabkan banyaknya pakan yang terbuang ke perairan dan mencemari perairan.

#### Kualitas Lingkungan Perairan Danau Maninjau

Menurut Alava (2002), dampak dari kegiatan akuakultur terhadap lingkungan yang utama berkaitan dengan manajemen pakan. Komposisi dan konversi pakan mempengaruhi sifat fisik dan kimia dari material limbah budidaya serta jumlah limbah yang dihasilkan. Limbah dari kegiatan budidaya dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu limbah padat (pakan yang tidak termakan, feses, dan bangkai ikan) dan produk ekskresi yang terlarut (amonias, urin, bahan organik terlarut, dan karbondioksida).

Keberhasilan kegiatan budidaya pada KJA juga dipengaruhi oleh kondisi perairan danau. Sebaliknya, kualitas air danau itu sendiri sangat dipengaruhi oleh aktivitas budidaya yang berlangsung di danau tersebut. Limbah organik yang dihasilkan dari kegiatan budidaya dapat menyebabkan terjadinya



penurunan kualitas air danau. Oleh karena itu, dalam melakukan kegiatan budidaya juga harus mempertimbangkan, mencegah atau mengurangi kemungkinan dampak yang dapat ditimbulkan dari kegiatan budidaya terhadap kualitas perairan. Jika beban limbah organik yang masuk tidak terlalu besar, maka air dengan sendirinya dapat melakukan *self purification*. Namun agar proses tersebut dapat berlangsung sebagaimana mestinya, harus didukung dengan sirkulasi air yang cukup baik.

Beberapa faktor yang mempengaruhi sirkulasi air pada kegiatan budidaya di KJA di antaranya yaitu ukuran mata jaring yang digunakan, jarak antar unit KJA, jarak KJA dari pinggir danau, dan kedalaman air pada lokasi KJA. Ukuran mata jaring yang digunakan pada KJA oleh pembudidaya di Danau Maninjau masih bervariasi mulai dari  $\frac{3}{4}$  inci, 1 inci, dan  $1\frac{1}{4}$  inci. Di antara ukuran tersebut sudah sesuai dengan ukuran mata jaring yang direkomendasikan yaitu  $\frac{1}{2}$  inci untuk ukuran minimum (McGinty & Rakocy, 2005; Lazur, 2000), namun akan lebih baik jika menggunakan jaring dengan ukuran mata jaring  $\frac{3}{4}$  inci (McGinty & Rakocy, 2005). Penggunaan mata jaring  $\frac{1}{2}$  inci, selain dapat menahan benih ikan nila (ukuran 2 inci) agar tidak terlepas ke perairan, juga agar memudahkan terjadinya sirkulasi air dari dan ke dalam keramba. Sirkulasi air yang cukup dapat menyingkirkan kotoran-kotoran yang terdapat pada jaring, seperti lumut dan feses ikan (Lazur, 2000).

Tata letak KJA juga sangat berpengaruh pada sirkulasi air. Jarak antar unit KJA di Danau Maninjau umumnya sangat berdekatan yakni sekitar 0,5 m dan maksimum 3 m, bahkan ada yang kurang dari 0,5 m. Kondisi seperti ini akan menyebabkan terhambatnya sirkulasi air dari dan ke dalam KJA, sehingga mengakibatkan limbah organik yang berasal dari sisa pakan, feses ikan, bangkai ikan serta sisa-sisa metabolisme ikan akan mengendap ke dasar danau. Limbah dari kegiatan budidaya tersebut akan terdekomposisi secara anaerob jika terjadi defisit oksigen di dasar perairan, yang menghasilkan gas-gas berbahaya seperti  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ , dan  $\text{H}_2\text{S}$ .

Faktor lain yang berpengaruh terhadap minimnya sirkulasi air yaitu penempatan KJA di Danau Maninjau yang umumnya berada di pinggir danau. Kedalaman air di daerah pinggir danau rata-rata 2–9 m. Kondisi ini mempercepat tereksposnya ikan-ikan di KJA oleh senyawa-senyawa toksik yang terangkat dari dasar danau jika terjadi pembalikan masa air (*up-welling*) dan akhirnya akan menyebabkan kematian massal ikan. Oleh karena itu, tata letak KJA perlu ditinjau kembali, baik jarak antar KJA maupun jarak KJA dari pinggir danau, sehingga kondisi lingkungan budidaya lebih kondusif.

Lokasi KJA sebaiknya diletakkan sedikit ke tengah danau di mana arus lebih besar. Jarak antar KJA sebaiknya tidak terlalu berdekatan agar terdapat ruang untuk terjadinya sirkulasi air untuk pencucian limbah dari KJA. Menurut McGinty & Rakocy (2005), jarak antar KJA minimal 4,5 meter untuk mengoptimalkan kualitas air. Sudjana (2004) menyebutkan bahwa berdasarkan Keputusan Bupati Kabupaten Purwakarta No. 532.32/Kep.234-Diskan/2000, posisi penempatan KJA di Waduk Ir. Djuanda harus mempertimbangkan beberapa aspek, di antaranya adalah kedalaman air minimal 10 m, jarak antar unit KJA  $\pm 50$  m dan KJA ditempatkan pada lokasi dengan arah gelombang dominan. Namun Prihadi seorang peneliti lingkungan dalam komunikasi pribadi menyarankan, sebaiknya posisi KJA di Danau Maninjau digeser sedikit ke tengah hingga mencapai kedalaman air  $\pm 50$  m. Beveridge (1987) juga menyatakan bahwa dasar jaring yang terlalu dekat ke dasar danau akan menyebabkan limbah budidaya mengendap langsung di bawah jaring, di mana arus air sangat lemah, sehingga sangat sedikit dari limbah budidaya yang akan terbawa arus, terutama partikel-partikel pakan yang berukuran besar dan padat.

Hasil pengukuran parameter fisika air seperti suhu, kecerahan, dan kekeruhan perairan masih berada pada kisaran optimum untuk kegiatan budidaya ikan. Sedangkan TDS masih jauh di bawah ambang batas yang ditentukan dalam PP No. 82 tahun 2001, yaitu 1.000 mg/L. Nilai pH perairan yang terukur masih berada pada kisaran baku mutu air untuk kegiatan budidaya yaitu 6–9. Untuk kandungan oksigen terlarut (DO) masih tergolong tinggi, yakni di atas nilai baku mutu yang dipersyaratkan (3 mg/L), sedangkan nilai BOD sudah mendekati nilai maksimum baku mutu air untuk kegiatan budidaya, bahkan pada dua dari 5 titik *sampling* sudah melebihi nilai baku mutu, yaitu 6 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan bahan organik pada perairan tersebut sudah cukup tinggi. Tingginya kandungan bahan organik di perairan dapat disebabkan oleh sisa pakan dari kegiatan budidaya, feses ikan, bangkai ikan. Selain itu, juga dapat diakibatkan oleh masukan dari darat (seperti kegiatan pertanian dan limbah domestik).

Kandungan amonia ( $\text{NH}_3$ ) di perairan Danau Maninjau berkisar antara 0,021–0,087 mg/L. Nilai ini sudah melebihi nilai baku mutu air golongan C berdasarkan KEPMENKLH No. 2 tahun 1988 yakni 0,016 mg/L. Tingginya kandungan amonia ini dapat bersumber dari sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan. Konsentrasi  $\text{H}_2\text{S}$  di perairan tersebut juga cukup tinggi yaitu berkisar antara 0,17–0,89 mg/L, sedangkan batas maksimum yang masih dapat ditoleransi untuk kegiatan budidaya hanya 0,002 mg/L. Tingginya kandungan  $\text{H}_2\text{S}$ , selain bersumber dari proses dekomposisi limbah di dasar perairan, juga disebabkan karena Danau Maninjau merupakan danau tektonik-vulkanik (LIPI, 2007).

Kandungan nitrat berkisar antara 0,013–0,019 mg/L; dimana nilai tersebut masih jauh di bawah nilai maksimum berdasarkan baku mutu air kelas III PP No. 82 tahun 2001, yaitu 20 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan Danau Maninjau belum terlalu subur, dan secara umum masih layak untuk kegiatan budidaya. Untuk kandungan nitrit berkisar antara 0,0012–0,0013 mg/L, di mana nilai tersebut masih jauh di bawah nilai ambang maksimum yang diperbolehkan untuk kegiatan budidaya ikan, yaitu 0,06 mg/L. Nitrit merupakan senyawa yang bersifat toksik terhadap organisme akuatik, namun keberadaannya di perairan tidak stabil, karena nitrit merupakan produk peralihan yang dihasilkan dalam proses nitrifikasi amonia menjadi nitrat.

Hasil pengukuran total N menunjukkan kisaran antara 0,050–0,220 mg/L. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian LIPI (2001) yaitu total N berkisar antara 0,562–1,151 mg/L; kandungan N pada perairan tersebut sedikit menurun. Menurut Ryding & Rast (1989) dalam Nastiti *et al.* (2001), perairan termasuk dalam klasifikasi eutrofik bila kandungan total N berkisar antara 0,393–6,100 mg/L, sehingga dalam hal ini perairan Danau Maninjau belum mencapai tingkat eutrofik.

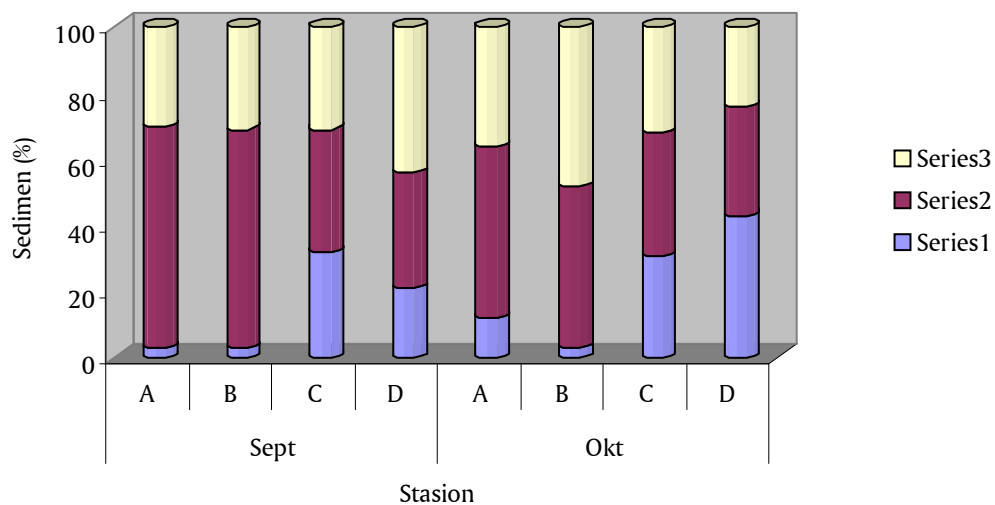
Total P yang terukur berkisar antara 0,040–0,560 mg/L. Nilai ini masih hampir sama dengan hasil penelitian LIPI (2001), yaitu berkisar antara 0,047–0,770 mg/L. Menurut Thienemann (1957) dalam LIPI (2001) total P di Danau Maninjau pada tahun 1929 adalah 88  $\text{m/m}^3$  atau 0,088 mg/L; di mana pada saat itu di Danau Maninjau belum terdapat KJA. Dalam LIPI (2001) juga disebutkan bahwa konsentrasi total P di danau tak terkontaminasi di daerah empat musim umumnya adalah 0,010 mg/L; sedangkan di perairan tropika seperti di Indonesia biasanya sedikit lebih tinggi.

Berdasarkan hasil pengukuran in situ diketahui kedalaman air danau yaitu berkisar antara 1–175 m, sedangkan kedalaman air di sekitar lokasi KJA bervariasi berkisar antara 2–23 m. Ketebalan sedimen di dasar danau berkisar antara 2–5 meter. Tebalnya sedimen di dasar danau dapat bersumber dari limbah budidaya berupa sisa pakan yang terbuang. Akumulasi limbah di bawah maupun di sekeliling KJA seharusnya menjadi perhatian pembudidaya. Terlepas dari pemilihan lokasi budidaya dan manajemen yang baik, perlu dipikirkan untuk mengurangi resiko terjadinya berbagai masalah yang dapat ditimbulkan oleh limbah budidaya. Menurut Beveridge (1987), jika akumulasi limbah budidaya dianggap dapat menjadi ancaman utama terhadap produksi ikan, maka ada 2 alternatif yang harus dilakukan yaitu mengeluarkan dan membuang sedimen/limbah dari sekitar lokasi KJA, atau kegiatan budidaya dipindahkan ke lokasi yang baru.

Dari hasil analisis sampel sedimen yang diambil pada 4 titik *sampling*, diperoleh tekstur sedimen seperti pada Gambar 2, yang terdiri atas tekstur debu, liat, dan pasir dengan komposisi masing-masing yaitu 33%–67% (debu), 24%–48% (liat), dan 3%–43% (pasir). Menurut Asdak (2002) dalam Marganof (2007), jenis dan ukuran partikel sedimen di perairan danau terdiri atas: liat ( $< 0,0039$  mm), debu (0,0039–0,0625 mm), pasir (0,0625–2,0 mm) dan pasir besar (2,0–64,0 mm). Berdasarkan hasil penelitian Astuti *et al.* (2008) disebutkan bahwa pada perairan dengan arus lemah seperti Waduk Cirata, fraksi haluslah yang banyak mengendap di dasar perairan. Pada sedimen halus, persentase bahan organik lebih tinggi daripada sedimen yang kasar, yang disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tenang sehingga memungkinkan pengendapan lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organik ke dasar perairan, baik yang berupa sisa pakan maupun kotoran ikan dari dalam KJA. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Marganof (2007) yang menyebutkan bahwa kandungan bahan organik berhubungan dengan ukuran partikel sedimen. Sedimen dengan ukuran partikel halus memiliki kandungan bahan organik yang lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran partikel yang lebih kasar (Marganof, 2007).

Selain dari limbah budidaya, sedimentasi yang terjadi di dasar danau juga dipengaruhi oleh kondisi geografis daerah Danau Maninjau yang dikelilingi oleh perbukitan, di mana pada daerah ini





Gambar 2. Tekstur sedimen Danau Maninjau (%)

sering terjadi longsor yang menyebabkan tanah, lumpur, pasir, dan batu-batuan dari longsor tersebut masuk dan mengendap di dasar danau.

Berdasarkan analisis kuantitatif plankton diperoleh Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ), Indeks Keseragaman, Indeks Dominansi (D) dan kelimpahan plankton antar stasiun pengamatan (Tabel 4). Kisaran nilai  $H'$  antara 1,4752-1,7452 ( $1 < H' < 3$ ), menggambarkan bahwa keanekaragaman plankton dan kestabilan komunitas sedang (moderat). Menurut Basmi (2000), kondisi komunitas yang moderat artinya kondisi komunitas mudah berubah hanya dengan mengalami pengaruh lingkungan yang relatif kecil. Walaupun indeks keanekaragaman tersebut ditujukan untuk menilai tingkat stabilitas dari struktur komunitas biota, namun juga terkait dengan karakteristik habitat yang dihuni oleh biota tersebut, sehingga indeks tersebut umumnya juga digunakan untuk menilai kualitas perairan. Menurut Wilm *et al.* (1968) in Basmi (2000), perairan dengan nilai  $H'$  berkisar antara 1-3 merupakan perairan dengan tingkat kesuburan sedang (mesotrofik).

Nilai E berkisar antara 0,7091–0,8290 (mendekati 1) yang artinya sebaran individu antar jenis plankton merata, atau menurut Lind (1979) dalam Basmi (2000), dapat dikatakan bahwa jumlah individu pada masing-masing spesies relatif sama (perbedaannya tidak signifikan). Hal ini menunjukkan kondisi habitat relatif baik untuk pertumbuhan dan perkembangan masing-masing spesies (Basmi, 2000). Hal ini juga ditunjukkan oleh nilai D yang mendekati 0 (nilai D berkisar antara 0,2083–0,3066) yang berarti tidak terjadi dominansi pada ekosistem Danau Maninjau secara ekstrim oleh

Tabel 4. Indeks keanekaragaman ( $H'$ ), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (D)

Stasiun	St. A	St. B	St. C	St. D	St. E
$H'$	1,7452	14,986	1,6703	14,752	1,6599
E	0,8190	0,7441	0,8290	0,7091	0,7562
D	0,2083	0,3066	0,2178	0,3024	0,2295

spesies tertentu. Jika dilihat dari parameter plankton, kondisi perairan Danau Maninjau masih tergolong baik, dengan tingkat kesuburan sedang. Namun kondisi tersebut tidak stabil, sehingga perlu waspada terhadap kemungkinan terjadinya perubahan kondisi lingkungan.

Millamena (2002) menyatakan bahwa cepatnya perkembangan kegiatan budidaya dari sistem ekstensif menjadi intensif telah memicu berbagai permasalahan terkait dengan sistem budidaya yang berkelanjutan. Di satu sisi, pakan menyediakan nutrisi bagi ikan, namun di sisi lain dapat

menjadi sumber utama polutan dari sistem budidaya. Nitrogen, fosfor, bahan organik, dan hidrogen sulfida merupakan faktor utama dari kegiatan budidaya yang memiliki andil dalam pencemaran lingkungan.

Dengan demikian, dalam pelaksanaan kegiatan budidaya dan untuk keberlanjutan usaha budidaya tersebut, sangat perlu dilakukan manajemen pakan yang baik dan benar sehingga pakan yang digunakan lebih efisien dan tidak banyak yang terbuang sebagai limbah ke perairan. Manajemen pakan yang kurang baik akan mengakibatkan menurunnya efisiensi pakan. Pada dasarnya, dalam penerapan manajemen pakan yang baik, terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan, yaitu pemilihan pakan yang berkualitas dengan kandungan N dan P yang cukup namun tidak berlebihan, penyimpanan pakan yang baik, penggunaan pakan dengan sistem *first in first out*, serta tidak melakukan aplikasi pakan melebihi kemampuan ikan untuk makan.

Manajemen pakan yang baik dapat mencegah terjadinya penurunan kualitas lingkungan perairan, dalam arti mengurangi buangan bahan organik ke perairan yang dapat mengendap di dasar dan menghasilkan senyawa-senyawa toksik jika terdekomposisi secara anaerob. Dengan upaya meminimalisir masukan limbah budidaya tersebut, seandainya terjadi fenomena alam berupa *up-welling* yang tidak dapat dihindari, maka diharapkan dapat mengurangi/meminimalisir risiko kematian yang kemungkinan dapat ditimbulkan oleh peristiwa tersebut.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem pemberian pakan yang diterapkan pada budidaya ikan nila di KJA oleh masyarakat di Danau Maninjau belum mengikuti kaidah *Best Management Practices*, di mana jumlah pakan yang diberikan tidak memperhitungkan bobot total ikan yang dipelihara.
2. KJA di Danau Maninjau umumnya terletak di pinggir danau dengan kedalaman air relatif dangkal dan jarak antar KJA terlalu berdekatan satu sama lain, sehingga mengakibatkan minimnya sirkulasi air dan mempercepat terjadinya sedimentasi limbah budidaya di dasar perairan di lokasi KJA.
3. Akumulasi bahan organik di dasar perairan dapat menghasilkan senyawa-senyawa toksik melalui proses dekomposisi anaerob. Senyawa toksik tersebut dapat menyebabkan kematian massal ikan jika terjadi proses pembalikan massa air (*up-welling*).

### Saran

1. Manajemen pakan yang baik dan benar perlu diterapkan untuk meningkatkan efisiensi pakan dan mengurangi masukan limbah dari sisa pakan serta mencegah terjadinya penurunan kualitas lingkungan perairan danau
2. Jarak antar KJA perlu ditata kembali agar terdapat ruang yang memungkinkan terjadinya sirkulasi air dari dan ke dalam KJA, serta mempercepat terjadinya proses *self purification* pada air
3. Tata letak KJA perlu ditinjau kembali, agar lokasi KJA diletakkan lebih ke tengah danau hingga kedalaman air  $\pm 50$  m, sehingga dapat mengurangi dampak jangka panjang berupa risiko kematian ikan pada saat terjadi fenomena *up-welling*
4. Untuk mengurangi limbah organik yang sudah cukup banyak di dasar danau dapat dilakukan penyedotan lumpur/sedimen yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai pupuk untuk kegiatan pertanian
5. Perlu dilakukan penelitian tentang sulfur yang bersumber dari dasar danau.

## DAFTAR ACUAN

- Alava, V.R. 2002. Management of Feeding Aquaculture Species. Nutrition in Tropical Aquaculture: Essentials of Fish Nutrition, Feeds, and Feeding of Tropical Aquatic Species. Chapter 7. SEAFDEC. Iloilo, Philippines, p. 169-205.
- Astuti, I.R., Mardiana, L., & Prihadi, V. 2008. Studi kandungan fosfor pada limbah organik di dasar

- perairan yang dipengaruhi aktivitas keramba jaring apung di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Teknologi Perikanan Budidaya* (Prosiding). Pusat Riset Perikanan Budidaya, hlm. 363-370.
- Azwar, Z.A., Suhenda, N., & Praseno, O. 2004. Manajemen Pakan pada Usaha Budidaya Ikan di Karamba Jaring Apung. *Pengembangan Budidaya Perikanan di Perairan Waduk*. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta, hlm. 37-44.
- Basmi, H.J. 2000. Planktonologi: plankton sebagai indikator kualitas perairan. fakultas perikanan dan ilmu kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor, 60 hlm.
- Beveridge, M. 1987. *Cage Aquaculture*. Fishing News Books Ltd. England, 352 pp.
- Gupta, M.V. & B.O. Acosta. 2004. A review of global tilapia farming practices. *Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific - Sustainable Aquaculture*. Enaca, 14 pp.
- Halwart, M., Soto, D., & Arthur, J.R. 2007. *Cage aquaculture-regional reviews and global overview*. FAO fisheries technical paper No. 498. Rome, 241 pp.
- Hollingsworth, C.S. 2006. *Best Management Practices for Finfish Aquaculture in Massachusetts*. Western Massachusetts Center for Sustainable Aquaculture. UMass Extension Publication AG-BPFA. *Massachusetts*, 61 pp.
- Krismono. 2004. Optimalisasi Budidaya Ikan dalam KJA di Perairan Waduk Sesuai Daya Dukung. *Pengembangan Budidaya Perikanan di Perairan Waduk*. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta, hlm. 75-82.
- Lazur, A.M. 2000. *Management Considerations of Fish Production in Cages*. Bulletin FA-36. Florida Cooperative Extension Service. University of Florida.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). 2007. *Program Penyehatan Danau Maninjau dan Pemberdayaan Masyarakat di Sekitar Danau*. Pusat Penelitian Limnologi – LIPI. Cibinong, 38 hlm.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). 2001. *Permasalahan Danau Maninjau dan Pendekatan Permasalahannya*. Pusat Penelitian Limnologi – LIPI. Cibinong, 106 hlm.
- Marganof. 2007. *Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor, 166 hlm.
- McGinty, A.S. & Rakocy, J.E. 2005. *Cage Culture Of Tilapia*. SRAC Publication No. 281.
- Millamena, O.M. 2002. *Introduction to Nutrition in Tropical Aquaculture*. *Nutrition in Tropical Aquaculture: Essentials of Fish Nutrition, Feeds, and Feeding of Tropical Aquatic Species*. Chapter 1. SEAFDEC. Iloilo, Philippines, p. 1-5.
- Nastiti, A.S., Krismono, & Kartamihardja, E.S. 2001. Dampak budidaya ikan dalam keramba jaring apung terhadap peningkatan unsur N dan P di perairan Waduk Saguling, Cirata, dan Jatiluhur. *J. Pen. Perik. Indonesia*, Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta, 7(2): 22-30.
- Nur, A. 2007. *Analysis of Feeds and Fertilizers for Sustainable Aquaculture Development in Indonesia*. In M.R. Hasan, T. Hecht, S.S. De Silva and A.G.J. Tacon (Eds.). *Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 497. Rome, FAO. P. 245–267.
- Odum, E.P. 1963. *Ecology*. 2nd ed. Holt, Rinehart and Windston, Inc. New York, 152 pp.
- Schmittou, H.R. 1991. *Cage Culture-A Method of Fish Production in Indonesia*. FRDP. Central Research Institut for Fisheries. Jakarta, 114 pp.
- Setijaningsih, L., Suhenda, N., Djajasewaka, H., & Tahapari, E. 2003. Pengaruh perbedaan persentase protein terhadap retensi protein, energi, dan nilai pencernaan pakan ikan nila (*Oreochromis sp.*). *Aplikasi Teknologi Pakan dan Peranannya bagi Perkembangan Usaha Perikanan Budidaya*. *Prosiding Semi-Loka*, Bogor 9 September 2003. hlm. 155–158.
- Sudjana, T. 2004. Kebijakan perum jasa tirta II dalam pengelolaan dan pemanfaatan waduk Ir. H. Djuanda untuk perikanan budidaya. *Pengembangan Budidaya Perikanan di Perairan Waduk*. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta. hlm. 37 – 44.
- Suhenda, N., Azwar, Z.I., & Djajasewaka, H. 2003. Kontribusi penelitian nutrisi dan teknologi pakan untuk mendukung usaha perikanan budidaya. *Aplikasi Teknologi Pakan dan Peranannya bagi Perkembangan Usaha Perikanan Budidaya*. *Prosiding Semi-Loka*, Bogor 9 September 2003, hlm. 53-60.