

1115

338.439.6

SUR

a

**AKUAKULTUR BERBASIS "TROPIC LEVEL" :  
REVITALISASI UNTUK KETAHANAN PANGAN,  
DAYA SAING EKSPOR DAN KELESTARIAN LINGKUNGAN**

**ORASI ILMIAH**

**Guru Besar Tetap Ilmu Akuakultur**

**ENANG HARRIS SURAWIDJAJA**

**Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan**

**Institut Pertanian Bogor**

**20 Mei 2006**

## PRAKATA

Yang terhormat,

Rektor IPB,  
Ketua dan Anggota Majelis Wali Amanah IPB,  
Ketua dan Anggota Senat Akademik IPB,  
Ketua dan Anggota Dewan Guru Besar IPB,  
Para Dekan dan Pejabat Struktural di lingkungan IPB,  
Rekan-rekan Staf Pengajar, Alumni, Mahasiswa dan Karyawan IPB  
Keluarga dan hadirin yang saya muliakan

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,  
Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala Rahmat dan Karunia-nya yang dilimpahkan kepada kita semua, sehingga kita dapat berkumpul dalam acara pengukuhan saya sebagai Guru Besar Tetap Ilmu Akuakultur pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Dalam susana yang penuh khidmat ini perkenankan saya menyampaikan orasi ilmiah yang berjudul :

### **Akuakultur Berbasis "Trophic Level" : Revitalisasi Untuk Ketahanan Pangan, Daya Saing Ekspor Dan Kelestarian Lingkungan**

Topik orasi ini merupakan wujud perhatian dan kecintaan saya pada bidang akuakultur yang saya tekuni. Saya sangat berharap ungkapan yang akan saya sampaikan ini dapat membawa manfaat dan memberikan nuansa baru bagi akuakultur Indonesia.



**Prof. Dr. Ir. H. Enang Harris Surawidjaja, MS**

## DAFTAR ISI

I.	PENDAHULUAN.....	1
II.	ANALISIS PERKEMBANGAN AKUAKULTUR INDONESIA .....	4
	2.1 Era pakan alami, kesuburan jadi faktor pembatas ..	7
	2.2 Era pakan buatan, oksigen jadi faktor pembatas ..	10
III.	PRINSIP AKUAKULTUR BERBASIS "TROPIC LEVEL" .....	20
	3.1 Akuakultur adalah intervensi.....	20
	3.2 Nutrisi : Kebutuhan protein .....	22
	3.3 Bioenergetika.....	26
	3.4 Akuakultur berbasis "trophic level" .....	28
IV.	ANALISIS PERKEMBANGAN AKUAKULTUR CINA....	33
V.	HARAPAN KEADAAN DAN LANGKAH AKUAKULTUR INDONESIA MASA DATANG.....	41
VI.	PENUTUP .....	44
VII.	DAFTAR PUSTAKA.....	47
VIII.	UCAPAN TERIMA KASIH.....	52
IX.	RIWAYAT HIDUP .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Area akuakultur Cina dan potensi area akuakultur Indonesia .....	6
Tabel 2. Biomasa ikan mas yang dapat dicapai melalui budidaya dengan teknologi ekstensif sampai teknologi intensif .....	12
Tabel 3. Kebutuhan protein untuk berbagai kelompok ikan .....	23

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Perkembangan produksi akuakultur Indonesia dan Cina tahun 1949 – 2004.....	5
Gambar 2A. Skema alat penelitian konsumsi O <sub>2</sub> .....	13
Gambar 2B. Grafik hubungan antara berat ikan dengan konsumsi O <sub>2</sub> untuk memanfaatkan 1 kg pakan.....	14
Gambar 3. Potongan melintang sistem aerasi pipa-U.....	16
Gambar 4. Ikan Koan ("Grass carp") pemakan rumput....	24
Gambar 5. Ikan <i>Silurus glanis</i> , pemakan ikan mas .....	24
Gambar 6. Produksi budidaya air tawar di Cina.....	36
Gambar 7. Sistem Agribisnis Akuakultur Cina .....	38
Gambar 8. Alur pemanfaatan nutrisi pakan pada akuakultur berbasis "trophic level".....	43

## I. PENDAHULUAN

Sejak zaman dulu akuakultur diperankan untuk ketahanan pangan. Inilah pernyataan Ir. C. van der Giessen, Kepala Jawatan Penyelidikan Pertanian, pada tahun 1949: "Perikanan air payau di sepanjang pantai utara (tambak) bukanlah saja penting artinya bagi 250.000 penduduk yang mendapat penghidupan dari padanya, akan tetapi terutama terletak pada kemungkinan-kemungkinan dapat menyumbangkan zat putih telur kepada seluruh rakyat Indonesia yang terdiri dari berpuluh-puluh juta jiwa". Pernyataan itu didasarkan atas informasi "World Food Survey" 1944 yang menyebutkan bahwa, setelah peperangan jumlah rata-rata makanan zat putih telur hewan di Indonesia susut sampai 50% dari jumlah sebelum perang dan terendah dibandingkan dengan negeri-negeri di Asia lainnya. Van der Giessen yakin akuakultur jawabannya dan ia menempatkan program perluasan perempangan yang saat itu luasnya 100.000 ha (80.000 ha di Jawa dan Madura dan 20.000 ha di Sulawesi) dan segala daya upaya untuk mempertinggi hasil ikan dalam kesatuan luas adalah kepentingan nasional yang pertama-tama (Schuster, 1949).

Sinergis dengan diperankannya budidaya air payau untuk ketahanan pangan, Ir. Gunung Iskandar, Sekretaris Jenderal Kementerian Pertanian waktu itu, mengatakan bahwa

perikanan darat sebagai sumber produksi bahan makanan yang mengandung zat putih telur tidak boleh diabaikan dan dimasukkan dalam Rancangan Kesejahteraan yang dijalankan Departemen Pertanian. Perhatian umum terhadap masalah ini perlu dibangkitkan dan petunjuk perlu diberikan agar dari masyarakat timbul inisiatif untuk:

- memperbaiki usaha yang telah ada, agar produksi dapat dipertinggi
- memperluas usaha supaya perikanan darat jadi sumber pencaharian rakyat yang lebih baik dan
- akhirnya dapat menyumbang untuk memperkuat kedudukan negara (Ardiwinata, 1951)

Itulah sekelumit tentang bagaimana akuakultur diperankan di masa lalu, masa awal kemerdekaan RI. Kini 60 tahun sesudah kita merdeka isu rawan pangan atau paling tidak gizi buruk karena terus menerus makan umbi-umbian tanpa protein (kalangan ahli fisiologi dan biokimia nutrisi mengistilahkannya “kenyang fisik tapi lapar fisiologis”) masih juga sering terdengar. Apakah akuakultur saat ini akan diperankan secara signifikan seperti dulu? Lebih dari itu akuakultur sebagai salah satu kegiatan ekonomi bukan saja harus berperan dalam menyediakan pangan protein tapi harus berperan dalam pengentasan kemiskinan “pro poor” sekaligus juga menyediakan lapangan pekerjaan “pro job” dan memberikan pertumbuhan ekonomi “pro growth”. Menghadapi

tugas berat seperti itu sudah sepatutnyalah seluruh "stakeholder" menelaah secara mendalam perjalanan akuakultur Indonesia, membandingkannya dengan negara lain yang lebih maju, mengoreksi hal-hal yang bersifat fundamental untuk selanjutnya bertindak melipatgandakan produksi, nilai produk, jumlah pelaku dan kesejahteraannya dalam tempo yang tidak terlalu lama.



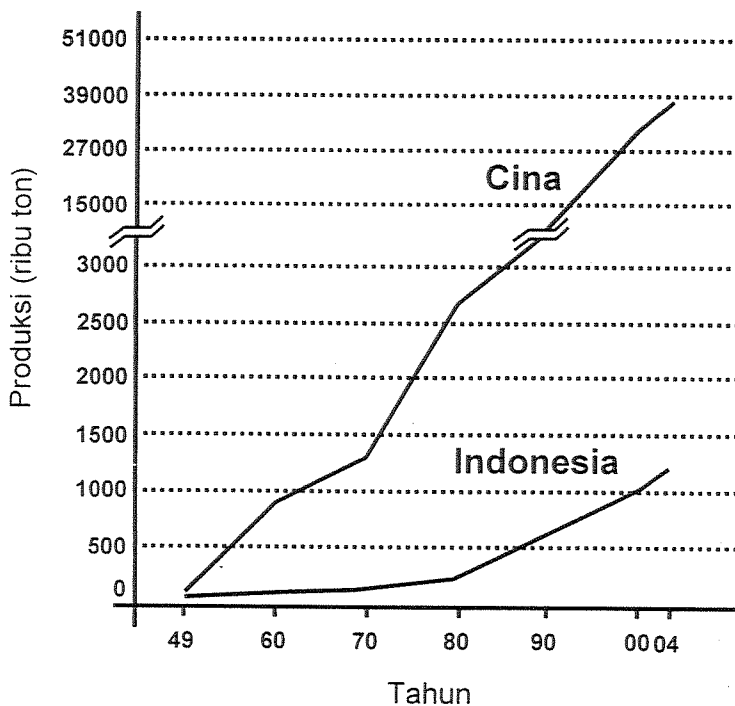
## II. ANALISIS PERKEMBANGAN AKUAKULTUR INDONESIA

Akuakultur dunia berkembang sangat pesat bila dibandingkan dengan sektor produksi hewani lainnya. Total produksi akuakultur dunia pada tahun 1970 yaitu 3,5 juta ton telah meningkat menjadi 45,7 juta ton pada tahun 2000. Dengan rumus bunga berbunga berikut:

$$\sqrt[30]{\left(\frac{\text{produksi tahun 2000}}{\text{produksi tahun 1970}} - 1\right) \times 100\%}$$

didapatkan bahwa pertumbuhan produksi akuakultur dunia 8,9% per tahun, sementara perikanan tangkap 1,4% dan peternakan 2,8% per tahun (Tacon, 2003). Akuakultur Indonesia pun tumbuh hampir sama dengan akuakultur dunia. Pada tahun 1970, total produksi sebesar 131.476 ton meningkat menjadi 993.727 ton pada tahun 2000 (Statistik Perikanan, 1974 dan FAO, 2004). Dengan metode yang sama seperti Tacon, didapatkan bahwa pertumbuhan akuakultur Indonesia mencapai 7% per tahun. Dilihat dari sisi produksi, Indonesia memang menempati urutan ke lima setelah Cina, India, Philipina dan Jepang (Statistik Perikanan Budidaya, 2004), namun perbedaannya sangat jauh bila dibandingkan dengan produsen utama dunia. Cina telah menghasilkan 36,6 juta ton sementara Indonesia 1,4 juta ton pada tahun 2004, padahal 57 tahun yang lalu produksi kedua negara ini hampir sama. Pada tahun 1949, Cina memproduksi 20.000 ton

(Zhiwen, 1999) dan Indonesia mungkin telah lebih dari itu, karena Schuster (1949) menyebutkan bahwa produksi tambak saja telah mencapai 15.000 ton sementara budidaya air tawar di sawah saja telah menghasilkan 9.000 ton ikan (Ardiwinata, 1951), lebih jelasnya dapat dilihat dari Gambar 1.



Gambar 1. Perkembangan produksi akuakultur Indonesia dan Cina tahun 1949 – 2004

Dari Gambar 1. tersebut jelas terlihat bahwa Indonesia dan Cina bertolak dari titik yang kurang lebih sama (20.000

ton) tapi lima dekade kemudian posisi Indonesia sepertigapuluhnya Cina, padahal sumberdaya alam Indonesia juga tidak kalah dengan Cina bahkan mungkin lebih besar (Tabel 1). Mengapa sampai terjadi demikian ? Jawabannya sudah pasti banyak faktor.

Tabel 1. Area akuakultur Cina dan potensi area akuakultur Indonesia

Komponen	Cina *)	Indonesia
Panjang Garis Pantai (km)	32,000	81,000 <sup>1)</sup>
Laut Dangkal (ha)	939,000	-
Teluk (ha)	168,000	4,170,000 <sup>2)</sup>
Pantai Berlumpur (ha)	590,000	-
Area Tambak (ha)	-	1,224,000 <sup>1)</sup>
Kolam (ha)	1,994,000	526,000 <sup>1)</sup>
Danau (ha)	880,000	630,000 <sup>3)</sup>
Resevoar (ha)	1,568,000	-
Rawa (ha)	-	13,527,000 <sup>3)</sup>
Sungai (ha)	371,000	5,953,000 <sup>3)</sup>
Sawah (ha)	1,305,000	6,139,000 <sup>3)</sup>
Lainnya (ha)	142,000	-

Catatan:

\*) Data area budidaya Cina tahun 1997 (Zhiwen, 1999)

<sup>1)</sup> Statistik Perikanan Budidaya 2004

<sup>2)</sup> Masterplan Program Pengembangan Kawasan Budidaya Laut, Ditjen Budidaya, DKP 2005

<sup>3)</sup> Masterplan Program Pengembangan Budidaya Air Tawar, Ditjen Budidaya, DKP 2005

## **2.1. Era pakan alami, kesuburan jadi faktor pembatas**

Akuakultur Indonesia telah berlangsung berabad-abad dan basisnya adalah kesuburan perairan di dalam wadah budidaya. Pada dasarnya tingkat kesuburan itu menentukan melimpah atau kurangnya ketersediaan makanan alami ikan. Kesuburan perairan menjadi faktor pembatas atau "limiting factor" dari produktivitas. Oleh karena itu, upaya peningkatan daya dukung ("carrying capacity") air dilakukan dengan peningkatan kesuburannya melalui antara lain pengapuran, pemupukan dan lain-lain.

Makanan alami ikan terdiri dari banyak jenis, mulai dari mikroflora dan mikrofauna sampai kepada makroflora dan makrofauna yang hidup dari dasar perairan sampai permukaan air. Berdasar makanannya, ikan pun terdiri dari berbagai kelompok; pemakan tanaman (herbivora), pemakan detritus (detritivora), pemakan tanaman dan hewan (omnivora) dan pemakan daging (karnivora). Berbagai jenis ikan inipun memiliki tempat hidupnya masing-masing; ada yang menempati permukaan perairan, bagian tengah atau kolom air dan ada pula yang di dasar perairan. Secara alamiah ikan-ikan tersebut akan membentuk seperti hirarki, **karnivora dengan biomasa relatif sedikit berada di puncak piramida, disusul dengan omnivora, selanjutnya herbivora dan detritivora. Biomasa yang paling besar berada di dasar piramida adalah makanan ikan herbivora dan detritivora yang tidak**

**lain adalah flora dan detritus. Itulah piramida "Trophic Level"** atau piramida tingkatan rantai makanan.

Menurut Ardiwinata (1951), karena berbagai jenis makanan alami ikan menyebar dari permukaan sampai ke dasar perairan dan berbagai jenis ikan juga hidup pada relungnya ("niche") masing-masing, maka teknologi mengkombinasikan berbagai jenis ikan dalam satu wadah akan mampu memanfaatkan makanan secara maksimal dan produktivitasnya akan tinggi. Itulah **teknologi polikultur, teknologi akuakultur yang paling baik sepanjang akuakultur bertumpu pada kesuburan perairan.** Pada budidaya air tawar, gambaran produksi menyerupai piramida "trophic level" inipun pasti akan terjadi, karena kombinasi penebaran benih di kolam yang menguntungkan menurut Ardiwinata (1951) adalah sebagai berikut;

- 1) Tambakan 50%, Nilem 20 %, Mas 20%, Tawes 10%
- 2) Tambakan 37%, Nilem 12 %, Mas 12%, Tawes 37%
- 3) Tawes 40%, Nilem 10 %, Mas 20%, Tambakan 30%

Gambaran secara nasional produksi kolam air tawar Indonesia pada tahun 1975 di era kesuburan adalah sebagai berikut:

1. Sidat	(karnivora)	4 ton
2. Lele	(omnivora karnivora)	319 ton
3. Mujair	(omnivora karnivora)	2424 ton
4. Nila	(omnivora herbivora)	192 ton
5. Mas	(omnivora herbivora)	17.498 ton
6. Nilem	(perifiton feeder)	5.833 ton
7. Tawes	(herbivora)	8.630 ton
8. gurami	(herbivora)	2.569 ton
9. Sepat Siam	(herbivora)	340 ton
10. Tambakan	(fitoplankton feeder)	4660 ton

Data statistik perikanan tahun 1975 tersebut memberi informasi bahwa jenis-jenis ikan produksi budidaya kolam di era kesuburan perairan masih berupa piramida "trophic level". Karnivora 4 ton, omnivora ke arah karnivora 2.743 ton, omnivora ke arah herbivora 17.690 ton dan herbivora (termasuk "perifiton dan fitoplankton feeder") 22.032 ton.

Pada budidaya air payau pun keadaanya hampir sama. Tambak diklasifikasikan berdasar kesuburan tanah dan air asalnya: Tambak tanah pekat Berantas di Sidoarjo paling tinggi produktivitasnya disusul tanah pekat Bengawan Solo di Gresik, Lumpur laterit muda di Jakarta, Lumpur napal kapur

dari Cirebon sampai Semarang dan yang paling tidak subur adalah Tambak pasir di Tuban – Rembang – Madura (Schuster, 1949). Produksi nasional Indonesia juga memiliki gambaran yang mirip dengan produksi budidaya kolam tahun 1975. Kakap, kepiting dan rajungan (karnivora) 104 ton; Mujair, udang windu, udang putih, udang api (omnivora) 6.711 ton; Tawes, belanak dan bandeng 11.644 ton. Jadi di, **era pakan alami dimana kesuburan perairan jadi faktor pembatas, komposisi jenis ikan produksi nasional Indonesia baik untuk budidaya air payau ataupun tawar sama-sama berbentuk piramida "trophic level"**. Keadaan yang demikian itu berlangsung di Indonesia sampai pertengahan tahun 70-an, pada saat pakan buatan berupa "pellet" mulai digunakan di kolam-kolam air deras ("running water").

## **2.2. Era pakan buatan, oksigen jadi faktor pembatas**

Sejak mulai digunakannya pakan ikan berupa pellet untuk ikan-ikan di kolam air deras, sesungguhnya telah terjadi perubahan yang sangat mendasar. Secara bioteknis, kesuburan perairan tidak lagi menjadi faktor pembatas. Pada awal perkembangannya, kolam arus deras mengandalkan besarnya debit air yang masuk ke kolam yang akan menjamin ikan-ikan itu hidup dan tumbuh sementara makanannya berupa pellet seratus persen dipasok dari luar kolam. Kolam arus deras sebagai budidaya ikan mas intensif yang

menguntungkan berkembang sangat pesat di Majalaya dan Soreang, Kabupaten Bandung; Jalan Cagak, Subang; Cinagara dan Leuwiliang, Bogor dan terus berkembang ke luar Provinsi Jawa Barat. Produksinya dapat mencapai 14-20 kg per m<sup>3</sup> kolam per 3-4 bulan. Kolam umumnya berbentuk "race way" (seperti parit) berukuran 30-100 m<sup>2</sup> dengan kedalaman rata-rata 1 m. Debit air yang digunakan umumnya dapat mengganti 100% volume air kolam dalam waktu 10-15 menit. Karena ikan begitu padat dan air mengalir cukup cepat maka makanan alami dapat dikatakan tidak ada dan pellet diberikan sebanyak 2-5% berat biomasa ikan per hari. Umumnya 1,4-1,6 kg pellet menghasilkan 1,0 kg ikan atau dikenal dengan istilah konversi pakan 1,4-1,6.

Karena besarnya debit air dijadikan andalan, maka air irigasi yang melimpah di Tarum Timur dan Tarum Barat di wilayah Perum Otorita Jatiluhur (POJ) juga dijadikan sumber air untuk kolam air deras. Tapi anehnya di wilayah dataran rendah POJ, kolam arus deras jarang yang berhasil walaupun debit airnya memenuhi persyaratan. **Kekeliruan pemahaman mengenai peran debit air** memang bisa dimaklumi karena beberapa literatur juga mengatakan hal yang sama. Bardach et al. (1972) menyatakan bahwa kolam "running water" di Jepang memproduksi 400.000 - 2.000.000 kg per tahun tergantung kecepatan airnya. Sementara Wedemeyer (1996) mengklasifikasikan tingkatan produksi yang dapat



dipakai berdasar kondisi budidayanya, ekstensif atau intensif, yang juga dibedakan **dengan adanya aliran air** (Tabel 2).

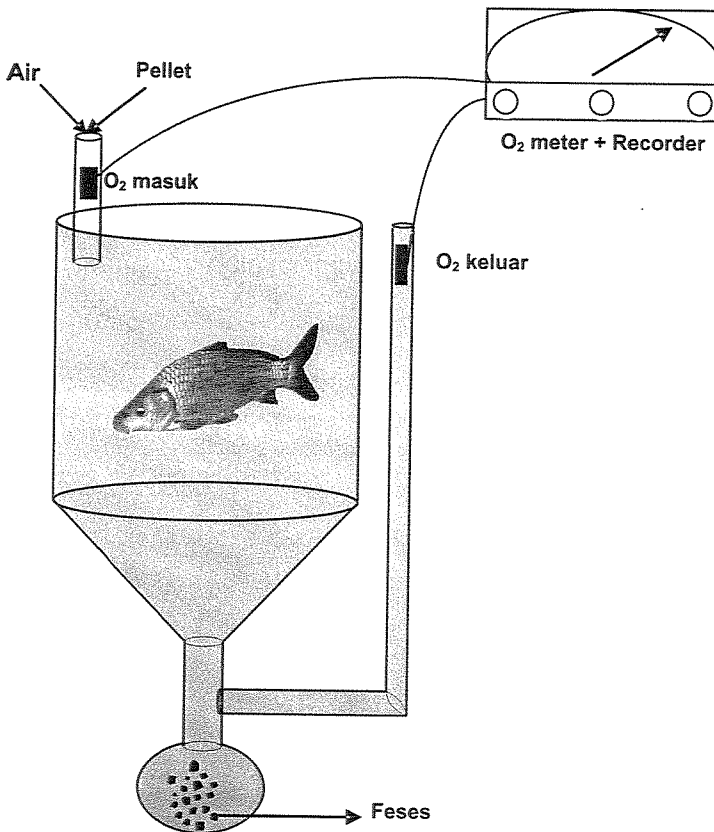
Tabel 2. Biomasa ikan mas yang dapat dicapai melalui budidaya dengan teknologi ekstensif sampai teknologi intensif.

Metode Budidaya	Kepadatan Ikan ( $\text{kg/m}^3$ )	Biomassa Produk ( $\text{kg/ha}$ )
Kolam alami	0,04	200
Kolam dipupuk	0,2	1.000
Kolam dipupuk + Pakan tambahan	1,0	5.000
Kolam diberi pellet, dengan <b>sistem air mengalir</b>	400	2.000.000

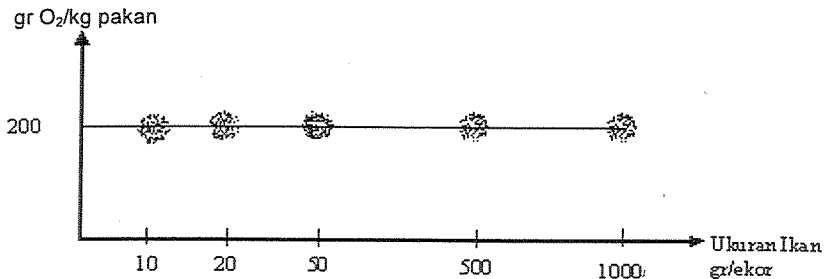
Sumber: Wedemeyer 1996.

Telaah lebih mendalam terhadap kedua literatur tersebut memberi informasi bahwa air yang digunakan untuk budidaya intensif seharusnya mengandung **oksigen mendekati 100% jenuh dan itulah kuncinya**. Penjelasan yang lebih akurat lagi ditemukan dari hasil penelitian Huisman (1976) dan Huisman (1987). Dinyatakan bahwa **daya dukung air pada budidaya ikan intensif ditentukan oleh seberapa besar oksigen terlarut yang dikandungnya bukan oleh seberapa besar**

volumenya atau debitnya. Dengan mengukur oksigen yang dikonsumsi pada tingkat metabolisme produksi diketahui bahwa berbagai jenis ikan dari berbagai ukuran mengkonsumsi oksigen sebanyak 200 – 210 gram untuk memakan 1 kg pelet dan mengkonversinya menjadi daging (Gambar 2A dan 2B).



Gambar 2 A. Skema alat penelitian konsumsi O<sub>2</sub>



Gambar 2 B. Grafik hubungan antara berat ikan dengan konsumsi O<sub>2</sub> untuk memanfaatkan 1 kg pakan

Asumsinya, tidak ada tambahan aerasi, pakan berkualitas baik dan diberikan dalam jumlah yang menunjang pertumbuhan maksimal. Rumus daya dukung air adalah:

$$\sum_i = \frac{Q \times (O_i - O_u) 86,4}{200} \times \frac{100}{FR}$$

Keterangan:

$\Sigma_i$  : Biomassa ikan

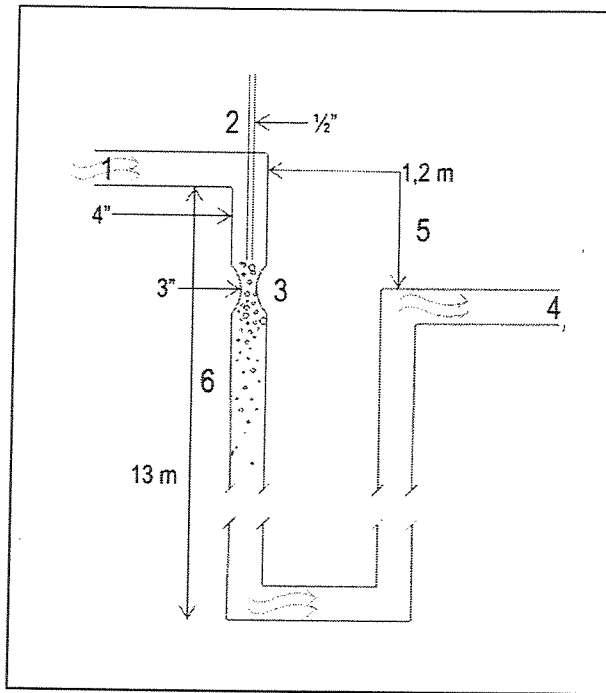
Q : Debit (l/detik)

O<sub>i</sub> : O<sub>2</sub> air masuk (ppm)

O<sub>u</sub> : O<sub>2</sub> air keluar (ppm)

FR : Persen pemberian pakan perhari

Dalam skala komersial Huisman membuktikannya dengan menggunakan alat aerasi "U-tube" (pipa-U), alat aerasi tanpa energi listrik tapi menggunakan tekanan hidrostatik air, untuk mengairi bak-bak larva dan pendederan berbagai jenis ikan serta kolam-kolam pembesaran ikan di Lelystad, Belanda. U-tube tersebut mampu meningkatkan oksigen air sebanyak  $300 \text{ m}^3/\text{jam}$  dari 50% jenuh menjadi 100% jenuh. Dampak dari oksigen terlarut yang tinggi tersebut adalah nafsu makan ikan bertambah, lebih cepat tumbuh dan efisiensi makanan meningkat (Huisman, 1980). Teknologi pipa-U untuk meningkatkan faktor pembatas oksigen terlarut ini juga telah diadopsi di Indonesia. Aplikasi pipa-U di Lampegan, Majalaya dan Soreang, Kab. Bandung digunakan untuk mengairi lebih dari 100 kolam "running water" (Gambar 3). Hasilnya oksigen terlarut 5,0 ppm naik menjadi 7,0 ppm dan konversi pakan turun rata-rata 0,2 atau setiap memproduksi 1 kg ikan dihemat pakan 0,2 kg (Harris, 1984).



Gambar 3. Potongan melintang sistem aerasi pipa-U

Keterangan:

1. Air masuk, O<sub>2</sub> 50% jenuh
2. Pipa udara
3. Venturi
4. Air Keluar, O<sub>2</sub> 100% jenuh
5. "Head" air jatuh
6. Kedalaman pipa-U

Kolam "running water" menurun kegiatannya mulai awal tahun 1990-an karena diketahui bahwa budidaya di karamba jaring apung (KJA) di waduk atau di danau bisa lebih menguntungkan. Pertumbuhan ikan lebih cepat sehingga masa budidayanya lebih singkat, konversi pakan lebih rendah, produksi lebih tinggi dan tidak perlu beli atau sewa tanah. Itulah gambaran perkembangan awal usaha KJA di setiap waduk atau danau, dari mulai Danau Lido, Waduk Cirata, Saguling dan Jatiluhur di Jawa Barat, yang selanjutnya berkembang ke luar Jawa Barat seperti Danau Toba di Sumatera Utara, Danau Tondano di Sulawesi Utara, Danau Kedung Ombo di Jawa Tengah. Belakangan karamba apung (KA) dikembangkan juga di beberapa sungai seperti Batanghari di Jambi dan saluran pembuang Waduk Riam Kanan di Kalimantan Selatan.

Pada prinsipnya KJA dan KA sama dengan kolam "running water" termasuk budidaya sistem air mengalir ("flow through system") dengan pelet sebagai makanannya dan  $O_2$  yang masuk ke dalam wadah sebagai faktor pembatasnya. Perbedaannya, pergantian air di KJA sebagian besar terjadi karena pergerakan ikan, jadi pergantian airnya ke segala arah sedangkan di "running water" dan KA ke satu arah. Selain itu pergantian air terjadi juga karena adanya arus akibat angin. Hal positif lainnya, ikan di KJA tidak perlu menggunakan banyak energi untuk melawan arus air. **KJA adalah budidaya**

air mengalir tetapi berada di perairan yang diam atau “flow through system in stagnant water”, dengan bertambahnya waktu dan bertambahnya jumlah KJA atau KA disuatu waduk/danau/sungai maka kualitas air akan menurun karena air pengganti yang masuk ke KJA adalah air bekas dari KJA lainnya dan dampak buruk dari proses dekomposisi limbah baik secara aerobik ataupun secara anaerobik. Akibatnya, produktivitas KJA pun lambat laun akan menurun, wabah penyakit dan kematian masal pun menjadi hal yang rutin terjadi.

Secara nasional produksi budidaya air tawar Indonesia naik dari 304.579 ton tahun 1999 menjadi 488.080 ton pada tahun 2004, Suatu kenaikan 60% dalam kurun waktu 6 tahun. Telaah lebih mendalam terhadap data Indonesia menunjukkan bahwa produksi kolam naik 61%, KJA + KA naik 260% sementara sawah turun 10% selama kurun waktu 6 tahun tersebut. Ini memberi indikasi bahwa kenaikan produksi ikan air tawar Indonesia ditentukan oleh budidaya berbasis pellet / pakan buatan. KJA, KA dan sebagian kolam adalah konsumen pellet, sedangkan budidaya yang berbasis pakan alami seperti budidaya ikan di sawah menurun. Kenyataan ini juga didukung oleh data komoditas yang diproduksi Indonesia. Kolam, KA dan KJA menghasilkan ikan mas, lele, nila, gurami dan patin sebanyak 66% dari produksi nasional 2004; sedangkan tawes, nilem, tambakan, sepat dan lainnya yang diharapkan diproduksi dengan berbasis pakan alami hanya 34%. **Secara**

**nasional budidaya air tawar Indonesia telah menghasilkan piramida "trophic level" yang terbalik.**

Pada budidaya air payau peran pakan buatan dan kaitannya dengan oksigen dengan faktor pembatas lebih jelas lagi, karena budidaya air payau dilaksanakan di tambak yang merupakan perairan "stagnant". Jadi kegiatan budidaya ekstensif atau intensif dapat dibedakan tidak hanya dari padat penebaran dan pemberian pakan (pellet) tapi juga dari adanya penggunaan peralatan aerasi seperti kincir ("paddle wheel"), turbo jet ("air O<sub>2</sub>"), blower bahkan teknologi oksigen cair "liquid oxygen technology" (Harris, 1988).



### III. PRINSIP AKUAKULTUR BERBASIS "TROPIC LEVEL"

#### 3.1. Akuakultur adalah intervensi

Dalam "workshop on development and delivery of practical disease control program for small scale shrimp farmer in Indonesia, Thailand and Australia" awal Maret 2006 lalu di Surabaya dikemukakan banyak informasi yang menarik mengenai budidaya udang di Indonesia. Syarief dan Humaidi (2006) antara lain menyatakan bahwa budidaya udang windu organik yang kelompoknya laksanakan di Sidoarjo menghasilkan 57,5 kg per Ha untuk "cara" konvensional dan 142,8 kg per Ha untuk "cara baru". Keduanya masih menguntungkan karena udangnya berukuran besar dan udang organik dihargai lebih tinggi. Sementara, Ir. Iwan, Ketua Indonesian Shrimp Club menyatakan bahwa budidaya udang vannamei super intensif yang dilaksanakan anggotanya mampu memproduksi 60.000 kg per Ha per musim tanam. Dari uraian di atas jelas terlihat variasi yang sangat besar dari produktivitas tambak di Indonesia. Itu bisa bermakna variasi produktivitas tambak rakyat dibandingkan dengan tambak perusahaan, variasi tambak ekstensif dengan intensif dan lain-lain. Disini akan dibahas hanya dari sisi bioteknis.

Boddeke (1983) mengemukakan bahwa alat tangkap udang "trawl" atau "pukat harimau" yang dioperasikan di daerah penangkapan udang perairan Caribia memiliki lebar bukaan "trawl" 20 m. Alat tersebut ditarik dengan kapal

bermesin 30 HP dengan kecepatan tertentu, lebar "trawl" X kecepatan kapal X waktu operasi = km<sup>2</sup> dasar laut yang telah "disapu" oleh "trawl"; dan jumlah udang dihitung. Diperoleh data bahwa **seekor udang menempati 160 m<sup>2</sup> dasar laut**. Jadi budidaya udang dengan produksi 57,5 kg udang @ 40 gram sesungguhnya berarti seekor udang menempati 4,3 m<sup>2</sup> dan yang produksinya 60 ton @ 14 gram berarti 1 m<sup>2</sup> dihuni 420 ekor udang. Dengan perkataan lain **akuakultur telah memaksa keadaan alamiah udang ± 40 kali lebih padat untuk budidaya ekstensif dan 67.200 kali untuk budidaya super intensif**. Di sini jelas sekali bahwa akuakultur telah mengintervensi alam berpuluhribu kali lipat. Oleh karena itu, dampak intervensi tidak bisa diserahkan begitu saja ke alam. Dampak intervensi budidaya tidak mungkin 100% dinetralisir oleh hutan mangrove. Hutan mangrove memang diperlukan untuk ekosistem pantai tapi tidak mungkin dapat memikul seluruh beban dari budidaya intensif. Disinilah diperlukan ilmu pengetahuan nutrisi dan bioenergetika untuk mengusut seberapa bagian asupan pakan ("pellet") yang diretensi organisme budidaya dan merunut bagian-bagian lain sisanya yang akan jadi limbah.

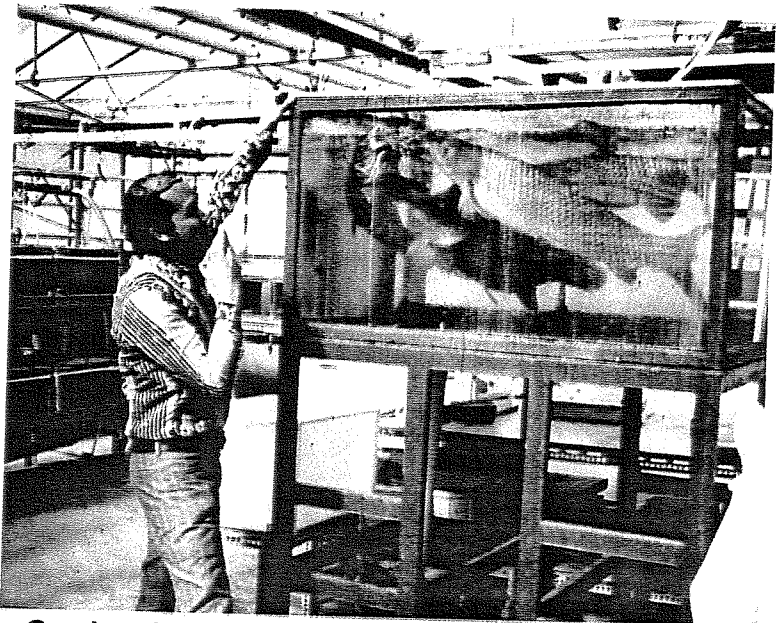


### 3.2. Nutrisi: Kebutuhan protein

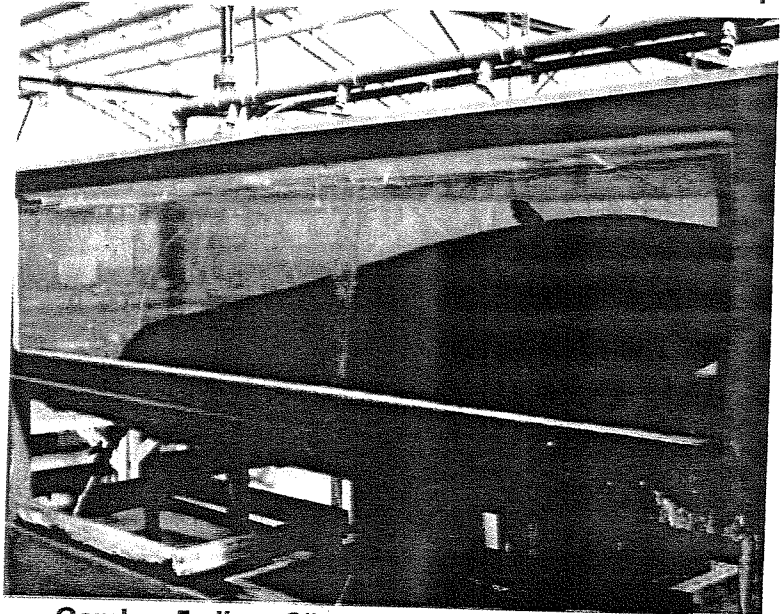
Berdasar makanannya ikan mirip hewan terestrial, ada kelompok pemakan daging (karnivora), pemakan daging dan tanaman (omnivora) dan pemakan tanaman (herbivora). Dibandingkan dengan unggas dan mamalia, ikan membutuhkan energi lebih sedikit untuk mempertahankan suhu tubuhnya terhadap perubahan suhu lingkungan karena suhu tubuh ikan menyesuaikan dengan suhu media airnya (poikilothermal). Kebutuhan energi untuk bergerak dan mempertahankan posisi tubuh di dalam air juga lebih sedikit daripada untuk hal yang sama di udara bagi unggas dan mamalia. Akan tetapi karena protein digunakan sebagai sumber nutrisi dan sumber energi maka kebutuhan energi yang lebih rendah tersebut berdampak tidak hanya pada "intake" (asupan) energi tapi juga pada peningkatan rasio antara energi dari protein dan total energi. Nilai rasio optimum energi protein dengan energi total untuk ikan salmon adalah 1:2 (Lee dan Putnam, 1973) tapi 1:10 untuk ruminansia (Williamson dan Paync, 1980). Akibatnya, kebutuhan protein untuk semua jenis ikan baik karnivora, herbivora, omnivora ataupun detritivora (pemakan detritus) secara rata-rata hampir sama. Dengan kata lain ikan pemakan rumput seperti koan (Gambar 4) membutuhkan protein sama dengan ikan pemakan daging seperti sidat (Tabel 3) dan *Silurus glanis* (Gambar 5).

Tabel 3. Kebutuhan protein untuk berbagai kelompok ikan

Kelompok	Kebutuhan Protein (% berat kering)	Sumber
<b>Karnivora</b>		
<i>Anguilla japonica</i> (sidat)	45	Nose dan Arai, 1972
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i> (trout)	48	De Long et al., 1958
<i>Salmo gairdneri</i> (salmon)	43	Satia, 1974
<b>Omnivora</b>		
<i>Ictalurus punctatus</i> (sejenis lele)	40	Dupree dan Sneed, 1966
<i>Cyprinus carpio</i> (ikan mas)	38	Ogino dan Saito, 1970
<i>Tilapia aurea</i> (sejenis mujair)	36	Davis dan Stickney, 1978
<b>Herbivora</b>		
<i>Ctenopharyngodon idella</i> (koan/grass carp)	42	Dabrowsky, 1977
<b>Detritivora</b>		
<i>Mugil auratus</i> (sejenis belanak)	70	Vallet et al., 1970



Gambar 4. Ikan Koan ("Grass carp") pemakan rumput



Gambar 5. Ikan *Silurus glanis*, pemakan ikan mas

Dari Tabel 3. terlihat bahwa ikan pada "trophic level" rendah seperti koan/grass carp pemakan rumput malah membutuhkan protein lebih banyak daripada omnivora, malahan Mugil auratus pemakan detritus membutuhkan protein lebih banyak dari karnivora. **Karena tanaman dan detritus banyak sekali mengandung air dan sedikit protein maka ikan herbivora dan detritivora akan mengkonsumsi makanan alaminya dalam jumlah yang banyak sekali.**

Ikan herbivora dan detritivora seperti *Mugil cephalus* (ikan sejenis belanak) akan berenang di dasar perairan, menyedot material sedimen yang ada di permukaan dasar, memuntahkan kembali partikel yang besar dan menelan sisanya. Proses makan yang demikian itu ada yang berlangsung hampir sehari penuh seumur hidupnya. Sulit dibayangkan, seekor ikan Mugil seberat 100 gram akan memfilter 1500 gram sedimen (berat kering) per hari atau kurang lebih 0,55 ton sedimen kering dalam setahun untuk memenuhi kebutuhannya. Ikan herbivora pemakan plankton, seperti "anchory" (sejenis teri) juga memiliki kemampuan luar biasa. Ikan seberat 4 gram bila berada di perairan yang kurang subur atau densitas planktonnya jarang mampu memfilter air sebanyak 78 liter per jam selama 24 jam per hari seumur hidupnya atau kurang lebih 674 m<sup>3</sup> air per tahun (Pandian dan Vivekanandan, 1984).

Ikan nilem di Waduk Cirata juga ternyata mengkonsumsi makanan berupa perifiton dalam jumlah yang banyak sekali. Perifiton adalah mikroflora dan mikrofauna yang hidup menempel pada substrat di bawah air. Seekor ikan nilem seberat 5 gram memerlukan 6373 gram perifiton yang menempel di 19 m<sup>2</sup> substrat jaring untuk tumbuh menjadi 100 gram, karena perifiton ternyata hanya mengandung protein 0,46% dan air 97,06% (Harris, 2005).

### 3.3. Bioenergetika

Menurut Calow (1986) Energi pakan yang dimakan ikan (C) sama dengan produksi daging ikan (P) + energi metabolisme (R) + energi urine (U) dan energi feses (F) atau dengan rumus ditulis sebagai berikut:  $C = P + R + U + F$ . Berapa banyak pakan yang dikonsumsi (C) akan menjadi daging tergantung dari berapa banyak yang terbuang sebagai limbah berupa feses dan sisa metabolisme berupa urin, amoniak, karbondioksida, air dan hidrogen sulfida. Seberapa banyak pakan akan menjadi feses tergantung seberapa sesuai komponen pakan dengan kemampuan enzimatik di saluran pencernaan ikan (daya cerna). Pakan yang dapat dicerna selanjutnya diabsorpsi ke dalam darah dan seberapa banyak pakan yang diabsorpsi akan menjadi daging ikan tergantung dari pola asam amino, asam lemak, keseimbangan energi antar nutrien, vitamin, mineral dan lain-lain. Kalau dilihat dari

sisi praktis, pakan yang diberikan (P) = pakan yang dikonsumsi (C) + pakan yang tidak termakan (PT). Untuk ikan, bagian yang tidak termakan ini bisa 0-10%, sementara untuk udang dapat mencapai 15% (Goddard, 1996). Perbedaan itu terjadi karena ikan makannya jauh lebih cepat daripada udang, ransum pada udang umumnya habis dimakan selama 0,5-2 jam dan selama itu terjadi pencucian ("leaching").

Karena pakan merupakan komponen biaya operasi yang paling besar (bisa mencapai 40-70%) maka efisiensi pakan adalah sangat penting. Dalam operasional budidaya dikenal dengan istilah nilai konversi pakan atau "food conversion ratio" disingkat FCR, yaitu berapa kg pakan diperlukan untuk menghasilkan 1 kg udang atau ikan dengan asumsi seluruh pakan yang diberikan dimakan oleh ikan. Sebagai gambaran dapat dikemukakan bahwa bila pakan ikan mas dengan kadar protein 25% memberikan konversi 1,5; maka setiap 1,5 kg pakan akan menghasilkan 1 kg ikan mas dan total limbahnya (feses, urine,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan lain-lain) adalah 1,050 kg. Itu terjadi karena kadar air pakan umumnya  $\leq$  10% sementara kadar air ikan  $\pm$  70%. Jadi bila dihitung bahan kering pakan yang jadi bahan kering ikan sesungguhnya hanya 0.222 atau retensi bahan keringnya = 22,2 %. Seluruh limbah tersebut sebanyak 77,8% bahan kering akan masuk ke dalam air sebagian larut dan sebagian lagi berbentuk padatan.



Data tersebut menunjukkan bahwa **bagian pakan yang jadi limbah lebih banyak daripada yang diretensi menjadi daging ikan**. Sehubungan dengan ini Tacon (1998) menyatakan bahwa budidaya ikan atau udang intensif dengan menggunakan pakan buatan dan tepung ikan dijadikan sumber utama proteinnya bermakna "bukan meningkatkan produksi ikan tapi malahan mengurangi produksi ikan". **Jadi budidaya intensif ikan atau udang yang menguntungkan tersebut sesungguhnya merupakan kegiatan usaha yang efisien secara mikro (perusahaan atau usaha tani) tapi inefisien secara makro (lingkungan , nasional atau bahkan dunia).**

#### 3.4. Akuakultur berbasis "Trophic Level"

Dalam wadah budidaya yang terbatas dengan air yang "stagnant" (diam, tidak ada pergantian air) seperti kolam, tambak, tangki dan aquarium, konsentrasi limbah budidaya seperti  $\text{NH}_3$  dan  $\text{CO}_2$  akan meningkat sangat cepat dan akan mematikan ikan karena limbah tersebut bersifat racun bagi ikan atau udang sendiri. Di kolam "running water" limbah akan terbawa arus ke hilir sehingga ikan tetap hidup dan tumbuh. KJA atau KA yang ditempatkan di sungai seperti di Sungai Batanghari pada prinsipnya sama dengan kolam "running water"; tapi KJA dan KA di danau, waduk atau laut sedikit berbeda. Di sini limbah akan keluar wadah budidaya tetapi tetap berada di badan air, baik ke kolom air ataupun jadi

sedimen. Kuo dan Lin (1989) menyatakan bahwa fitoplankton berperan sangat sentral dalam memanfaatkan limbah. N-organik akan dimanfaatkan dalam bentuk  $\text{NO}_2$  dan  $\text{NH}_4^+$ ; S-organik dalam bentuk  $\text{SO}_4^{2-}$  dan P organik dalam bentuk  $\text{PO}_4^{3-}$  serta  $\text{CO}_2$  akan digunakan untuk fotosintesa. Tapi Avnimiech et al. (1994) menyatakan bahwa bakteri heterotrof memanfaatkan limbah secara lebih cepat dan lebih banyak daripada fitoplankton. Permasalahannya, limbah budidaya umumnya mengandung N yang terlalu banyak sementara C-nya terlalu sedikit sehingga nilai C/N rasionya rendah dan itu tidak mendukung pertumbuhan bakteri heterotrof secara maksimal. Pandangan baru ini didukung banyak peneliti dan sudah diaplikasikan secara besar-besaran oleh Mc Intosh (2000) dan Horowitz dan Horowitz (2000). Penulis terakhir tersebut bahkan menyatakan bahwa **akuakultoris harusnya seperti rumenologist yang me"manage" mikroflora dalam rumen; akuakultoris harus me"manage" mikroflora dalam kolam atau waduk/danau yang menampung limbah budidaya agar dapat mengurangi nutrient dalam pakan, mengurangi kebutuhan air dan meningkatkan kualitas lingkungan perairan.**

Kalau mikroflora tersebut dapat dimanfaatkan oleh hewan budidaya seperti udang vannamei dan ikan nila maka jadilah teknologi budidaya udang/nila intensif dengan tanpa ganti air atau "intensif culture in zero water exchange

technology". Karena umumnya mikroflora dapat dimanfaatkan oleh organisme ber-"trophic level" rendah seperti detritivora, herbivora dan omnivora maka polikultur dapat dilakukan. Hanya saja komoditasnya sangat terbatas pada organisme ber-"trophic level" rendah yang cara makannya benar-benar memfilter air seperti ikan mola, "big head", tambakan, kerang-kerangan, tiram dan tripang. Ikan ber-"trophic level" rendah yang menyukai makan pellet sama sekali tidak digunakan untuk polikultur, karena ikan-ikan tersebut akan menghabiskan "pellet" yang diperuntukkan bagi komoditas utama.

Dari uraian di atas terlihat bahwa teknologi "zero water exchange" hanya bisa dilaksanakan pada ikan/udang yang mampu makan pellet dan memfilter mikroflora dan mikrofauna. Ikan/udang itu pun akan memakan mikroflora kalau di air tidak tersedia pellet, padahal nafsu makannya lagi naik (temperatur dan oksigen air tinggi serta kualitas air lainnya baik), jadi pemanfaatan mikroflora/fauna ini pun memerlukan manajemen pemberian pakan tertentu. Untuk mengatasi itu semua, maka pemanfaatan limbah budidaya secara maksimal dilakukan di luar wadah budidaya; di kolam penampungan air buangan budidaya ("effluent water treatment pond"), di saluran air pembuangan tambak atau kolam, di pesisir yang menjadi tempat buangan limbah budidaya dari daratan, di waduk atau danau yang banyak KJA atau KA-nya. **Pada prinsipnya semua nutrient limbah budidaya, yang jumlahnya lebih**

banyak daripada nutrien yang diretensi, dimanfaatkan untuk akuakultur dari mulai rumput laut, kerang-kerangan, tiram, tripang, ikan detritivora, herbivora dan omnivora. Itulah akuakultur berbasis “trophic level” yang dapat menghasilkan komoditas utama (yang diberi pellet dan bernilai ekonomis tinggi) dan komoditas ber-“trophic level” rendah dalam jumlah yang lebih besar dari komoditas utama dengan biaya murah karena “feed cost” nya sama dengan nol. Ikan dengan ongkos produksi yang murah dalam jumlah yang besar inilah yang akan banyak menyerap tenaga kerja dan menyediakan pangan protein bagi orang banyak, mengurangi biaya produksi komoditas utama sehingga berperan meningkatkan daya saing ekspor dan sebagai pemakan limbah budidaya akan berperan sebagai “cleaning service” yang akan meningkatkan kelestarian lingkungan perairan. Untuk melaksanakan akuakultur berbasis “trophic level” maka “culture-base fisheries” dimasukkan dalam program “budidaya di badan air yang besar”. Di Cina, danau atau waduk atau badan air yang besar di “manage” seperti kolam besar (Zhiwen, 1999) bahkan bukan mustahil suatu saat laut atau teluk-teluk juga diperlakukan demikian. Di Norwegia, Olsen et al. (2005) telah merunut limbah buangan KJA ikan salmon di laut dengan menggunakan lemak pakan ber-radioisotop. Ditemukan bahwa beberapa km dari KJA di dasar laut terdapat sekelompok udang laut dalam *Pandalus borealis*

yang memakan detritus dari limbah budidaya salmon tersebut. Informasi awal adalah dampak limbah terhadap lingkungan, ke mana sebaran limbah, bentuk-bentuknya dan dimanfaatkan oleh organisme apa saja. Langkah berikutnya menebar benih organisme yang sesuai dengan area makanannya. Jadilah teluk itu kolam besar.

#### IV. ANALISIS PERKEMBANGAN AKUAKULTUR CINA

Akuakultur di Cina dimulai 16-11 abad sebelum Masehi pada masa Dinasti Shang. Pada saat itu ikan dan labi-labi ("soft-shelled turtle") serta berbagai jenis daging hewan menjadi kesukaan raja dan persembahan bagi dewa-dewa. Peternakan kuda, sapi, domba, babi dan ayam telah maju lebih dulu dan pengalaman tersebut digunakan untuk memelihara ikan, yang pada saat itu disebut binatang air. Pada monograf "On Pisci Culture" yang ditulis Fan Li 460 tahun sebelum Masehi di sebutkan bahwa Cina telah mampu memijahkan ikan mas, membudidayakannya secara campuran dan rotasi sehingga menempatkan akuakultur sebagai usaha yang paling menguntungkan. Budidaya ikan di sawah dikembangkan pada masa Dinasti Tang (618-407 SM) ikan-ikan mola (*Hypophthalmichthis molitrix*), koan (*Ctenopharyngodon idella*), "big head" (*Aristichthis nobilis*) dan "black carp" (*Mylopharyngodon piceus*) telah berhasil dibudidayakan. Selanjutnya terobosan teknologi terjadi pada tahun 1958 dengan berhasilnya pemijahan buatan pada ikan mola, "big head", "black carp" dan koan.

Dalam kegiatan marikultur atau budidaya laut, Cina memulai dengan budidaya "oyster" (kerang) yang dilakukan pada tiang-tiang bambu yang ditancapkan ke dasar laut 900 tahun lalu. Pantai di Fuzho digunakan untuk budidaya

"razorclam" dan di provinsi Fujian dikembangkan budidaya rumput laut. Kurang lebih 300 tahun lalu tambak mulai dibangun dengan membuat tanggul-tanggul penahan air di daerah pesisir yang landai dan berlumpur di provinsi Guangdong. Benih berbagai jenis ikan masuk bersama air pasang dan selanjutnya dibudidaya di tambak. Bersama dengan keberhasilan pemijahan buatan ikan air tawar, pada tahun 1958 dalam budidaya laut pun terjadi terobosan teknologi pengembangbiakan buatan dan budidaya alga merah (*Phorphyra* sp). Dampaknya, produksi budidaya laut pada tahun 1959 telah meningkat 21 kali lipat dan produksi budidaya air tawar 40 kali lipat produksi 10 tahun sebelumnya. Tahun 1949 produksi marikultur 5000 ton, budidaya air tawar 15.000 ton dan tahun 1959 naik masing-masing jadi 105.000 ton dan 596.000 ton (Zhiwen, 1999).

Mulai tahun 1959 sampai 1979 Cina mengalami stagnasi produksi akuakultur bahkan beberapa kali mengalami penurunan produksi. Penyebabnya adalah terjadinya perubahan sistem perdagangan produk perikanan menjadi sangat sentralistik. Negara memonopoli pembelian produk akuakultur dengan harga yang tidak wajar dan memasarkannya pada perusahaan. Keadaan itu telah melemahkan antusiasme produsen untuk berproduksi. Ditambah lagi dengan dampak revolusi kebudayaan yang dimulai tahun 1966 telah mengubah kolam dan danau-danau

jadi tempat budidaya sereal (biji-bijian) karena slogannya "sereal adalah kunci" (Zhiwen, 1999 dan Feng, 1995). Namun dibalik keterpurukan tersebut ada hikmah yang sangat besar. Pada tahun 1960 para ilmuwan akuakultur Cina berkumpul dan bersepakat untuk meringkas perjalanan akuakultur Cina yang telah berlangsung berabad-abad kedalam hanya **8 kata: air, spesies, makanan, densitas, polikultur, rotasi, pencegahan penyakit dan manajemen**. Tiga kata pertama merupakan material dasar dan lima kata lainnya adalah upaya manusia yang bersifat sintetik. Delapan kata itulah yang dianggap mampu memandu akuakultur Cina dari waktu ke waktu mengikuti perkembangan dunia dan mengubah akuakultur Cina yang berbasis pengalaman praktis ke teknologi berbasis ilmu pengetahuan (Zhang, 2001; Li, 2003). Semua ini terjadi pada saat akuakultur masih didominasi kegiatan yang bertumpu pada kesuburan perairan.

Mulai tahun 1979 sampai tahun 1985 monopoli negara terhadap perdagangan ikan mulai dikurangi 40% dan pada 1 maret 1985 100% dihilangkan. Bermodalkan kebebasan dan teknologi yang dipandu 8 kata tadi akuakultur bangkit dan produksi akuakultur Cina naik secara dramatis dari 3,8 juta ton pada tahun 1986 menjadi 36,6 juta ton pada tahun 2004. Hal yang perlu mendapat perhatian khusus adalah komposisi jenis ikan untuk kenaikan produksinya dari tahun ke tahun tetap membentuk piramida "trophic level" (Gambar 6).



Spesies	Ton
Giant river prawn	42,852
Soht-shell turtle	44,460
Chinese river crab	100,661
Black carp	137,515
Mud carp	150,000
Japanese eel	167,208
Aquatic plants nei	461,675
Nile tilapia	485,459
Crucian carp	858,455
Freshwater fishes nei	877,593
Bighead carp	1,535,232
Common carp	1,761,283
Grass carp (white amur)	2,632,364

1997

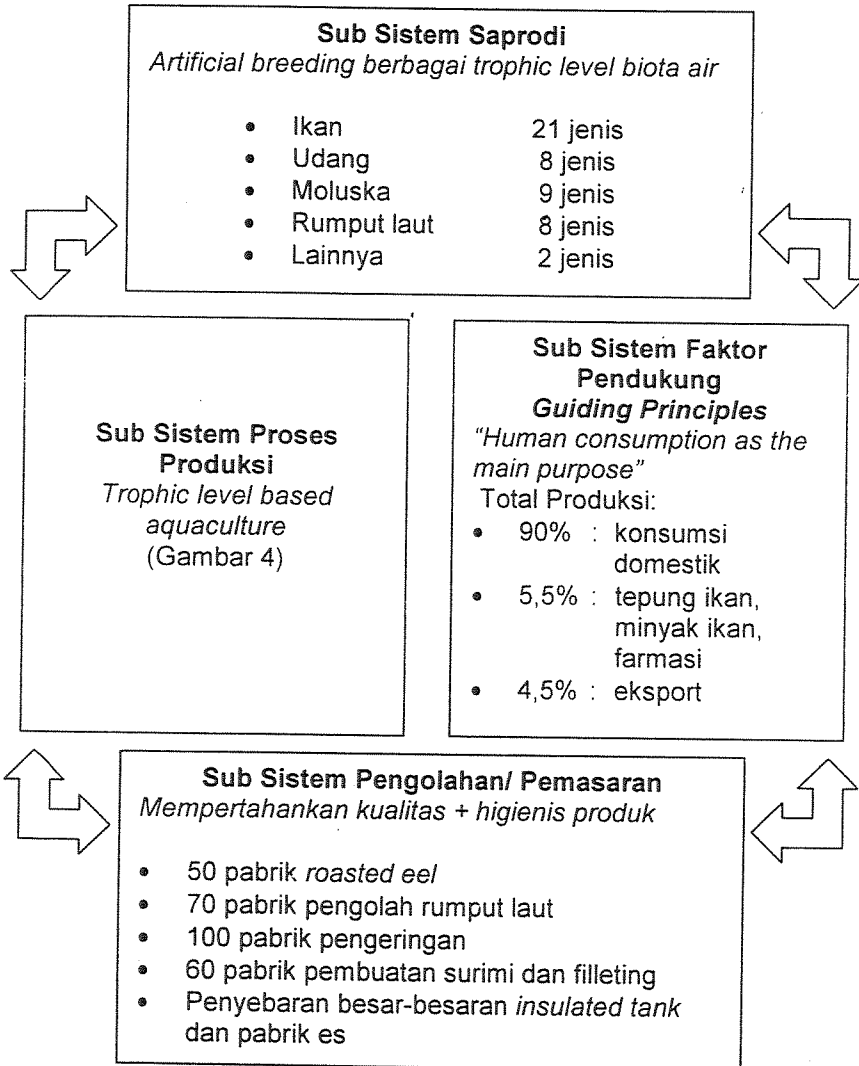
Spesies	Ton
Giant river prawn	61,868
Soht-shell turtle	61,881
Chinese river crab	123,241
Black carp	152,646
Mud carp	160,000
Japanese eel	163,098
Nile tilapia	525,926
Freshwater fishes nei	971,049
Crusian carp	1,032,030
Bighead carp	1,566,518
Common carp	1,927,973
Aquatic plants nei	1,946,980
Grass carp (white amur)	2,807,514

1998

Gambar 6. Produksi budidaya air tawar di Cina yang berbentuk piramida "trophic level"

Ditinjau dari sisi agribisnis, dalam merealisasikan antusiasme untuk meningkatkan produksi akuakultur tersebut tidak terlepas dari adanya sinergisme yang sangat kuat dari keempat subsistem agribisnis untuk mencapai tujuan bersama. Tujuan bersama itu adalah arahan pokok dari "China Fisheries Authority" yaitu **"menyediakan protein ikan bagi rakyat Cina adalah tujuan utama dan untuk industri adalah tujuan tambahan"**. **Subsistem faktor pendukung**, menjabarkannya dalam kebijakan 90% produksi untuk konsumsi domestik, 5,5% untuk tepung ikan, minyak ikan dan farmasi serta 4,5% untuk ekspor. **Subsistem pengolahan dan pemasaran**, dengan mempertahankan kualitas dan higienis dengan harga produk akhir yang tidak mahal. **Subsistem proses produksi** melakukan budidaya berbasis "trophic level". Ikan-ikan yang berbasis pellet yang ongkos produksinya tinggi untuk ekspor dan rakyat berpendapatan tinggi, sedangkan ikan-ikan yang berbasis limbah/kesuburan perairan yang ongkos produksinya rendah untuk konsumsi domestik. Karena konsumen produk akuakultur mayoritas di daerah urban maka **pengembangan akuakultur dilaksanakan disetiap sub-urban**. Kedekatan produsen dengan konsumen adalah salah satu strategi ketahanan pangan; "setiap orang setiap saat memiliki akses baik fisik dan ekonomi terhadap kebutuhan pangannya". **Subsistem sarana produksi** mengembangkan "artificial breeding" berbagai "trophic level" biota air untuk menunjang

kelancaran proses produksi (De Long dan Kow, 2003; Li, 2003; Zhiwen, 1999). Uraian rinci disajikan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Sistem Agribisnis Akuakultur Cina

### Gambar 7. Sistem Agribisnis Akuakultur Cina

Beberapa catatan penting dari bahasan akuakultur Cina adalah sebagai berikut:

1. Akuakultur Cina yang berbasis kesuburan perairan telah sangat matang (atau seluk beluk detilnya dikuasai, dihayati dan dilaksanakan) sebelum era budidaya dengan faktor pembatas oksigen (budidaya berbasis pellet) datang.
2. Li, ilmuan dari Shanghai Fisheries University menyatakan bahwa pengembangan akuakultur harus seperti pengembangan produksi ternak. Sapi dan domba sebagai herbivora, demikian juga babi sebagai omnivora harus mendominasi produksi. **Sampai kapanpun harimau sebagai karnivora tidak akan pernah mendominasi produksi.**
3. Setiap penambahan produksi berbasis pellet dimaknai sebagai **pembesaran puncak piramida** dan oleh karenanya harus diikuti pembesaran yang lebih lagi **pada dasar piramida.**
4. Pendekatan pengembangan akuakultur dilakukan **secara holistik sehingga terjadi sinergisme yang sangat kuat diantara keempat subsistem agribisnis.**
5. Kenaikan produksi akuakultur yang dramatis dari tahun 1980 sampai tahun 2000 telah dinikmati oleh **lebih dari 100 juta rakyat Cina** (Li, 2003)

6. Alokasi ekspor yang hanya **4,5%** dari produksi perikanan Cina. Walaupun begitu, Cina merupakan **eksportir sidat dan nila no.1 di dunia.**

## V. HARAPAN KEADAAN DAN LANGKAH AKUAKULTUR INDONESIA MASA DATANG

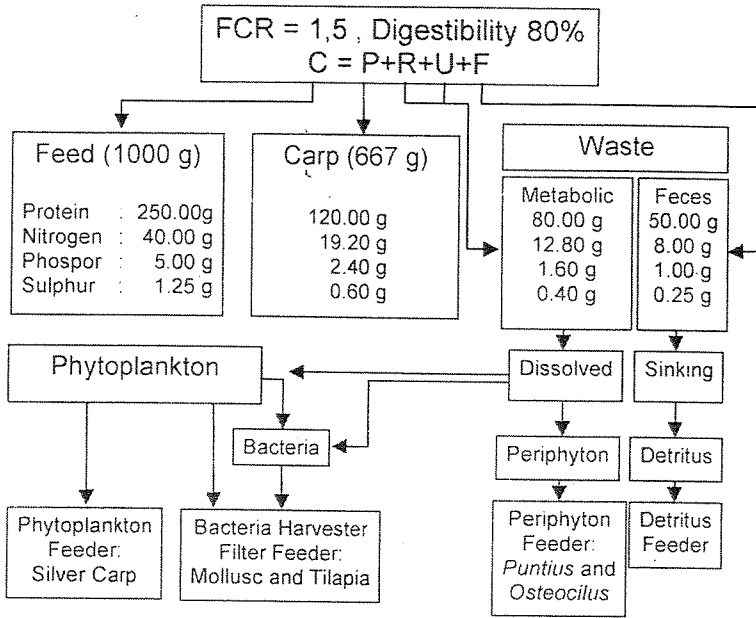
Sesuai dengan potensi area akuakultur Indonesia baik untuk budidaya air tawar, air payau dan laut, sumber daya manusia dengan pengalaman dan iptek yang dimilikinya maka akuakultur Indonesia di masa datang diharapkan menjadi salah satu kontributor utama dalam penyediaan pangan protein bangsa; menyediakan lapangan kerja yang bermartabat; menghasilkan devisa dan mempertahankan kualitas lingkungan perairan yang baik.

Untuk mencapai keadaan seperti itu maka langkah-langkah yang harus diambil antara lain:

1. Mensinergiskan keempat subsistem agribisnis: Pada subsistem pemasaran, baik pasar domestik ataupun internasional harus digarap secara sungguh-sungguh sehingga menjadi penarik subsistem proses produksi dan subsistem sarana produksi. Pemerintah yang berada dalam subsistem faktor pendukung diharapkan menjadi regulator dan fasilitator terwujudnya sinergisme itu.
2. Pada subsistem proses produksi: Mengembangkan akuakultur berbasis "trophic level" di setiap sub urban karena urban adalah pasar domestik dan sekaligus akses ke pasar internasional. **Peningkatan produksi akuakultur dimaknai sebagai perbesaran piramida "trophic level"**

dan bukan pengubahan bentuk piramida. Setiap peningkatan produksi komoditas berbasis pellet (sebagai komoditas utama) harus diikuti peningkatan produksi organisme pemakan limbahnya yang kuantumnya sama sampai 2 kali lipat produksi komoditas utama. Untuk kegiatan akuakultur yang terkonsentrasi secara besar besaran di suatu perairan seperti KJA di Waduk Cirata atau perusahaan tambak udang di Lampung, maka akuakultur berbasis "trophic level" dilakukan dalam bentuk penebaran organisme ber-"trophic level" rendah di luar KJA yang luasnya ribuan ha atau di saluran pembuang dan pesisir yang luas totalnya juga ribuan ha. Gambaran lebih rinci tentang seberapa besar limbah budidaya ikan yang bisa dikonversi jadi organisme ber-"tropic level" rendah dapat dilihat pada Gambar 8.

3. Pada subsistem sarana produksi: Melaksanakan "revolusi breeding" atau dalam waktu sesingkat-singkatnya menguasai dan mendiseminasikan teknologi "artificial propagation" bagi sebanyak-banyaknya komoditas dari berbagai "trophic level".



Gambar 8. Alur pemanfaatan nutrisi pakan pada akuakultur berbasis "trophic level"

Langkah-langkah seperti itu telah menunjukkan keberhasilan di dua negara berpenduduk besar, no. 1 dan 2 produsen akuakultur dunia, yaitu Cina dan India. Cina telah dibahas di depan. Di India akuakultur telah berkontribusi besar dalam ketahanan pangan. Konsumsi protein ikan telah naik hampir 3 kali lipat dari tahun 1974-1998. Selain itu akuakultur juga sangat berperan dalam penyediaan lapangan kerja di pedesaan dan gender. Dibutuhkan tenaga kerja 1000 orang hari/ha untuk pengerjaan akuakultur, sementara sawah hanya butuh 179 orang hari/ha (Sinha, 1999).



## VI. PENUTUP

Orasi ilmiah ini disampaikan sebagai wujud keperdulian dan kecintaan saya terhadap akuakultur Indonesia. Sebagai seorang Guru Besar dalam bidang Ilmu akuakultur di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, saya merasa ikut bertanggung jawab atas perkembangan akuakultur Indonesia selama ini dan di masa datang. Sebagaimana diketahui Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB adalah fakultas yang tertua di Indonesia, yang telah banyak menghasilkan lulusan (lebih dari 6000) yang bekerja di berbagai bidang, pemerintahan legislatif, peneliti, dosen, pengusaha, perbankan, media masa dan lain-lain. Banyak hal dari pendidikan tinggi perikanan ini yang dijadikan acuan atau paling tidak inspirasi bagi para alumni manakala mereka bersentuhan dengan bidang yang sama dengan yang dipelajarinya pada saat kuliah. Dengan perkataan lain "dampak ganda" ("multiplier effect") nya cukup besar bagi negeri ini.

Sumberdaya manusia berkualitas di bidang akuakultur dari tahun ke tahun terus bertambah; demikian juga ilmu pengetahuan dan teknologi dari mulai pengembangbiakan dan genetika, lingkungan perairan, nutrisi dan kesehatan ikan. Semuanya benar dan semuanya telah maju, tapi bila dioperasikan semuanya mengarah ke sistem dan teknologi akuakultur intensif yang efisien secara mikro

**tapi inefisien secara makro**, maka keadaan demikian sangat rawan manakala negeri lain menggunakan sistem dan teknologi yang efisien secara mikro dan efisien pula secara makro. Karena pada gilirannya produk negara tersebut yang lebih berkualitas (lebih aman dan lebih ramah lingkungan) dan lebih murah akan menyerbu pasar lokal dan pasar internasional. Kondisi seperti ini tidak perlu dirisaukan benar manakala kita menyadari adanya **"fenomena dialektika teknologi"**. Alisyahbana (1996) mengemukakan bahwa penyelesaian suatu persoalan dengan teknologi akan selalu membawa bibit-bibit persoalan baru yang pada suatu waktu akan menjadi persoalan utama yang membutuhkan penyelesaian pula. Penyelesaian tersebut biasanya dilakukan dengan teknologi setingkat lebih tinggi yang sudah barang tentu juga membawa bibit persoalan baru lagi. akuakultur jelas sekali telah mengalami fenomena dialektika teknologi sebagai berikut:

1. Pakan alami / **kesuburan jadi faktor pembatas**  
(Teknologi akuakultur ekstensif)



- Produktivitas rendah
- Mempertahankan piramida "trophic level"
- Limbah minimal

2. Pakan buatan /  $O_2$  sebagai faktor pembatas  
(Teknologi akuakultur intensif)



- Produktivitas tinggi
- Mengubah bentuk piramida "trophic level"
- Limbah banyak

3. Pakan buatan /  $O_2$  sebagai faktor pembatas, limbah jadi  
pakan alami (Teknologi akuakultur berbasis "trophic level")



- Produktivitas lebih tinggi
- Mengembalikan bentuk piramida "trophic level"
- Limbah minimal

Jadi, forum yang terhormat ini saya gunakan untuk mengabarkan bahwa kebenaran teknologi tidaklah langgeng, ada masanya; kebenaran teknologi masa lalu sebaiknya kita tinggalkan sebelum komoditas akuakultur diterpurukkan seperti komoditas pertanian lainnya yang sudah Indonesia alami. Sepulang training di Cina tahun 2001 sampai sekarang saya konsisten dan akan terus menyuarakan dan melaksanakan sesuai kemampuan saya, teknologi akuakultur berbasis "trophic level" ini dengan harapan mudah-mudahan bermanfaat bagi akuakultur Indonesia. Akhirnya, **mudah-mudahan orasi yang disampaikan pada hari Kebangkitan Nasional ini ikut membantu terwujudnya Kebangkitan Akuakultur Indonesia.**

## VII. DAFTAR PUSTAKA

- Ardiwinata, O. 1951. Pemeliharaan ikan mas di sawah. P.T. Sumur Bandung. 117 hal.
- Ardiwinata, O. 1951. Pemeliharaan tambakan. P.T. Sumur Bandung. 83 hal.
- Alisyahbana, I. 1996. Pembangunan dan pengembangan teknologi. Makalah pada seminar Perspektif Pembangunan dan Pengembangan Iptek pada Pelita VII. Mabes TNI AL RI. 59 hal.
- Avnimiech, Y., M. Kochva dan D. Shaker. 1994. Development of controlled intensif aquaculture systems with a limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. *Bamidgeh*. 46 (3): 119-131.
- Bardach, J. E., J. H. Ryther and W. O. Mc Larney. 1972. *Aquaculture*. John Willey and Sons Inc. New York. London. Toronto. 868 p.
- Boddekc, R. 1979. Ekstensif culture – The most profitable way to produce penaeid shrimps. Netherland Institute for Fishery Investigation. Ijmiden. The Netherland. 7 p.
- Calow, P. 1986. Adaptive aspect of energy allocations. In *Fish Energetics*. P 13-98.
- Chiang, P., der-Ming, Ching Ming-Kuo and Chin Fa-Lin. 1989. Pond preparation for shrimp growout. in *Proc. of Southeast Asia Shrimp Farm Management Workshop*. p 48-55.
- Dabrowski, H. 1977. Studies utilization by rainbow trout of feed mixtures containing soy bean meal and addition of amino acid. *Aquaculture* 10: 2-97.

- De Long, C., Halver, J. E. and Mertz, E. T. 1958. Protein requirements of Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. J. Nutr. 65, 589.
- De Long, C. and Kow, F. 2003. China, seafood processing sector, preparing for the future. Infofish International 2/03: 30-35.
- Ditjen Perikanan. Deptan. 1980. Statistik perikanan Indonesia tahun 1978.
- Ditjen Perikanan. Deptan. 1999. Statistik perikanan Indonesia tahun 1997.
- Ditjen Perikanan Budidaya. DKP. 2005. Buku saku statistik perikanan budidaya tahun 2004.
- Dupree, H. K. and Sneed, K. E. 1966. Response of channel catfish fingerling to different levels of nutrients in purified diets. Tech. Pap. Bur. Sport Fish. Wildl. 9, 1.
- Feng, C. L. 1995. China develops new fish market system. Infofish International 2/95:14-19
- Goddard, S. 1996. Feed management in intensif aquaculture. Chapman and Hall. New York. London. Toronto. 194 p.
- Guan Rui-Chang. 2001. An overview on aquaculture. in China International Training Course on Technology of Marineculture. p 1-5.
- Harris, E., Darsono, Setijono, M. Slamet dan Makmun. 1988. Aplikasi sistem O<sub>2</sub> cair untuk budidaya udang. Proyek Pandu TIR – Jakarta – Karawang. 38 hal.

- Harris, E. 1984. The development of small scale fish farmer in West Java, Indonesia. Report of Extension Service Support to Small Scale Fisheries Project. FAO. Jakarta. 60 p.
- Harris, E. 2005. Trophic-level based aquaculture application for minimizing cage culture waste in Cirata, man-Made Lake in West Java. World Aquaculture 2005. Bali, Indonesia. May 9-13: 11p.
- Horowitz, A. and Horowitz, S. 2000. Microorganism and feed management in aquaculture. Global Aquaculture Advocate. 3 (2): 33-34.
- Huisman, E. A. 1972. Mathematische parameter insbesondere von sauerstoff und temperature in bezug an F die Futterung. Fischerei und Flussbial. 23: 137-146.
- Huisman, E. A. 1986. Principles of Fish Production. Dept. of Agric. University of Wageningen. The Netherland. 100 pp.
- Li, S. F. 2003. Aquaculture research and its relation to development in China. In Agricultural Development and Opportunities for Aquatic Resource Research in China. World Fish Center. p 17-28.
- Mc Intosh, R.P. 2000. Changing Paradigms in Shrimp Farming: IV. Low protein and feeding strategies. Global Aquaculture Advocate. 3 (2):44-50.
- Montoya, R. and Velasco, M. 2000. Role of bacteria on nutritional and management strategies in aquaculture systems. Global Aquaculture Advocate. 3 (2):35-36.
- Nose, T. and Arai, S. 1972. Protein requirements of eel *Anguila japonica*. Bull. Freshwater Fish. Res. Lab. Tokyo 22, 145.

- Ogino, C. and Saito, K. 1970. Protein requirements of carp *Cyprinus carpio*. Bull. Jpn. Soc. Scient. Fish. 36, 250.
- Olsen, A. S., Ervik, A., Nielsen, O.G., Kutti, T. and Hoisacter, T. 2000. Tracing the influence of organic waste from salmon farm in the diet of the deep water prawn *Pandalus borealis* using lipid biomarker. World Aquaculture 2000. Bali, Indonesia: May 9-13. 10p.
- Pandian, T. J. and Vivekanandan, E. 1986. Energetics of feeding and digestion. In: Fish Energetics. P. 99-123.
- Satia, B. P. 1974. Quantitative protein requirements of rainbow trout. Prog. Fish. Cult. 36, 80.
- Schuster, H. W. 1949. Fish culture in salt water ponds in Java. Vorkink. Bandung. 245 p.
- Sinha, V. R. P. 1999. Rural Aquaculture in India. Regional office for Asia and Pacific. FAO. UN. Bangkok, Thailand. 84 p.
- Sutanto, I. 2006. Budidaya udang super intensif. Workshop on development and delivery of practical disease control program for small scale shrimp farmers in Indonesia, Thailand, Australia. Surabaya, March 6-8 2006.
- Syarief dan Humaidi, F. 2006. Budidaya udang air payau sistem tradisi berbasis organik di Sidoarjo. Workshop on development and delivery of practical disease control program for small scale shrimp farmers in Indonesia, Thailand, Australia. Surabaya, March 6-8 2006.
- Tacon, A. G. J. 1998. Feeding tomorrow fish. Infofish International 2/98: 19-25.

- Tacon, A. G. J. 2000. Shrimp feeds and feeding regimes in zero-exchange outdoor tanks. *Global Aquaculture Advocate*. 3 (2):15-16.
- Wedemeyer, G. A. 1996. *Physiology of fish in intensif culture system*. International Thompson Publishing. New York. 232 p.
- Zhiwen, S. 1999. *Rural aquaculture in China*. FAO Regional Office for Asia and The Pacific. Bangkok 10200. Thailand. 70 p.



## VIII. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Menteri Pendidikan Nasional, Rektor IPB, Senat Akademik IPB, Senat Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Dekan FPIK IPB, Ketua Departemen Budidaya Perairan FPIK IPB dan Staf Administrasi yang telah memproses dan menyetujui pengangkatan saya sebagai Guru Besar Ilmu Akuakultur pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Penghargaan dan terima kasih saya sampaikan pula kepada Rektor IPB, Prof. Dr. Ir. Achmad Anshori Mattjik, para Wakil Rektor, Dekan FPIK, Dr. Ir. Kadarwan Soewardi dan Direktorat AJMP atas terselenggaranya Orasi Ilmiah ini.

Pada kesempatan yang berbahagia ini saya juga ingin menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Yuyu Wahyu (Alm.) yang telah banyak memberi bimbingan dan arahan dari mulai saya datang ke Bogor sampai menjadi staf pengajar di IPB. Dr. Ir. Kusman Sumawidjaja, guru yang sangat saya hormati, yang telah membimbing saya dalam memilih akuakultur sebagai bidang yang saya geluti sampai dengan S1, S2 dan S3 di IPB ini. Prof. Dr. Djokowurjo S. Sastradipraja, ketua komisi pembimbing saya waktu menyelesaikan studi S2 dan S3, yang telah membimbing saya dengan penuh kesabaran dan ketekunan.

Kepada Prof. Dr. Yuhara Sukra, Prof. Dr. Ichsan Effendie (Alm.) dan Dr. Ir. Chairul Muluk, M.Sc. saya juga menyampaikan rasa hormat dan terima kasih atas bimbingannya selama mengikuti pendidikan di S1. Rasa hormat dan terima kasih juga saya sampaikan kepada Prof. Dr. Sumardi Sastrakusumah (Alm.), Prof. Dr. Toha Sutardi (Alm.), Prof. Dr. Hartini Sjahfri Sikar dan Prof. Dr. Maggy Thenawijaya Suhartono atas segala bimbingannya selama saya mengikuti program S2 dan S3.

Kepada guru-guru saya yang telah mendidik saya dari mulai SDN Sindangraja Sumedang, SMPN 2 Sumedang dan SMAN 1 Sumedang saya sampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya.

Terima kasih dan penghargaan secara khusus kepada Prof. Dr. Ir. Komar Sumantadinata yang senantiasa menyemangati untuk meningkatkan terus jenjang pendidikan dan karir saya serta atas saran-saran penyempurnaan bagi Orasi Ilmiah ini.

Secara khusus terima kasih, rasa hormat dan penghargaan kepada Prof. Dr. Ir. Gunawan Satari M.Sc, salah seorang pendiri Fakultas Perikanan IPB cikal bakal FPIK-IPB sekarang, atas segala jasa dan perhatiannya yang terus menerus. Atas jasa beliau saya dapat belajar dan berkiprah di Departemen Akuakultur FPIK IPB hingga saat ini.

Pada kesempatan yang berbahagia ini saya juga ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada Prof. Dr. Ir. Rokhmin Dahuri, MS. atas kepiawaiannya dalam membesarkan dan menggemakan perikanan sehingga saya sebagai orang yang berkiprah dalam dunia akuakultur ikut beresonansi. Prof. Dr. Christoph Meske dan Dr. Volker Hilge yang telah memberi kesempatan pada saya melakukan training di Institute Für Küsten und Binnenfischerei, Hamburg, Jerman. Prof. Dr. E. A. Huisman yang telah bersedia menerima saya untuk mempelajari teknologi akuakultur di Lelistad, Belanda. Mr. Keith Meecham yang telah mempercayai saya untuk bekerja sebagai "Fish Culture Specialist" dan "Aquaculture Consultant" pada *extension project for small scale fish farmer in West Java, North Sulawesi, Central Sulawesi and Southeast Sulawesi*. FAO. Japan Society for the Promotion of Science yang telah memberi kesempatan pada saya untuk mengunjungi dan mempelajari beberapa kegiatan akuakultur di Jepang.

Terimakasih dan rasa hormat saya sampaikan pula kepada Ir. Damanhuri Sastrakusumah (Alm.) yang semasa hidupnya banyak menyediakan waktu untuk menjadi guru bagi saya untuk mengetahui kompleksitas operasionalisasi akuakultur di lapangan. Ir. Muchtar Abdulah, Ir. Untung Wahjono, M.Sc, Dr. Ir. Fatuchri Sukadi dan Dr. Ir. Made Nurjana atas kepercayaannya untuk melibatkan saya dalam ikut menangani

masalah-masalah akuakultur di Indonesia. Kepada Masyarakat Perikanan Nusantara (MPN) yang telah mempercayai saya sebagai Anggota dan Koordinator Dewan Pakar, sungguh memberi kesempatan kepada saya untuk belajar dan membuka wawasan dalam berkiprah di dunia akuakultur.

Kepada Prof. Dr. Ir. Nurhajati Anshori Mattjik, MS., Dr. Ir. Agus Oman S., M.Sc., Ir. Bambang Irianto, Ir. Avianti, Prof. Dr. Zairin Junior, M.Sc., Dr. Ir. Sukenda M. Sc., Wiyoto S.Pi., Dr. Ir. Odang Carman, M.Sc., dan Fachrurozi, S.Pi saya menyampaikan terima kasih atas dukungan moril dan materilnya bagi terselenggaranya Orasi Ilmiah ini. Kepada Dr. Ir. Dedi Jusadi, M.Sc., Ir. Irzal Efendi, M.Si., Dr. Ir. Sukenda, M.Sc., Dr. Ir. Alimuddin, M.Sc., Rio Wijaya Mukti, S.Pi, Danny Wibawa S.Pi saya sampaikan terima kasih atas bantuannya dalam menyiapkan materi orasi ini.

Secara khusus saya juga mengucapkan terima kasih kepada istri saya tercinta Hj. Liesye Ratnawaty yang telah sama-sama membina bahtera rumah tangga selama hampir 29 tahun dan senantiasa memberi perhatian, pengertian dan dorongan untuk kemajuan. Pada kesempatan yang berbahagia ini saya juga menyampaikan terima kasih kepada anak dan cucu saya, Erman Budiman Setia Harris, ST., dan Desy Santhyani ST., serta Zalfa Cheryl Ananda (cucu), Irni Pratika Murni, SKM., Ekky Rizki Abadi, S.Pi., Ikma Ratna Puspita atas kerukunan dan ketentraman yang mereka ciptakan dan itu memberi semangat untuk kemajuan.

Pada kesempatan ini juga dari lubuk hati yang paling dalam saya menyampaikan terima kasih yang tidak terhingga kepada kedua orang tua saya Bapak Achmad Soerawidjaja (Alm.) dan Ibu Djoewariah (Alm.) yang telah mendidik, membesarkan dan mendoakan saya. Saya masih ingat pesan beliau "carilah ilmu sebanyak-banyaknya karena bekal ilmu tidak susah untuk membawanya". Kepada mertua saya Bapak H. Teddy Sukardi dan Hj. Totty Yarnasih, saya menyampaikan terima kasih dan rasa hormat atas segala perhatian, dukungan dan doa untuk keselamatan dan kemajuan putra putri, mantu dan anak cucunya. Kepada saudara-saudara saya keluarga besar Soerawidjaja: Ny. Mumun Mulyani Garibaldi; Dra. Hj. Dedeh Ruhaeni; Kol. (Purn.) Ir. Rukmana (Alm.)/Ny. Hj. Eddy Sudiawati; Hj. Lisyas Lasmanah; Kol. (Purn.) Drs. Ir. Kusna Surawidjaja; dr. Resna Surawidjaja, MPH; Dr. Ir. Tatang Hernas Surawidjaja; Bp. Ucup Supena Surawidjaja dan Ir. Otong Hendra Surawidjaja serta keluarga besar Teddy Sukardi: Ir. Nana Subarna, MS./Ir. Sri Ratna Pertiwi; Ir. Dedy Lufti Amin/Betty Ratna Nuraeni, SH.; Ir. Dadang Hermawan (Alm.)/Dra. Hj. Elly Ratna Mulyani; dr. H. Herry Setia Yudhautama Sp. B, MBA./drg. Hj. Susilawati; dr. Bambang Setia Sultana/dr. Lia Yuliani dan Ir. Aris Darmansyah, M.Sc/Lianda Ratna Nurdiani, SH. M.M., saya mengucapkan terima kasih atas keeratn persaudaraan diantara kita dan itu merupakan keadaan yang kondusif untuk kemajuan bersama.

Penghargaan dan terima kasih saya sampaikan juga kepada seluruh rekan dosen dan pegawai BDP FPIK IPB dan panitia orasi ilmiah ini khususnya Ir. Yani Hadiroseyani, MM. yang telah mengkoordinir acara ini dengan baik. Saya yakin masih banyak kerabat, sahabat, alumni dan mahasiswa yang telah membantu saya selama ini. Kepada mereka semua saya sampaikan juga banyak terima kasih.

Akhirnya dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah saya akhiri penyampaian orasi ilmiah ini.

Terima kasih.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wa Barakatuh



berdiri dari kiri :

Erman Budiman Setia Harris, ST. (anak), Irni Pratika Murni, SKM. (anak), Ikma Ratna Puspita (anak)

duduk dari kiri;

Desi Santhyani ST. (menantu), Zalfa Cheryl Ananda (cucu), Prof. Dr. Ir. H. Enang Harris Surawidjaja, MS., Hj. Liesye Ratnawaty (istri) dan Ekky Rizky Abadi, S.Pi. (Anak)

## IX. RIWAYAT HIDUP

### DATA PRIBADI

Nama : Enang Harris Surawidjaja  
Tempat/Tanggal Lahir : Sumedang, 21 Agustus 1949  
Jenis Kelamin : Laki – laki  
Agama : Islam  
Alamat : KPP-IPB Baranang Siang III C-15  
Bogor 16144. Telp. (0251) 379354  
Keahlian : Akuakultur

### PENDIDIKAN

Sarjana : Institut Pertanian Bogor, 1974  
Master : Institut Pertanian Bogor, 1989  
Doktor : Institut Pertanian Bogor, 1997  
Pekerjaan : Staf Pengajar Lab. Sistem dan  
Teknologi Akuakultur, Fakultas  
Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Institut Pertanian Bogor.  
Jabatan Fungsional : Guru Besar/IV c

### PELATIHAN

1975 : Training on Irrigation Engineering  
1978 : Kursus Bahasa Jerman di Freiburg  
1979 : Training on Fish Nutrition di Institut Für Küsten Und  
Binnen. Ficherei Bundes-Forschung Anstalt Für  
Fischerei, Hamburg  
1979 : Training on Freshwater Fish Rearing di Universitas  
Wageningen dan Freshwater Aquaculture Center di  
Lelistaad, Belanda



- 1980 : Training on Fish Bio Energetic Research Metodologi and Fish Feed Processing di Universitas Muenchen
- 1986 : Scientist Exchange untuk memperdalam Micro Encapsulated Diet for Peneid Shrimp di Universitas Kagoshima, Jepang
- 1996 : Scientist Exchange untuk memperdalam Tracer Technique di bidang nutrisi ikan di Universitas Kagoshima, Jepang
- 2000 : Scientist Exchange untuk memperdalam tentang pemanfaatan danau untuk Perikanan di Universitas Hokkaido dan Universitas Shimane, Jepang
- 2001 : Training Workshop on Technology of Marine-culture, Xiamen, Cina
- 2001 : Mempelajari Agrotechnopark, Singapura
- 2003 : Scientist Exchange untuk memperdalam "Stock Enhancement" di Tokyo University of Fisheries, Tokyo, Jepang

## PENGALAMAN KERJA

- 1975-sekarang : Staf Pengajar Lab. Sistem dan Teknologi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
- 1981-1984 : Fish Culture Specialist pada Small Scale Fisheries Development Project, FAO
- 1985 : Aquaculture Consultant untuk Small Scale Fisheries Development Project, FAO
- 1988 : Consultant teknis budidaya udang untuk PT. Sapta Widarindo, Tangerang
- 1990 : Team Leader untuk identifikasi Potensi Tambak di Provinsi Jambi, Ditjen Pankim, Deptrans
- 1992 : Aquaculturist untuk Review Tambak Inti Rakyat (TIR) Jawa, Kalimantan Barat, Ditjen Penyiapan Pemukiman, Deptrans

- 1993 : Aquaculturist untuk Review Tambak Inti Rakyat (TIR) Waworada, NTB, Ditjen Penyiapan Pemukiman, Deptrans
- 1999-2000 : Ketua Tim Pengkajian Aspek Teknis dan Sosial Ekonomi PT. Dipasena, kerjasama IPB-PT.TSI/BPPN
- 1993-1999 : Pembantu Dekan II, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB
- 1999-2003 : Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB
- 2003-sekarang : Anggota Komite Perencanaan Jawa Barat
- 2004-sekarang : Anggota Komisi Udang Indonesia

## INTRODUKSI TEKNOLOGI

- 1971 : Transportasi Ikan Hidup (skala komersil) dengan plastik + oksigen
- 1972 : Budidaya Ikan Mas (skala komersil) di kolam air deras "Running Water Pond"
- 1981 : Teknologi bio sinosis pada pembenihan ikan mas
- 1981 : Sistem aerasi dengan pipa-U "U-tube"
- 1984 : Pemanfaatan zeolith dalam budidaya ikan dan udang. Kerjasama dengan PPTM (Pusat Pengembangan Teknologi Mineral), Bandung
- 1987 : Transportasi udang hidup tanpa air (pseudo hibernasi)
- 1988 : Aplikasi oksigen cair di tambak udang

## KUNJUNGAN

- 2000 : Kunjungan ke Technopark di Taegu City, Tegu University, Korea Selatan
- 1986 : Mengunjungi Budidaya udang *Penaeus japonicus* intensif di MBC Enterprise Kagoshima, Jepang

- 1980 : Kunjungan ke Pembenihan Ikan Trout di daerah Lac Leman, Swiss
- 1979 : Kunjungan ke Universitas Wageningen dan Freshwater Aquaculture Development Center Lelistaad, Belanda

## **PENGALAMAN ORGANISASI**

- 2004-sekarang : Koordinator Dewan Pakar Masyarakat Perikanan Indonesia
- 2004-sekarang : Anggota Lampung Shrimp Club
- 2004 : Anggota Komite Perencanaan Jawa Barat
- 1999-2003 : Anggota Dewan Pakar Masyarakat Perikanan Indonesia
- 2000-sekarang : Ketua Himpunan Alumni, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB
- 2000-sekarang : Anggota Senat Akademik IPB
- 1995-2000 : Anggota Senat IPB
- 1987-sekarang : Anggota Senat Fakultas
- 1986-1990 : Anggota Litbang Himpunan Pengusaha Pertambakan Indonesia (HIPERINDO)
- 1975-sekarang : Anggota ISPIKANI

## **KARYA ILMIAH**

- Harris, E. dan Sukenda. 2006. Pengelolaan lingkungan budidaya keramba jaring apung di waduk dengan pemeliharaan ikan bertrofik level rendah. Dipresentasikan pada Workshop Keberlanjutan Budidaya Ikan di Waduk. 24 Februari 2006. Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Barat.

- Harris, E. 2005. Trophic level based aquaculture application for minimizing cage culture waste in Cirata man-made lake (West Java). Dipresentasikan di Environmental Section, Annual Meeting of World Aquaculture Society. Bali 9-13 Mei 2005.
- Harris, E. dan Sukenda. 2004. Pengembangan akuakultur di Cina: Suatu teladan dan keberlanjutan. Dipresentasikan di forum diskusi Masyarakat Perikanan Nusantara. Jakarta November 2004.
- Harris, E. 2004. Pengembangan akuakultur berbasis "trophic level": Solusi keberlanjutan usaha keramba jaring apung Cirata. Dipresentasikan di BAPPEDA Provinsi Jawa Barat. 23 Agustus 2004.
- Harris, E., Sastradipradja, D. and Sumawidjaja, K. 2003. Effect of Dietary Cholesterol and Phospholipid Levels on the Absorbtion Rates of Cholesterol in Juvenile *Panaeus Monodon* Tiger Shrimp. Progress in Research on Energy and Protein Metabolism EAAP Publication No. 109.
- Nurhidayat, M.A., Carman, O., Harris, E., dan Sumantadinata, K. 2003. Fluktuasi Asimetri dan Abnormalitas pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) yang dibudidayakan di Kolam. JPPI Vol. 9 (1) Tahun 2003 ISSN: 0854-5884 (Terakreditasi Dikti)
- Harris, E. 2003. Pengaruh Kombinasi Kolesterol dan Fosfolipid Pakan Terhadap Kinerja Pertumbuhan Udang Windu *Penaeus monodon* Fab. JIIPI Vol. 10(2): 121-126. ISSN:0854-3194 (Terakreditasi Dikti)
- Edward, D. dan Harris, E. 2002. Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Ikan Mola *Hypophthalmichthys molitrix* di Perairan Waduk Cirata. Proceeding Seminar Nasional Limnologi 2002. Bogor, 22 April 2002 ISBN: 979-8163-11-7

- Harris, E. 2002. Shrimp Culture in Indonesia: Present Status, Problems and Opportunity. JSPS-DGHE International Seminar Crustacean Fisheries 2002. Bogor, August 20-21, 2002. ISBN: 4-925135-13-9
- Harris, E. 2001. General Problems and Solution of Indonesia Brackishwater Shrimp Culture as a Basic Information for Developing of Brackishwater Shrimp Culture in Mahakan Delta. Proceedings of International Workshop. Jakarta, 4-5 April 2001. ISBN: 979-9336-13-9.
- Harris, E. 2001. Pendidikan dan Penelitian untuk Pengelolaan Sumberdaya Crustacea di Indonesia. Disampaikan pada Seminar Nasional Crustacea. Bogor, 20-21 Juli 2001.
- Harris, E. 2000. Status of Indonesia Fisheries Today and The Research Needed. Proceeding of The JSPS-DGHE International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area. Bogor, August 21-25, 2000. ISBN: 4-925135-10-4.
- Harris, E. 2000. "Shrimp Culture Health Management" (SCHM) Manajemen Operasional Tambak Udang untuk Pencapaian Target Protekan 2003. Disampaikan pada Sarasehan Akuakultur Nasional 2000 "Peningkatan Akuakultur Nasional untuk Mewujudkan Protekan 2003". Bogor, 5-6 Oktober 2000.
- Harris, E. 1999. Strategi Pembangunan Akuakultur Penentu Citra Perikanan Indonesia Masa Datang. JIIPI Vol. VI (1): 55-64.
- Harris, E. 1995. Faktor Penentu Keberhasilan Usaha Agro Estate Tambak Udang. JIIPI Vol. III (2): 79-89.

Enang Harris Surawidjaja

Orasi Ilmiah Guru Besar

Kami menyampaikan terima kasih atas kehadiran Bapak/Ibu/ Saudara pada Upacara Orasi Ilmiah dengan judul : Akuakultur Berbasis "Trophic Level" : Revitalisasi untuk Ketahanan Pangan, Daya Saing Ekspor dan Kelestarian Lingkungan di Institut Pertanian Bogor 20 Mei 2006.

**Enang Harris Surawidjaja dan Keluarga**



