PENGELOLAAN WADUK YANG BERKELANJUTAN

DALAM RANGKA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PERAIRAN

OLEH

Prof.Dr. Madju Siagian, MS

PIDATO PENGUKUHAN GURU BESAR PRODUKTIVITAS PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU

PEKANBARU, 18 JANUARI 2014

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

PRAKATA

Salam sejahtera bagi kita semua.

Yang saya hormati bapak Rektor, sekaligus Ketua Senat Universitas Riau,

Yang saya hormati para Guru Besar dan Anggota Senat Universitas Riau,

Yang terhormat para Pembantu Rektor, Dekan dan Pembantu Dekan di Lingkungan Universitas Riau,

Yang terhormat para Pimpinan Lembaga/Pusat/ Unit di Lingkungan Universitas Riau,

Yang terhormat Para Dosen, Karyawan dan Mahasiswa,

Yang terhormat Para Rekan Sejawat dan Segenap Civitas Akademika Universitas Riau,

Yang terhormat Para Alumni dan seluruh Undangan yang saya muliakan.

Pertama-tama marilah kita sama-sama memanjatkan puja dan puji syukur kekhadirat Tuhan yang Maha Pengasih dan Maha Agung yang melimpahkan rahmat karuniaNya kepada kita semua sehingga pada hari yang sangat berbahagia ini kita dapat berkumpul dalam acara pengukuhan saya sebagai Guru Besar Produktivitas Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.

Pada kesempatan dan dalam suasana yang penuh hikmat ini perkenankanlah saya menyampaikan pidato pengukuhan guru besar ini dengan judul:

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

PENGELOLAAN WADUK YANG BERKELANJUTAN

DALAM RANGKA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PERAIRAN

PENDAHULUAN

Penduduk Indonesia dari tahun ketahun semakin meningkat, maka konsumsi ikan sebagai sumber protein hewani semakin meningkat. Sehubungan dengan hal tersebut maka produksi ikan perlu ditingkatkan . Produksi ikan untuk kebutuhan penduduk mayoritas berasal dari hasil tangkapan nelayan baik di perairan laut maupun di perairan umum

Produksi ikan Indonesia dari hasil tangkapan dari tahun ke tahun mengalami penurunan, sehingga untuk memenuhi kebutuhan akan ikan sebagai sumber protein diharapkan dari hasil budidaya ikan di kolam, perairan umum, perairan payau (tambak) dan di perairan laut. Lahan budidaya ikan di daratan semakin berkurang, akibat pemanfaatannya untuk perumahan dan bangunan lainnya, sehingga untuk meningkatkan produksi ikan dari usaha budidaya ikan diarahkan pada budidaya ikan di perairan umum, salah satu diantaranya adalah budidaya ikan dalam karamba jaring apung di perairan waduk dan danau.

Budidaya dalam karamba jaring apung di perairan waduk ini selain bertujuan untuk meningkatkan produksi ikan atau meningkatkan produktivitas perairan juga bertujuan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat setempat terutama masyarakat yang lahan pertaniannya tergenang akibat pembangunan waduk tersebut. Jadi salah satu usaha untuk meningkatkan produksi ikan untuk konsumsi adalah dengan cara meningkatkan produktivitas perairan waduk yaitu dengan pemeliharaan ikan dalam Keramba jaring apung (KJA)

Budidaya ikan dalam karamba jaring apung, selain memberikan dampak positif dalam peningkatan produksi ikan atau meningkatkan produktivitas perairan dan meningkatkan pendapatan masyarakat setempat serta membuka lapangan kerja, dapat juga memberikan dampak negatif pada lingkungan perairan, apabila karamba jaring apung tidak dikelola dengan baik. Ahir-akhir ini hampir setiap tahun terjadi kematian masal ikan dalam karamba jaring apung yang terdapat di waduk dan danau. Hal ini terjadi akibat buangan limbah dari pakan yang diberikan, petani karamba jaring apung kurang memperhatikan daya dukung lingkungan perairan dan kurang memahami teknik budidayanya. Untuk tujuan peningkatan produktivitas perairan waduk melalui budidaya ikan dalam KJA diperlukan pengelolaan agar usaha budidaya berkelanjutan dan produksi ikan dari waduk dapat semakin meningkat.

PENGELOLAAN WADUK

Pendayagunaan sumberdaya alam di waduk yang tidak terkontrol akan menimbulkan perubahan-perubahan dalam ekosistem yang selanjutnya dapat menyebabkan rusaknya sumberdaya alam yang terkandung di dalamnya. Untuk mengantisifasi hal ini perlu dilakukan pengelolaan sejak dini di waduk. Pengelolan dimaksud disini adalah upaya terpadu untuk melestarikan manfaat perairan waduk yang meliputi kebijakan pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pengawasan, penelitian dan pengendalian lingkungan dengan tujuan untuk mempertahankan atau memperbaiki potensi sumberdaya alam di lingkungan waduk tersebut. Pengelolaan waduk untuk berbagai aktifitas tidak terlepas dari pengelolaan daerah aliran sungai sebagai sumber utama air yang menggenangi waduk. Maka dalam tulisan ini pengelolaan waduk untuk pembangunan berkelanjutan erat dengan pengelolaan daerah aliran sungai dan

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

kaitannya dengan pengelolaan waduk untuk budidaya karamba jaring apung yang berkelanjutan

Keterkaitan pengelolaan DAS dengan waduk karena karakteristik hidrologi waduk sangat dipengaruhi oleh sungai atau daerah aliran sungai yang dibendungnya. Poernomo *et al* (1993) berpendapat bahwa kualitas air waduk biasanya lebih stabil apabila dibandingkan dengan kualitas air sungai asalnya. Namun demikian untuk kelangsungan fungsi, kegunaan dan pemanfaatan waduk yang multi fungsi, sangat erat kaitannya dengan pengelolaan daerah aliran sungai. Jadi pengelolaan waduk yang multi fungsi (serba guna) tidak terlepas dari pengelolaan daerah aliran sungai. Hal ini mempunyai pengertian, jika pengelolaan suatu daerah aliran sungai sudah berjalan dengan baik, maka akan diharapkan fungsi dan kegunaan serta manfaat waduk dapat berjalan secara berkelanjutan.

Ada tiga hal yang saling berkaitan dalam pemanfaatan sumberdaya air sebagaimana dikemukakan oleh Soerjono (1977) yaitu hujan, vegetasi dan sungai yang ada kaitannya dengan erosi tanah yang dapat menyebabkan sedimentasi pada air sungai yag akhirnya masuk ke dalam waduk. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan pada waduk, kekeruhan, yang menyebabkan daya tembus cahaya matahari ke perairan menurun sehingga pertumbuhan ikan menurun karena pertumbuhan makanan alami di waduk menurun. Selain hal-hal tersebut adanya kekeruhan yang tinggi akiabat adanya erosi dapat menyebabkan kematian pada ikan yang dibudidayakan dalam karamba jaring apung, mengingat di waduk yang serba guna masyarakat yang bedomisili di sekitar waduk banyak memelihara ikan dalam karamba jaring apung. Jadi erosi ini perlu diperhatikan dalam pengelolaan daerah aliran sungai yang sangat erat kaitannya dengan pengelolaan waduk yang ada karamba jaring apung guna mencapai tujuan pengembangan budidaya karamba jaring apung di waduk yang berkelanjutan atau yang berkesinambungan. Sebelumnya telah dikemukakan, salah satu untuk mengatasi erosi ini adalah dengan adanya pegetasi penutup tanah. Vegetasi ini merupakan media yang terletak di antara hujan sebelum mencapai tanah. Media ini merupakan faktor penting dalam menentukan proses erosi. Jadi dalam pengelolaan daerah aliran sungai dan sekaligus dalam pengelolaan waduk keberadaan vegetasi yang ada di daerah aliran sungai perlu dijaga kelestariannya.

Vegetasi yang baik untuk mendapatkan air yang tidak merusak tanah adalah hutan almi atau hutan buatan yang terdiri dari jenis dan jumlah dan kelas umur yang beraneka ragam atau keanekaragaman jenis tanaman yang tinggi. Balai penyelidikan kehutanan Bogor di Cywindy-Cisoma Jawa Barat dari hasil penelitiannya melaporkan bahwa penutup tanah berupa hutan rimba paling efektif dalam pengendalian air mengalir di atas permukaan tanah dan pengendalian erosi. Hal ini terjadi karena adanya penghambatan kecepatan dan pemecahan butir-butir air dan dapat mengurangi masa air karena sebahagian air dimasukkan ke dalam tanah. Keadaan hutan rimba berupa vegetasi klimaks pada suatu kawasan berupa pepohonan besar dengan tajuk yang lebat sebagai lapisan atas. Pada lapisan bawah terdapat tetumbuhan berupa semak yang umumnya dari jenis lahan teduh. Kemudian pada lantai hutan terdapat berupa lapisan sarasah dan mikro organisme. Selanjutnya pada lapisan top soil pada hutan rimba tersebut terdapat jaringan akar dari berbagai macam pohon-pohonan dengan kedalaman di tanah yang berbeda-beda.

Tanah ini sifatnya gembur dan tidak muda terlepas, mengandung humus asal sarasah yang telah dirombak oleh jasad-jasad renik yang terdapat dalam tanah. Jadi dengan adanya

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

vegetasi berupa hutan rimba pada daerah aliran sungai dapat berfungsi menaikkan /me minimumkan dan menurunkan maksimum aliran sungai serta mengurangi atau menyediakan material-material yang mengendap dalam sungai, praktis nilai erosinya nihil sehingga sungai dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan secara lestari. Dengan berfungsinya sungai secara lestari maka waduk dan segala aktivitas yang ada di kawasan waduk, termasuk dalam hal ini pemeliharaan ikan dalam karamba jaring apung dapat berjalan secara berkelanjutan.

Dari uraian di atas dapat dilihat bahwa hutan yang terdapat daerah aliran sungai dapat berfungsi sebagai:

1. Reservoir atau yang menampung air hujan, kemudian melepaskannya secara perlahan-lahan.
2. Dapat menyebabkan fluktuasi air sungai baik dalam musim kemarau dan dalam musim hujan dalam keadaan merata.
3. Dapat berfungsi untuk mempertahankan kuantitas dan kualitas air sungai sepanjang waktu.
4. Unsur hara yang masuk ke sungai tidak berlebihan.

Apabila dalam pengelolaan daerah aliran sungai dapat mempertahankan dan melestarikan keberadaan hutan rimba atau hutan alami dan tidak adanya masukan unsur hara yang berlebihan ke sungai diharapkan fungsi utama waduk akan berjalan dengan baik dan usaha yang ada dalam kawasan waduk dalam keadaan lestari dalam hal ini termasuk budidaya dalam karamba jaring apung dapat dikembangkan secara berkesinambungan sesuai dengan daya dukung lingkungan waduk yang bersangkutan dengan harapan produktivitas perairan waduk semakin meningkat.

Dalam pengelolaan daerah aliran sungai luasan areal hutan lindung perlu dipertimbangkan karena dapat berfungsi mempertahankan pengaruh hujan terhadap fluktuasi air sungai ke arah pendekatan pemerataan fluktuasi sebagaimana dikemukakan Soemarwoto (1977). Adanya pemerataan fluktuasi aliran air sungai ini diharapkan terjadinya pemerataan fluktuasi ketinggian air waduk dan kualitas airnya stabil untuk tujuan utamanya sebagai pembangkit listrik tenaga air dan untuk tujuan lainnya dalam hal ini untuk budidaya ikan dalam karamba jaring apung maupun untuk tujuan pariwisata. Agar tujuan ini dapat tercapai maka lokasi dan persentasi hutan lindung yang terletak di atas 400 meter dari permukaan laut dipertahankan dan pengamanan terhadap hutan perlu diperketat dalam penebangan hutan lebih ditertibkan atas dasar prinsip tebang pilih demi kelestarian sumberdaya hutan sehingga fungsi hidrologis tumbuhan dapat berjalan dengan baik.

Dalam pengelolaan daerah aliran sungai dikaitkan dengan pengelolan waduk yang berkelanjutan untuk usaha budidaya dalam karamba jaring apung adalah terjadinya erosi pada tanah-tanah yang berlereng yang berdekatan dengan kawasan jaring apung disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan air hujan yang jatuh lebih banyak dibandingkan dengan air yang dapat diserap dalam waktu yang sama. Sehubungan dengan hal tersebut untuk mengatasinya adalah memperbaiki tanah tersebut dengan mencari tanaman atau menanam tanaman yang mempunyai perakaran yang kuat dan ekstensif dan tanaman tersebut dapat menghasilkan bahan organik yang banyak kepada tanah, sehingga dapat membentuk humus secara alamiah yang dapat meningkatkan daya tahan air dalam tanah. Dengan cara seperti ini diharapkan erosi yang timbul akibat hujan sekecil mungkin sehingga dampak negatif terhadap budidaya ikan dalam karamba jaring apung semakin rendah dan pengembangan budidaya ikan karamba

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

jaring apung di kawasan waduk dapat berkelanjutan sesuai dengan daya dukungnya. dan produktivitas perairan waduk dapat berkelanjutan.

PENGELOLAN BUDIDAYA IKAN DI WADUK

Pendayagunaan sumberdaya alam di waduk yang tidak terkontrol akan menimbulkan perubahan-perubahan dalam ekosistem yang selanjutnya dapat menyebabkan rusaknya sumberdaya alam yang terkandung didalamnya. Untuk mengantisipasi hal ini perlu dilaksanakan pengelolaan yang baik sejak dini di waduk. Pengelolaan dimaksud dalam tulisan ini adalah pengelolaan terpadu (*integrated management*) adalah sebuah proses yang mempormosikan koodinasi pengembangan dan pengelolaan sumberdaya perairan waduk dan sumber-sumber terkait dengan tujuan untuk mengoptimalkan resultan ekonomi dan kesejahteraan sosial dalam perilaku yang cocok tanpa mengganggu kestabilan dan ekosistem-ekosistem penting. Pengelolaan ini juga bertujuan untuk melestarikan manfaat perairan waduk yang meliputi kebijakan pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pengawasan, penelitian dan pengendalian lingkungan dengan tujuan untuk mempertahankan atau memperbaiki potensi sumberdaya alam di lingkungan waduk tersebut

Menurut pendapat Krismono (1988), pendekatan pengelolaan waduk secara terpadu (*integrated management*) ini dapat dilakukan sejak perencanaan sampai dengan implementasi dengan maksud:

1. Untuk mengkoordinasikan dan mengarahkan berbagai aktivitas dari semua sektor yang ada.
2. Agar sumberdaya alam perairan tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan dalam hal ini adalah budidaya ikan dalam karamba jaring apung di perairan waduk.
3. Sejalan dengan pendapat di atas Dahuri *et al* (2001), keterpaduan dalam pengelolaan sumberdaya perikanan agar maksud tersebut dapat tercapai selain memperhatikan keterpaduan secara sektoral perlu adanya keterpaduan dalam bidang ilmu.

Apabila wilayah waduk dimanfaatkan sebagai tempat usaha budidaya dalam karamba jaring apung, maka harus ada jamian atau perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Jumlah total limbah dari kegiatan budidaya tersebut tidak melebihi kapasitas assimilasi dari lingkungan tersebut.
2. Pengembangan karamba jaring apung harus dapat meminimalkan dampak negatif dari setiap kegiatan yang dilakukan.
3. Harus memperhatikan daya dukung lingkungan waduk untuk kegiatan karamba jaring apung sehingga aktivitas-aktivitas yang berkaitan dengan kegiatan tersebut di waduk dapat berlangsung secara berkesinambungan atau yang ramah lingkungan.

Untuk tercapainya pengembangan karamba jaring apung yang berkelanjutan di waduk diperlukan keharmonisan spasial masyarakat, bahwa dalam kawasan waduk tidak seluruhnya diperuntukkan bagi zona pemanfaatan dan kalau dianggap wilayah waduk sebagai penyedia sumberaya alam maka kriteria pemanfaatan untuk usaha karamba jaring apung adalah bahwa laju ekstraksinya tidak boleh melebihi kemampuan untuk memulihkan pada satu periode tertentu atau agar usaha yang ada di waduk tersebut berjalan secara terpadu dan lesatari. Mitchel dan Desilva (1992) berpendapat, pengelolaan waduk secara terpadu dan lestari dapat

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

dilaksanakan melalui penataan ruang perairan waduk yang merupakan kajian antara masing-masing sektor yang disesuaikan dengan kondisi fisik badan air. Sehubungan dengan hal tersebut Suzanami (1988) *dalam* Djukardi (1993), mengemukakan permasalah pokok yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan waduk yaitu:

1. Pokok permasalahan pertama berkaitan dengan pengaruh lingkungan sosial terhadap kegiatan pengembangan sumberdaya air.
2. Pokok permasalahan kedua berkaitan dengan masalah lingkungan dan sosial yang diakibatkan interaksi antara tata guna air dan tata guna lahan.
3. Pokok permasalah ketiga berkaitan dengan tujuan (*acces to*) dan alokasi penggunaan sumberdaya air untuk berbagai pemanfaatan yang saling memerlukan sumberdaya tersebut.

` Pengelolaan waduk ini dapat dilakukan dengan pendekatan penataan ruang dalam hal ini adalah perencanaaan tata ruang dan pengendalian pemanfaatan ruang. Pengeloaan budidaya karamba jaring apung di perairan waduk secara terpadu mencakup beberapa aspek yaitu tata ruang, teknologi budidaya dalam hal ini daya dukung perairan.

Pengelolaan Berdasarkan Tata Ruang

Penataan ruang perairan adalah suatu upaya pengelolaan sumberdaya perairan waduk secara keseluruhan dengan mengingat kelestarian sumberdaya tersebut atau pemwilayahan waduk merupakan suatu upaya pengelolaan perairan waduk secara terpadu dan lestari. Pengelolaan waduk berdasarkan penataan ruang ini menurut Ilyas (1998), perairan waduk dibagi atas kawasan sesuai peruntukannya dengan memperhatikan kondisi ligkungan fisik, kimia, biologis perairan dan sosial ekonomi sekitarnya. Penataan ruang dimaksud dalam tulisan ini bahwa kawasan waduk dibagi menjadi beberapa kawasan sesuai dengan peruntukannya sehingga dalam pengelolaannya dilakukan pada masing-masing kawasan.

Berdasarkan tata ruang ini kawasan waduk dibagi menjadi beberapa kawasan atau zona berdasarkan pemanfaatannya, ada yang disebut dengan kawasan bahaya, kawasan lindung, kawasan budidaya, kawasan penangkapan, kawasan perhubungan air (transfortasi) dan kawasan wisata. Dengan adanya pembagian berdasarkan tata ruang ini diharapkan pengelolaan waduk tersebut lebih mudah dan lebih efisien dan masing-masing kawasan mempunyai persyaratan yang berbeda-beda sesuai dengan peruntukannya,

Dalam pengelolaan waduk berdasarkan tata ruang ini, pengamatan kualitas perairan mencakup fisik, kimia air (seperti oksigen, karbon dioksida, pH, suhu air, kecerahan, alkalinitas, TDS, kondutivitas, BOD, COD, total N, total P, Fe, SO_2, Ca dan Mg) dan parameter biologi perlu mendapat perhatian. Jika di perairan waduk tersebut telah ada penataan berdasarkan tata ruang sesuai dengan peruntukannya maka karamba jaring apung harus diletakkan pada kawasan budidaya dan jumlah karamba jaring apung yang beroperasi didasarkan pada perhitungan ambang atas yang aman dari penyuburan yang disebabkan oleh fosfor dari pakan yang terbuang dari limbah kotoran ikan. Krismono (1998) mengatakan jika telah ditentukan kawasan budidaya maka jumlah karamba jaring apung yang beroperasi pada kawasan tersebut harus sesuai daya dukung lahannya agar usaha ini mencapai pemanfaatan yang optimal. Jadi sebelum waduk serba guna difungsikan sebaiknya dilakukan penelitian terhadap wilayah waduk tersebut agar dapat ditentukan kawasan peruntukannya dengan tujuan supaya tidak terjadi tumpang tindih antara peruntukan yang satu dengan peruntukan yang lainnya dan untuk mencegah terjadinya komplik antara pengguna yang satu dengan pengguna lainnya. Selain hal

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

tersebut, apabila telah dilakukan penataan ruang suatu kawasan waduk berdasarkan peruntukannya perlu adanya pengaturan sarana dan prasarana pada masing-masing peruntukan.

Meskipun telah ditentukan kawasan dalam waduk berdasarkan peruntukannya dan masing-masing memiliki fungsi tersendiri dalam konteks pengelolaan penataan ruang ini perlu dikordinasikan antara yang satu dengan yang lainnya agar dapat saling menunjang dan tidak saling merugikan. Kegiatan sekunder pada waduk serba guna baik pada kawasan waduknya sendiri dan daerah sekitarnya perlu disaring kelayakan peruntukan masing-masing agar tidak mengganggu fungsi utama waduk tersebut. Dalam arti kata apabila di kawasan waduk dilakukan kegiatan sekunder sebaiknya dilakukan studi kelayakannya.

Dalam undang-undang RI Nomor 24 tahun 1992, tentang penataan ruang ditetapkan bahwa perencanaan tata ruang dilakukan dengan pertimbangan:

a. Keserasian, keselarasan dan keseimbangan fungsi budidaya dan fungsi lindung, dimensi waktu, teknologi, sosial budaya serta fungsi pertahanan dan keamanan.
b. Aspek pengelolaan secara terpadu berbagai sumberdaya, fungsi dan estetika lingkungan serta kualitas ruang.

Pengelolan lingkungan waduk berdasarkan penataan tata ruang ini tujuannya adalah :

a. Agar tercapai pemanfaatan kawasan-kawasan waduk yang berkualitas.
b. Terwujudnya keterpaduan dalam penggunaan sumberdaya alam dan sumberdaya buatan dengan memperhatikan sumberdaya manusia melalui proses koordinasi, integrasi, dan sinkronisasi perencanaan tata ruang, pemanfatan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang.
c. Dapat melihat permasalahan keterpaduan, bukan saja dari sudut pandang pengaturan komponen pemakai ruang melainkan juga dari sudut penataannya.
d. Dari sudut sektoral, masyarakat dapat diatur sedemikian rupa dalam pemanfaatan masing-masing kawasan sehingga interaksi antar berbagai kegiatan tidak saling berbenturan antara kegiatan yang satu dengan kegiatan yang lainnya.

Pengelolaan waduk menurut tata ruang ini setiap orang yang berdomisili disekitar kawasan waduk berhak untuk berperan serta dalam penyusunan tata ruang, pemanfaatan ruang, sehingga masyarakat yang terkena pengaruh dampak pembangunan waduk terlibat dalam pengembangan serta pengelolaan waduk perlu diperhatikan dan ditampung aspirasinya serta dibina dan diarahkan kegiatannya. Peran serta masyarakat perlu mendapat perhatian utama dalam penataan kawasan waduk karena pada akhirnya hasil pengembangan dan pengelolaan waduk beserta sumberdaya perikanan perairan waduk adalah untuk kepentingan masyarakat sekitar waduk. Sehubungan dengan keikutsertaan dan peran serta masyarakat secara keseluruhan dan keterlibatannya dalam dunia usaha untuk memanfaatkan kawasan waduk. Untuk maksud ini perlu adanya satu wadah dan dengan memanfaatkan wadah berbentuk lembaga ini masyarakat bersama pemerintah melaksanakan upaya pengendalian pemanfaatan kawasan waduk.

Pengelolaan waduk menurut penataan ruang atau kawasan (zona) ini tidak terlepas dari daerah aliran sungai sebagai suatu kesatuan dari sistem ruang karena sumber air untuk waduk ini bersumber dari daerah aliran sungai, sehingga pengelolaan waduk menurut tata ruang ini diperlukan pengawasan yang baik pada penataan ruang pada wialayah hulu daerah aliran

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

sungai, karena akan memberikan dampak pada kuantitas dan kualitas air perairan waduk tersebut.

Pengelolaan Menurut Daya Dukung

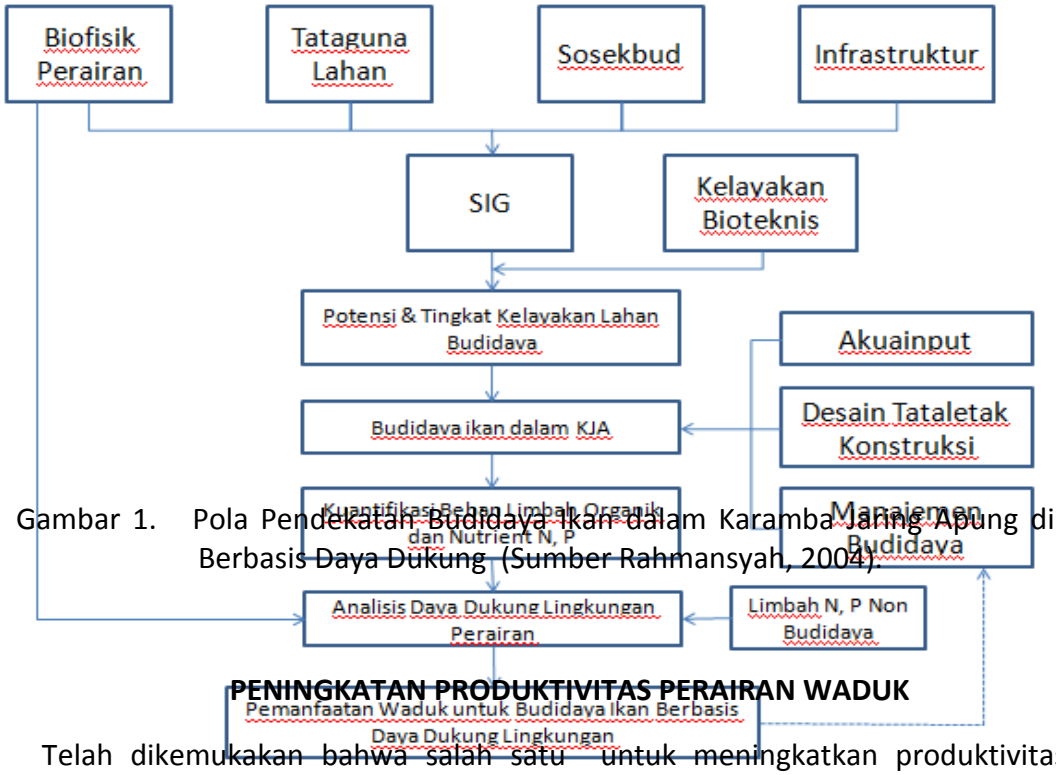
Pengelolan waduk dikaitkan dengan daya dukung ini dilakukan setelah dilakukan penataan ruang sesuai dengan pemanfaatan waduk tersebut untuk berbagai aktivitas yang ada. Pengelolaan waduk menurut daya dukung dalam tulisan ini difokuskan untuk kegiatan karamba jaring apung dengan tujuan agar kegiatan karamba jaring apung di kawasan budidaya dalam waduk tersebut dapat berkelanjutan. Pengertian daya dukung dalam tulisan ini dapat dilihat pada uraian sebelumnya. Dari pengertian mengenai daya dukung tersebut terlihat bahwa daya dukung waduk dikaitkan dengan kegiatan karamba jaring apung ada keterkaitannya dengan beban masukan dari beban bahan organik yang masuk kedalam perairan.

Daya dukung perairan selalu berfluktuasi menurut musim dan dapat menurun karena cemaran misalnya tingginya sisa pakan dari kotoran ikan yang masuk ke perairan. Pemanfaatan perairan waduk bagi budidaya ikan dengan menggunakan karamba jaring apung baik secara intensif maupun semi intensif pada dasarnya mengikuti pola perkembangan yaitu pada tahap awal perkembangan umumnya pertumbuhan dan produksi ikan akan meningkat dengan cepat seiring dengan peningkatan produksi primer di perairan waduk. Pada periode selanjutnya baik pertumbuhan maupun produksi ikan mengalami penurunan yang disebabkan oleh menurunnya daya dukung perairan.

Perhitungan banyaknya sisa pakan yang masuk ke perairan yang dapat diserap oleh perairan sesuai dengan kemampuannya (terutama N dan P), maka daya dukung suatu perairan untuk pengembangan budidaya karamba jaring apung dapat diperkirakan. Perhitungan daya dukung maksimum di perairan bukan berdasarkan banyaknya karamba jaring apung. Hal ini dikarenakan banyaknya unit karamba jaring apung sangat bergantung pada ukuran karamba jaring apung, kepadatan ikan dan jumlah pakan yang diberikan. Jadi dalam pengelolaan lingkungan kawasan karamba jaring apung secara terpadu di perairan waduk agar tidak melebihi daya dukung suatu perairan.

Banyak peneliti yang mengemukakan terjadinya kematian masal ikan yang dibudidayakan alam karamba jaring apung pada beberapa waduk atau danau seperti di waduk Cirata, Saguling, Jatiluhur, danau Toba dan danau Singkarak, hal ini terjadi akibat terpusatnya karamba jaring apung pada suatu kawasan atau satu lokasi dan tidak memperhatikan daya dukung atau melebihi daya dukung sehingga total P dan N yang masuk ke lingkungan dari kegiatan budidaya melebihi tingkat assimilasi perairan tersebut dan sering terjadi defisit oksigen sehingga menyebabkan kematian bagi ikan yang dibudidayakan. Agar hal tersebut tidak terjadi maka setelah diketahui lokasi atau kawasan untuk budidaya maka sebelum dilakukan usaha budidaya sebaiknya ditentukan daya dukung perairan waduk, baru ditentukan berapa jumlah karamba jaring apung yang dapat beroperasi di kawasan waduk. Dari jumlah karamba yang dapat beroperasi berdasarkan daya dukung ini maka karamba dioperasikan pada masing-masing kawasan yang terpilih sebagai lokasi budidaya. Apabila jumlah karamba yang beroperasi sesuai dengan daya dukung diharapkan karamba jaring apung tersebut dapat berkelanjutan. Pola pendekatan pengelolaan budidaya ikan dalam karamba jaring apung berbasis daya dukung dapat dilihat pada Gambar 1.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/



Gambar 1. Pola Pendekatan Budidaya Ikan dalam Karamba Jaring Apung di Waduk Berbasis Daya Dukung (Sumber Rahmansyah, 2004).

Telah dikemukakan bahwa salah satu untuk meningkatkan produktivitas perairan waduk adalah dengan memanfaatkan waduk yang sifatnya multi guna untuk budidaya ikan dalam keramba jaring apung. Untuk tujuan peningkatan produksi ikan yang dipellihara dalam KJA ini ada beberapa strategi yang dilakukan . Strategi didefinisikan sebagai suatu proses penentuan rencana yang berfokus pada tujuan jangka panjang, disertai penyesuaian suatu cara atau upaya bagaimana agar suatu tujuan dapat tercapai (Sukristono *dalam* Sugiardi, 2006).

Pengelolaan waduk menurut Jorgensen dan Vollenweider (l988) sangat tergantung dengan variabel eksternal dan variabel internal. Variabel eksternal atau *forcing function* yaitu kekuatan/tekanan pada waduk sebagai fungsi waktu. Kekuatan/tekanan ini ada yang bisa dikendalikan dan ada yang tidak bisa dikendalikan. Kekuatan/tekanan yang tidak bisa dikendalikan adalah hujan, angin dan radiasi matahari, sedangkan yang bisa dikendalikan adalah masukan dan keluaran air, nutrien dan zat-zat beracun. Variabel internal atau *state variables* misalnya populasi fitoplankton, nutrien dan ikan. Selanjutnya dikemukakan bahwa inti pengelolaan danau/waduk adalah mendapatkan hubungan antara variabel eksternal dan variabel internal dan dengan menggunakan pengetahuan dari hubungan ini kondisi danau/waduk yang diinginkan dapat dicapai yaitu dengan merubah dan mengendalikan variabel-variabel tersebut.

Kegiatan perikanan budidaya KJA di waduk dalam pengembangannya mengalami hambatan baik internal maupun eksternal namun usaha ini dapat dikembangkan untuk mengisi peluang yang ada yaitu meningkatan produksi ikan air tawar dalam memenuhi permintaan pasar dan jumlah penduduk yang semakin meningkat. Berkaitan dengan hal tersebut analisis SWOT sebagai alat strategi dapat dipergunakan untuk merumuskan langkah-langkah yang dilakukan (Rangkuti, l999). Laoh (l991) mengemukakan, bahwa kata-kata SWOT

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

dipakai dalam penyusunan suatu rencana yang matang untuk mencapai tujuan jangka pendek maupun jangka panjang. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan dan peluang namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan dan ancaman.

Analisis SWOT ini adalah dengan membuat matrik IFE (*Internal Factor Evaluation*) dan membuat matrik EFE (*External Factor Evaluation*). Matrik IFE ini digunakan untuk mengetahui faktor-faktor internal yang berkaitan dengan kekuatan dan kelemahan yang dianggap penting, sedangkan matrik EFE digunakan untuk mengetahui faktor-faktor eksternal yang berkaitan dengan peluang dan ancaman (David,2000 *dalam* Umar, 2003).

Setelah menganalisis dengan matrik IFE dan EFE kemudian dilanjutkan berbagai kombinasi dengan menggunakan matriks SWOT. Analisis SWOT ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (*Strengts*) dan peluang (*Opportunities*), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*Weaknesses*) dan ancaman (*Treaths*). Analisis SWOT ini dituangkan dalam bentuk matrik SWOT yang menghasilkan 4 kemungkinan alternatif strategi yaitu strategi SO, strategi WO, strategi ST dan strategi WT. Secara ringkas gambaran dari matrik SWOT ini menurut Rangkuti (l999) dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Matrik SWOT

IFE / EFE	*Strengts* (S)	*Weaknesses* (W)
Opportunities (O)	Strategi SO Ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang	Strategi WO Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang
Treaths (T)	Strategi ST Ciptakan strategi yang mengunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman	Strategi WT Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman

Dari matrik SWOT pada Tabel 4.1. dapat dilihat bahwa ada 4 kemungkinan alternatif strategi pengembangan perikanan karamba jaring apung yang berkelanjutan di waduk yaitu strategi SO (menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang), strategi ST (menggunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman), strategi WO (meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang) dan strategi WT (meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman).

Menurut Rangkuti (l999) keempat set kemungkinan alternatif strategi untuk pengembangan budidaya KJA di waduk yaitu strategi kekuatan dan peluang, strategi kekuatan dan ancaman, strategi kelemahan dan peluang, serta strategi kelemahan dan ancaman. Koswara (l999) mengemukakan, bahwa strategi yang dapat dilakukan dalam pengembangan

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

KJA di waduk adalah meningkatkan produksi dan produktivitas, usaha introduksi jenis ikan, melakukan pengaturan tata ruang, meningkatkan kualitas lingkungan perairan, mengembangkan teknologi budidaya KJA yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan serta memasyarakatkan kebiasaan makan ikan. Selain strategi tersebut di atas strategi lain yang dapat digunakan dalam pengembangan KJA adalah melakukan penataan daerah aliran sungai, mengimplementasikan hasil studi Amdal, RKL dan RPL, melakukan penertiban terhadap industri, meningkatkan disiplin dan kesadaran masyarakat akan pelestarian lingkungan serta membangkitkan keinginan pemerintah untuk melakukan pengelolaan waduk dan daerah aliran sungai. Selanjutnya dikemukakan, strategi lain yang dapat dilakukan adalah meminimalkan kelemahan yang dimiliki petani dan menghindari ancaman yang ada dari luar yaitu dengan cara peningkatan kuantitas dan kualitas benih, penataan zonasi, penataan tata letak dan distribusi KJA, pembentukan dan pembinaan kelompok tani dan pengembangan pakan murah.

Strategi Pengembangan KJA dengan Pemanfatan Buangan

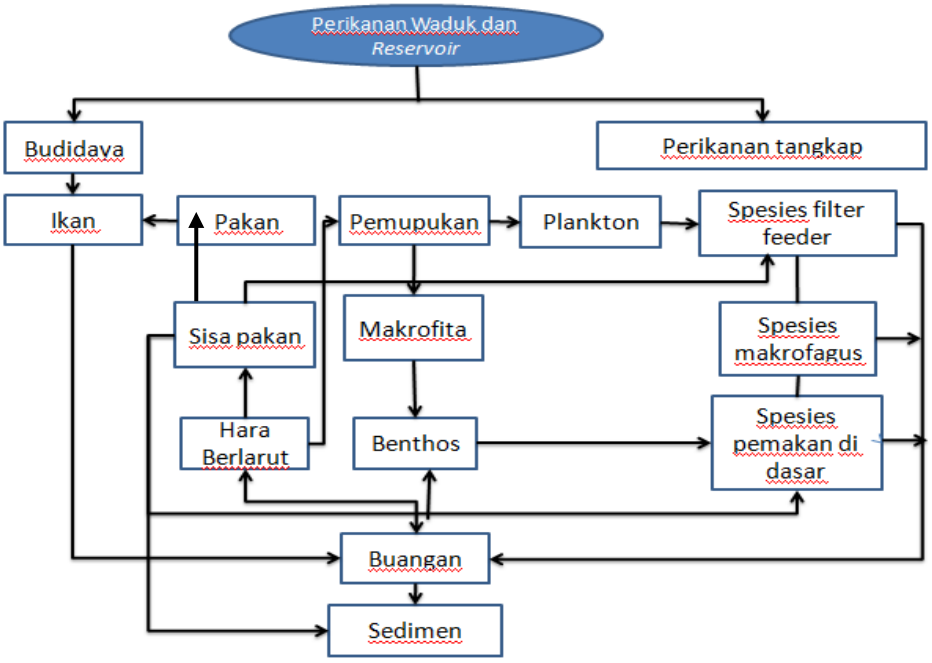
Beberapa ikan budidaya dapat memanfaatkan bahan organik baik secara langsung maupun tidak langsung. Di Israel, salah satu jenis ikan adalah tilapia digunakan untuk mengurangi sedimen organik yang terdapat di waduk. Ikan tilapia tersebut memiliki kemampuan mengonsumsi bahan organik dan mengomverisikannya menjadi protein daging ikan yang bernilai. Setelah beberapa lama ditebari ikan tilapia tersebut, ternyata ketebalan lapisan sedimen bahan organik di dasar waduk semakin berkurang. Hal ini disebabkan bahan organik tersebut dikonsumsi oleh ikan tilapia tersebut, ini terbukti dari hasil pemeriksaan isi lambung ikan ternyata mengandung bahan organik.

Di Indonesia, seringkali pemeliharaan ikan di kolam-kolam yang dibangun di belakang rumah bersumber air dari saluran-saluran kecil yang sekali gus menjadi pembuangan limbah rumah tangga dipelihara ikan-ikan yang dapat memanfaatkan bahan-bahan organik, seperti gurami, lele dan mujair.

Di Cina, strategi pengembangan budidaya ikan dalam jaring apung di waduk dan *reservoir* air lainnya dibarengi dengan pengembangan spesies yang dapat memanfaatkan buangan dan dampak dari kegiatan budidaya tersebut. Buangan dari kegiatan budidaya ikan di karamba jaring apung tersebut berupa sisa pakan, feses, dan metabolit (buangan dari proses metabolisme antara lain amoniak yang dikeluarkan insang ikan). Buangan tersebut pada umumnya mengandung unsur nitrogen (N) dan fosfor (P) yang bila larut ke dalam air (setelah diuraikan oleh bakteri) akan menjadi hara bagi fitoplankton perairan waduk dan *reservoir* tersebut. Dengan semakin tinginya intensitas kegiatan budidaya ikan dalam karamba jaring apung di waduk tersebut berarti semakin banyak pula unsur N dan P yang masuk dan larut ke perairan waduk. Hal ini berarti semakin tinggi ketersediaan unsur hara bagi fitoplankton sehingga perairan waduk semakin subur. Proses perairan yang mengalami penyuburan tersebut disebut eutrofikasi yang ditandai oleh warna hijau pada perairan karena banyak mengandung fitoplankton. Parairan yang mengalami eutrofikasi atau perairan yang terlalu subur ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem perairan waduk tersebut, seperti terjadinya defisiensi oksigen terlarut pada malam hari dan dapat menyebabkan kematian massal fitoplankton. Kamatian massal fitoplankton ini dapat pula menyebabkan defisiensi oksigen terlarut pula karena untuk penguraian bangkainya dibutuhkan oksigen. Salah satu usaha untuk mengurangi populasi fitoplankton ini di perairan tersebut diperlukan spesies ikan

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

yang dapat memanfaatkan atau mengonsumsi fitoplankton dan mengonversikan fitoplankton tersebut menjadi protein ikan yang mempunyai nilai jual. Ikan pemakan atau pemanen fitoplankton (*phytoplankton grazzer*) ditebar di waduk atau *reservoir* secara rutin dan boleh ditangkap oleh masyarakat (nelayan) sekitar waduk atau *reservoir* tersebut sebagai kegiatan mata pencaharian utama perikanan tangkap. Pada umumnya ikan pemakan fitoplankton, seperti ikan mola (*Hypopbtbalmichbtbys molitrix*). Cara ini adalah merupakan strategi pengembangan budidaya karamba jaring apung di waduk dan *reservoir* yang berkelanjutan dan berdampak ganda yang positif terhadap produksi perikanan tangkap di perairan umum (waduk). Strategi yang demikian telah diterapkan di Cina dan strategi ini disajikan dalam Gambar 2. Dengan memanfaatkan strategi tersebut telah menyebabkan peningkatan produksi perikanan budidaya di waduk atau reservoir sampai batas tertentu dan selalu diikuti dengan peningkatan produksi perikanan tangkapnya. Adanya kegiatan pemanfaatan ikan pemanen fitoplankton ini menyebakan kegiatan kedua perikanan tersebut memiliki *sustainabilitas* yang tinggi.



Gambar 2. Strategi Pengembangan Budidaya Ikan di Waduk yang Diikuti Pengembangan Perikanan Tangkap dengan Menggunakan Konsep Daur Ulang Limbah (Sumber Efendi , 2004)

Dari data yang dikemukakan Effendi (2004), di waduk Cirata, Jawa barat, setiap 1.000 g pakan mengandung 25 % protein atau 40 g N yang dimasukkan ke dalam sistem budidaya karamba jaring apung tidak semuanya dapat dikonversi menjadi daging. Dari 1.000 g pakan tersebut mungkin dapat dikonversi menjadi 588 g daging ikan (setara dengan 105,8 g protein atau 16,93 g N) saja atau nilai konversi pakan sama dengan 1,7. Dengan kata lain, dari 40 g N

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

pakan hanya 16,93 g N menjadi daging ikan, atau terjadi retensi nitrogen dalam tubuh ikan sebesar 42% saja. Nitrogen lainnya sebanyak 19,07 g larut ke dalam perairan waduk dan menjadi hara bagi fitoplankton dan dengan bantuan sinar matahari mengngonversikannya menjadi N fitoplankton. Dengan demikian setiap 40 g N pakan (1.000 g) telah dikonversi menjadi 19,07 N fitoplankton. Jika ditebari ikan pemakan fitoplankton seperti ikan mola, tambakan, nilem dan kerang air tawar diharapkan bisa memanfaatkan limbah organik ini. Secara teori, dengan mengunakan nilai retensi protein sebasar 42 % seperti di atas, N fitoplankton ini dapat dikonversi menjadi 8,01 g N atau 50,06 g protein daging ikan mola. Kandungan protein daging ikan mola diperkirakan sebanyak 19,77 %, sehingga dari konversi tersebut di atas dapat dihasilkan sebanyak 253,21 g daging ikan mola. Dari perhitungan-perhitungan di atas dapat dilihat, bahwa setiap 1.000 g pakan yang dimasukkan ke dalam sistem budidaya karamba jaring apung dapat diproduksi pula sebanyak 253,21 g daging ikan mola dan seiring dengan hal tersebut membaiknya, bukan memburuknya kualitas lingkungan perairan waduk Cirata.

Strategi Pengembangan KJA dengan Teknik Budidaya

Teknik budidaya ikan dalam karamba jaring apung merupakan salah satu teknik budidaya yang sesuai untuk optimalisasi sumberdaya perairan khususnya di perairan waduk dan danau yang ada di Indonesia yang cukup luas (luasnya 2.1 juta ha). Keberhasilan pengembangan budidaya tersebut berdampak positif pada peningkatan produksi ikan dari karamba jaring apung yang identik dengan peningkatan produktivitas perairan waduk. Peningkatan produksi karamba jaring apung ini dapat berdampak positif pada peningkatan konsumsi ikan yang masih rendah, peningkatan peluang berusaha, kesempatan kerja dan peningkatan pendapatan serta peningkatan pemanfaatan sumberdya perairan waduk terutama bagi masyarakat yang terkena dampak pembangunan suatu waduk.

Sejalan dengan dampak positif yang dikemukakan di atas, sering timbul permasalahan yang disebabkan oleh keingingan petani yang ingin cepat panen maka pakan ikan diberikan dengan sistem pompa atau pakan diberikan setiap saat, sehingga tidak efisien dalam arti lain banyak dari pakan yang diberikan terbuang ke lingkungan perairan waduk dan berdampak negatif yaitu biaya produksi terlalu tinggi, kualitas lingkungan perairan semakin menurun (tercemar) dengan adanya pakan yang terbuang. Salah satu cara mengurangi akibat terbuangnya pakan ini perlu dipikirkan strategi apa yang dilakukan untuk mengatasinya yang sekaligus berfungsi sebagai salah satu strategi dalam pengembangan karamba jaring apung di perairan waduk. Pemberian pakan sebaiknya dilakukan sejalan dengan kebutuhan ikan dan memanfaatkan pakan yang terbuang ke lingkungan yaitu dengan penerapan paket teknologi karamba jaring apung ganda (bertingkat). Pada saat ini sebahagian petani ikan dalam karamba jaring apung di waduk Jatiluhur sudah melaksanakan karamba jaring apung ganda ini.

Teknik pemeliharaan ikan dalam karamba jaring apung ganda ini yaitu pemeliharaan ikan dalam karamba jaring apung dua tingkat atau dua lapis ada yang dinamakan lapis dalam dan ada yang dinamakan lapis luar. Jaring lapis dalam ukurannnya lebih kecil dan untuk memelihara ikan utama seperti ikan mas, sedangkan jaring lapis luar ukurannya lebih besar dibandingkan dengan jaring lapis dalam dan memelihara ikan yang mampu memanfaatkan atau mendapatkan sisa pakan dari jaring lapis dalam, ataupun yang dapat memakan lumut/oraganisme yang menempel di jaring. Ikan yang dipelihara dalam jaring lapis luar ini

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

adalah ikan nila. Jaring lapis luar ini umumnya lebih besar (0.5-1.0 m) dan lebih dalam (1.0-2.0 m) dari jaring lapis dalam.

Penekanan utama pada penggunaan teknik pemeliharaan jaring ganda ini adalah pada pemeliharaan komoditas ikan mas. Hal tersebut didasarkan pada hasil penelitian bahwa pemeliharan ikan mas menggunakan karamba jaring apung satu lapis yang berukuran 7x7x 2m (98 m^3) menghasilkan produksi 20-25 kg ikan /m^3 dan konversi pakan 2-3, ternyata terbukti sebanyak 30-40 % dari pakan yang diberikan terbuang ke lingkungan atau tidak dapat dimanfaatkan oleh ikan mas. Adanya pakan yang terbuang ke lingkungan ini, diharapkan dengan pemeliharaan ikan khususnya ikan nila pada lapis kedua dapat memanfaatkan pakan yang terbuang tersebut yang sekaligus bertujuan untuk meningkatkan produktivitas usaha budidaya karamba jaring apung di perairan waduk atau *reservoir*.

Hasil penelitian yang dilaporkan balai risert perikanan budidaya air tawar, pusat riset perikanan budidaya BRKP (2003) *dalam* http;//www.dkp.go.id/content.php?c=416 melaporkan bahwa keragaan produksi antara karamba jaring apung ganda (lapis dalam ikan mas dan lapis luar ikan nila) dengan karamba jaring apung tunggal di Jatiluhur menunjukkan adanya peningkatan produksi. Produksi ikan dalam karamba jaring apung tunggal yang ditebari ikan mas dengan padat tebar 100 kg/petak dan pemberian pakan 3.000 kg dengan lama pemeliharaan 3 bulan adalah sebanyak 1.600 kg. Sedangkan produksi karamba sistem ganda dengan pemeliharaan ikan nila pada lapis luar dengan padat tebar 50 kg/petak dengan jumlah pakan dan lama pemeliharaan yang sama diperoleh produksi ikan mas 1.440 kg dan ikan nila 455 kg (total 1.895 kg)/petak keramba. Dari data ini dapat disimpulkan dengan adanya strategi pengembangan karamba jaring apung memakai karamba jaring apung ganda (dua lapis) produktivitas karamba jaring apung semakin meningkat atau produksi ikan dalam karamba jaring apung di lingkungan perairan waduk semakin meningkat dan dengan cara ini kualitas air diharapkan semakin meningkat karena sisa pakan yang terbuang ke lingkungan semakin menurun.

Strategi Pengembangan KJA dengan Pakan

Biaya produksi terbesar dalam usaha budidaya ikan dalan karamba jaring apung hingga ukuran ikannya siap jual di pasaran adalah pakan. Ada peneliti mengemukakan kecurigaannya bahwa kerusakan lingkungan perairan di lingkungan karamba jaring apung adalah karena adanya limbah dari usaha budidaya dan ketidak berkesinambungan usaha budidaya di banyak daerah adalah akibat dari pengelolaan pakan yang tidak optimal. Salah satu contoh menurut peneliti tersebut adalah tambak ikan kerapu milik masyarakat di kecamatan Lasolo , Sulawesi tenggara. Menurrut kepala dinas perikanan propinsi setempat, usaha budidaya kerapu tersebut hanya sekali melaksanakan panen yang pertama dan terakhir kalinya. Salah satu penyebabnya adalah mahalnya harga pakan ikan tersebut dan petani ikan mengalami kesulitan untuk mendapatkan ikan rucah sebagai pakan ikan kerapu.

Ikan seperti halnya manusia membutuhkan nutrisi yang lengkap dan mencukupi untuk hidupnya. Unsur-unsur, seperti protein, lemak dan karbohidrat sebagai komponen utama disamping mineral dan vitamin sebagai komponen pendukung sangat dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan ikan yang dibudidayakan. Ikan tidak bisa tumbuh dengan baik bila hanya diberikan pakan sisa daun singkong, ampas kelapa, bahkan sisa sisa nasi dari makanan

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

yang kita berikan pada ikan-ikan yang dibudidayakan. Oleh karena itu adanya usaha untuk memenuhi kebutuhan ikan akan pakan yang berkualitas, murah dan ramah lingkungan sangatlah diperlukan sebagai salah satu strategi pengembangan budidaya karamba jaring apung di perairan waduk sangat diperlukan.. Sekarang timbul pertanyaan apa itu pakan yang berkualitas, pakan murah dan pakan yang ramah lingkungan serta bagaimana keterkaitannnya dengan peningkatan produktivitas perairan waduk.

1. **Pakan Berkualitas**.

Baik buruknya kuaslitas pakan atau mutu suatu pakan ikan ditentukan oleh nilai konversi pakan (*feed conversion rate* = FCR). Hal ini sangat ditentukan oleh seberapa lengkap ketersediaan komponen penyusun pakan ikan tersebut. Semakin lengkap komponen penyusun pakannya, maka semakin tinggi pula kualitasnya. Komponen pakan yang lengkap meliputi protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral. Selain hal tersebut bahan-bahan tambahan lainnya seperti pewarna, bahan penarik, hormon dan bahan pengikat juga diperlukan namun bukan hal yang wajib sifatnya. Pakan yang lengkap ini akan lebih baik bila dibandingkan dengan bila ikan peliharaan hanya diberi ikan rucah. Ikan rucah ini nutrisinya tidak lengkap bila dibandingkan dengan pakan/pellet, karena ikan rucah umumnya hanya didominasi oleh protein dan kadar air dan sedikit fosfor.

Protein dikenal sebagai zat pembangun tubuh, sel atau jaringan. Pada protein ini terdapat berbagai jenis asam amino yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Apabila asam amino ini tidak ada dalam komponen pakan akan mempengaruhi pertumbuhan ikan ikan yang dibudidayakan baik untuk pembesaran maupun untuk perbanyakan sel/individu. Bahan-bahan protein yang umum dalam pembuatan pakan dikenal dengan tepung ikan, tepung udang, tepung kedelai, limbah buangan nindustri seperti tepung kepala udang, usus ikan, ikan rucah, tepung darah, tepung tulang dan sebagainya. Masing-masing bahan yang dikemukakan di atas mempunyai jumlah dan jenis asam amino berbeda-beda. Dari semua bahan-bahan tersebut yang lebih lengkap kandungan asam aminonya adalah tepung ikan, berarti tepung ikan adalah sumber protein yang terbaik dalam pembuatan pakan ikan.

Dalam melakukan aktivitasnya (berenang, mencari makan, menghindari musuh, metabolisme, pertumbuhan dan ketahanan tubuh) ikan memerlukan energi. Untuk ini lemak sebagai komponen penyedia energi terbesar mutlak diperlukan dalam pakan/pellet. Dalam lemak ini terdapat asam-asam lemak dan pada umumnya ikan tidak dapat membuatnya sendiri sehingga harus diberikan dalam pakannya. Namun demikian ikan bisa mensintesa lemak menjadi asam lemak yang sangat dibutuhkan manusia seperti asam linolenat dan linoleat (omega-3). Hanya ikanlah yang mampu membuat omega-3 dan asam tersebut mampu mencerdaskan manusia bahkan masyarakatnya seperti yang terdapat di Jepang. Tidak itu saja, Jepang terkenal sebagai salah satu negara pengkonsumsi ikan terbesar di dunia, dan mampu menjadikan masyarakatnya berumur panjang karena banyak makan ikan yang mengandung omega-3 serta akan terhindar dari beragam penyakit. Bahan-bahan yang digunakan sebagai sumber lemak dalam pembuatan pakan ikan ini seperti minyak ikan, minyak kedelai, minyak sawit, minyak jagung dan minyak kanola.

Karbohidrat sebagai unsur penyedia energi dalam pakan keberadaannnya sangat dibutuhkan walaupun tidak berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan. Apabila dalam komponen pakan tidak ada karbohidrat maka akan memaksa protein untuk diubah fungsinya dari zat pembangun menjadi penyedia energi. Pengalihan fungsi ini akan membutuhkan energi

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

yang besar sehingga mengakibatkan kadar buangan gas ammonia ikan akan meningkat. Peningkatan buangan ammonia ini dalam perairan lambat laun akan mengakibatkan tercemarnya perairan yang memberikan dampak bagi organisme dasar, seperti abalone dan udang. Bahan yang umum digunakan sebagai sumber energi dalam pakan ikan adalah tepung kanji, tepung terigu, tepung sagu. Selain sebagai penyedia energi bahan bahan tersebut juga berfungsi sebagai bahan perekat.

Selain ketiga komponen utama yang dikemukakan di atas, dalam pakan dibutuhkan vitamin dan mineral meskipun sedikit tetapi sangat dibutuhkan. Vitamin sangat dibutuhkan untuk mengefisienkan kerja-kerja metabolisme tubuh. Selain itu biasanya vitamin terkait dengan sistem kekebalan tubuh ikan seperti pada vitamin C. Mineral, meskipun sedikit juga sangat dibutuhkan dalam pakan, misalnya unsur fosfor yang erat kaitannnya dengan pembentukan tulang utamanya pada makanan larva ikan. Pembengkokan tulang (abnormalitas) sangat dimungkinkan terjadi karena kurangnya atau tidak adanya pasokan fosfor dalam pakan ikan. Tubuh ikan yang abnormal sangat mengganggu dalam pertumbuhannya bahkan bisa mengakibatkan kematian. Apabila ikan tersebut hidup, pasti harga jualnya lebih murah, bahkan bisa dibuang begitu saja karena tidak layak untuk dijual. Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pakan yang berkualitas adalah pakan yang komponen penyusunnya terdiri dari protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral yang dapat menunjang pertumbuhan ikan dengan baik. sehingga produksi ikan dari budidaya semakin meningkat.

2. Pakan Murah

Komponen pakan sangat menentukan bagi berhasil tidaknya suatu usaha budidaya ikan. Dalam keadaan yang semakin sulit ini, para petani mendambakan harga pakan yang murah. Sebagai contoh , harga pakan ikan mas yang omnivora sebesar Rp. 5 000/kg dari berbagai pabrik pembuatanya. Harga pakan yang lebih mahal lagi dapat terjadi pada harga pakan ikan-ikan yan karnivora seperti udang, ikan kakap dan ikan kerapu. Untungnya harga jualnya yang tinggi dipasaran ekspor masih dapat menutupi biaya produksinya. Untuk keberlanjutan budidaya ikan konsep pakan mahal ini harus dibuang jauh-jauh. Dalam beberapa penelitian dan kebijakan, untuk ikan-ikan budidaya jenis herbivora (ikan yang makanan pokoknya tumbuh-tumbuhan) seperti grass carp harga bahan pakan jenis ikan ini lebih murah dan ketersediaannya di alam lebih banyak dibandingkan bahan pakan untuk jenis ikan carnivora (ikan yang makanan pokoknya daging). Ketersediaan bahan pakan ini seharusnya menjadi perhatian serta salah satu penentu kebijakan para pembudidaya ikan dan pemerintah untuk memelihara ikan dari jenis-jenis herbivora demi keberlangsungan dan keberlanjutan budidaya ikan di masa depan, walaupun dari segi harga produk ikan jenis herbivora sedikit lebih murah dibandingkan ikan karnivora.

Mahalnya harga pakan ikan pada situasi sekarang ini tidak terlepas dari harga bahan-bahan pembuat pakan yang ada. Contohnya tepung ikan dan minyak ikan adalah bahan protein dan lemak yang termahal. Oleh sebab itu para ahli pakan ikan dunia berusaha untuk mengganti tepung dan minyak ikan yang semakin langka dan mahal ini dengan sumber-sumber protein lainnya melalui serangkaian penelitian untuk mendapatkan pakan ikan yang lebih murah harganya.

Ada dua arah pengembangan penelitian pakan yang sekarang dilakukan untuk mendapatkan pakan yang lebih murah yakni pemanfaatan limbah protein (*protein by product*) dan protein asal tumbuhan (*vegetable protein*). Bahan-bahan ini dipilih karena harganya lebih

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

murah dan ketersediaannya di alam yang banyak. Bahan-bahan limbah protein ini seperti tepung kepala udang, tepung kulit kepiting, tepung darah, tepung tulang, tepung usus perut cumi, tepung usus ayam, tepung perut ikan tuna, tepung kepompong ulat sutra, ampas tahu dan sebagainya sebagai bahan-bahan alternatif pengganti tepung ikan yang cukup memberikan pengaruh positif bagi pertumbuhan ikan. Hal yang sama dengan penggunaan minyak ikan yang juga relatif mahal dibandingkan dengan minyak nabati. Oleh karena itu bahan-bahan protein dan lemak asal tumbuhan seperti tepung kedelai, tepung jagung, tepung biji sawit, minyak kedelai, minyak sawit dan minyak jagung menjadi andalan pengganti tepung dan minyak ikan yang cukup baik dan tidak memepengaruhi pertumbuhan ikan pada batas tertentu. Meskipun kandungan asam amino dan asam lemak dari bahan-bahan yang dikemukkan tersebut tidak selengkap dan sebanyak yang ditemui pada tepung dan minyak ikan. Kacang kedelai hasil rekayasa genetik sudah banyak dipakai sebagai sumber protein pakan ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan kedelai hasil rekayasa genetik ini tidak berpengaruh bagi tubuh ikan, karena hasil pemeriksaan pada hampir seluruh organ tubuh ikan tidak diketemukan gen pembawa dari kedelai tersebut dan laju pertumbuhan yang tidak begitu berbeda dibandingkan dengan pemanfaatan kedelai non rekayasa genetik. Kacang kedelai hasil rekayasa genetik ini banyak dikembangkan dengan maksud untuk mencegah tanaman dari hama dan penyakit, sehingga sejak tahun 1996 badan dunia FAO mengeluarkan pernyataan tentang tidak berbahayanya penggunaan kacang kedelai hasil rekayasa genetik ini untuk pakan ikan. Selain tidak berbahaya bagi ikan budidaya juga aman bagi manusia. Namun demikian timbul kontroversi tentang hal ini masih berlanjut meskipun frekwensinya sudah berkurang .

Penggantian tepung dan minyak ikan dengan bahan-bahan yang dianjurkan di atas uantuk mengatasi mahalnya harga pakan yang ada dan dapat mengatasi berkurangnya stok ikan dunia akibat pengelolaan penangkapan yang tidak mementingkan keberlanjutannya. Mengingat sekitar 40 % ikan dari hasil tangkapan dipergunakan untuk pembuatan tepung ikan, hal ini akan menambah sulitnya menyediakan tepung ikan dan menjadikannya bertambah mahal. Namun dikarenakan asam amino dan asam lemak yang terkandung dalam tepung dan minyak ikan adalah yang terbaik maka penggantiannya menurut Kurnia (2008) *dalam* http://www.beritaiptek.com-2008-07-04 mengemukakan penggantian tepung dan minyak ikan ini dengan bahan-bahan lain maksimal 20 % dari tepung kedelai dan 15 % untuk minyak kedelai masih layak karena tidak terlihat adanya perbedan dalam pertumbuhan ikan kakap. Demikian pula bahan-bahan limbah protein lainnya, masih tidak bisa menggantikan tepung ikan secara total dalam formulasi pembuatan pakan ikan tersebut. Memang konsep "ikan makan ikan" masih benar adanya, namun demikian konsep ini tidak selamanya bisa diterapkan mengingat ketersediaan ikan di alam semakin berkurang. Dengan pakan murah ini diharapkan pembudidaya ikan di waduk semakin bertambah sehingga produktivitas waduk dari usaha budidaya semakin meningkat.

3.Pakan Ramah Lingkungan

Pakan ramah lingkungan maksudnya adalah pakan ikan yang tidak mencemari lingkungan atau pakan yang memberikan dampak negatif yang lebih sedikit dibandingkan dengan pakan ikan lainnya. Pakan ikan peranannya sangat penting untuk menumbuhkan ikan budidaya, namun demikian pakan sangat berpotensi besar untuk menurunkan kualitas lingkungan perairan budidaya yaitu dari sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan dan juga buangan feses dan urin ikan selama proses metabolisme. Limbah utama dari pakan yang tidak

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

dimakan, feses dan urin adalah amonia dan fosfor. Kedua bahan ini berasal dari protein yang terdapat pada tepung ikan sebagai bahan pembuat pakan . Kandungan utama dari amonia dan fosfor ini adalah nitrogen (N) dan (P) yang dapat menjadikan suburnya suatu perairan (eutrofikasi) pada batas tertentu. Apabila terjadi penumpukan kedua unsur ini sudah melampaui batas maka akan terjadilah apa yang disebut dengan kesuburan yang berlebihan (hypereutrofikasi). Kondisi ini mengakibatkan perairan menjadi kekurangan oksigen dan bakteri pengurai akan menghasilkan senyawa-senyawa beracun yang berbahaya bagi organisme yang dibudidayakan. Organisme yang rawan dengan kondisi ini adalah organisme yang hidup di dasar perairan yang paling duluan terkena dampaknya. Demikian pula halnya bagi ikan yang dibudidayakan dalam karamba jaring apung dapat menyebabkan kematian masal apabila di waduk terjadi umbalan karena senyawa-senyawa beracun yang berada di dasar terangkat ke permukaan air di saat musim hujan. Ini terjadi akibat massa air hujan yang berat turun ke dasar dan menggantikan posisi substrat dasar yang sudah mengandung racun ini terangkat ke permukaan karena berat jenisnya yang lebih ringan dan meracuni ikan-ikan yang dipelihara dalam karamba jaring apung sehingga mengalami kematian. Apabila penggunaan minyak ikan yang berlebihan dalam pakan akan berakibat pada menumpuknya senyawa kimia yang dinamakan dioksin. Dioksin yang terkandung dalam minyak ikan pada kadar tertentu akan berbahaya bagi tubuh karena dapat merangsang penyakit kanker

Untuk mengatasi hal ini ada dua strategi yang bisa dilakukan untuk mendapatkan pakan yang ramah lingkungan atau pakan masa depan yaitu:

Pertama: Penggunaan bahan-bahan pakan yang rendah kandungan fosfornya. Hal ini dapat diperoleh dengan penggunaan protein yang berasal dari tumbuhan seperti tepung kedelai, tepung jagung dan sebagainya. Selain harganya murah bahan-bahan protein tumbuhan ini dapat diandalkan untuk mengganti tepung ikan sebesar maksimal 20 % yang mana besaran ini tidak mengakibatkan menurunnya pertumbuhan ikan. Demikian pula dengan minyak nabati pemberiannya dalam pakan bersamaan dengan minyak ikan akan mengurangi peluang terjadinya penumpukan dioksin bila dibandingkan jika sumber energi lemak itu hanya berasal dari minyak ikan.

Kedua: Adalah mengefisienkan penggunaan protein oleh ikan sehingga kandungan nitrogen yang terbuang dalam feses dan urin juga berkurang. Usaha ini dapat dilakukan dengan mencampurkan kalsium monofosfat ($Ca(H_2PO_4)_2$) ke dalam pakan. Bahan ini adalah salah satu senyawa mineral yang dapat mengefisienkan pemakaian protein oleh ikan dalam proses metabolisme tubuhnya sehingga buangan protein ke lingkungan perairan menjadi rendah. Selain cara tersebut dapat juga dilakukan dengan menambahakan asam sitrat dan amino *acid chelated* (asam amino yang terikat dengan mineral seperti Zn, Mn dan Cu dalam pakan) sehingga jumlah unsur fosfor yang dilepas ke lingkungan perairan menjadi menurun. Dengan menggunakan pakan ikan ini jumlah unsur fosfor yang tertahan atau terakumulasi di dalam tubuh ikan meningkat sekitar 30 % untuk pakan yang ditambahkan asam sitrat atau 16.5 % untuk pakan ikan yang disuplementasi dengan amino *acid chelated*. Namun demikian pakan ini belum berhasil menurunkan tingkat ekskresi nitrogen oleh ikan. Pakan yang demikian telah berhasil diramu di laboratorium nutrisi ikan Tokyo University of Marine Science and Tecnology (TUMSAT) Alimuddin (2007) *dalam* (http;//www.bapedlda-diy.go.id. 16-8-2007). Pakan yang diramu tersebut dinamakan dengan pakan ramah lingkungan (*environmental friendly diet*) atau pakan masa depan.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Hal ini bisa diterapkan dalam industri pakan ikan dan juga sangat mungkin diusahakasn oleh industri kecil skala rumah tangga yang ada di tempat pembudidaya ikan. Pakan yang berkualitas, harga yang murah dan sifatnya yang ramah lingkungan serta tidak bermasalah bagi lingkungan. Dengan cara ini diharapkan usaha pemeliharaan ikan dalam karamba jaring apung di perairan waduk dapat berkelanjutan dalam rangka meningkatkan produktivitas periran waduk.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa strategi pengembangan karamba jaring apung yang berkelanjutan di perairan waduk melalui pakan ini dapat dilakukan dengan cara:

a. Mempergunakan pakan yang berkualitas yaitu pakan yang komponen penyusunannya yang lengkap meliputi, protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral
b. Menciptakan pakan yang murah yaitu mempergunakan pakan yang komponen penyusunnya dalam hal ini protein yang tadinya berasal dari tepung ikan sebahagian besar diganti dengan protein yang berasal dari tumbuhan. Hal yang sama untuk lemak yang tadinya berasal dari minyak ikan sebahagian diganti dengan minyak nabati. Dengan cara demikian diharapkan harga pakan ikan lebih murah.
c. Mempergunakan pakan yang ramah lingkungan (*environmental friendly diet*), yaitu dengan penggunaan bahan pakan yang rendah kandungan fosfornya yaitu dengan penggunaan protein yang berasal dari tumbuhan demikian dan memanfaatkan minyak nabati.
d. Mengefisienkan penggunaan protein oleh ikan yang dibudidayakan sehingga kandungan nitrogen yang terbuang ke lingkungan dalam feses dan urin semakin berkurang.

Dengan pembuatan pakan yang ramah lingkungan ini diharapkan sisa pakan yang terbuang ke lingkungan semakin menurun sehingga keberlanjutan budidaya KJA di waduk semakin meningkat maka produksi ikan yang dihasilkan dari budidaya KJA berkelanjutan dalam peningkatan produktivitas perairan waduk tersebut.

Strategi Pengembangan KJA dengan Ikan Ramah Lingkungan

Dalam budidaya perairan kualitas lingkungan perairan atau kesehatan lingkungan tempat pemeliharan ikan merupakan salah satu faktor penentu dalam keberhasilan usaha budidaya ikan di perairan apakah menguntungkan atau mengalami kerugian. Kesehatan lingkungan yang dimaksud dalam tulisan ini adalah polusi dan penyakit. Lingkungan perairan yang terpolusi atau memburuknya kualitas lingkungan perairan dan adanya penyakit memiliki potensi yang sangat besar untuk membunuh ikan budidaya secara masal dalam waktu yang singkat. Bukti pentingnya kesehatan lingkungan untuk mendukung pengembangan karamba jaring apung berkelanjutan di waduk dapat terlihat dalam sistem budidaya karamba jaring apung di waduk Cirata, Saguling, danau Toba, danau Maninjau beberapa tahun terakhir ini, berita kematian masal ikan di karamba jaring apung yang ada di perairan tersebut selalu terdengar terutama pada saat musim hujan.

Kematian masal ikan akibat memburuknya kualitas air ini terjadi karena tingkat kepadatan ikan yang dipelihara dalam karamba jaring apung tinggi, dan jumlah unit karamba jaring apung di waduk atau danau tersebut melebihi daya dukung. Karena kepadatan ikan yang tinggi maka dibutuhkan pakan dalam jumlah yang banyak untuk mencapai ukuran panen dalam jangka waktu tertentu. Apabila pemberian pakan yang tidak baik dan kualitas pakan yang digunakan kurang bagus, maka banyak unsur nutrisi dari pakan yang hilang sebelum sempat

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

dimakan oleh ikan atau jumlah unsur nitrogen dan fosfor yang terbuang ke lingkungan perairan lebih banyak yang dapat menyebabkan memburuknya kualitas air atau dapat menimbulkan polusi perairan oleh nitrogen dan fosfor.

Untuk mengatasi masalah polusi nitrogen yang jauh lebih berbahaya dibandingkan fosfor adalah dengan sistem manajemen budidaya yang baik dan pemeliharan jenis ikan ramah lingkungan diduga merupakan cara terbaik untuk mencegah kegagalan usaha budidaya yang disebabkan oleh kematian ikan secara masal. Baru-baru ini laboratorium budidaya ikan TUMSAT mengembangkan strain ikan nila ramah lingkungan melalui pendekatan genetik yaitu dengan cara menambah jumlah *copy gen* pengontrol hormon pertumbuhan pada ikan nila. Gen yang digunakan adalah berasal dari ikan nila itu sendiri. Adanya penambahan jumlah copy gen ini diharapkan aktivitas pertumbuhan jaringan otot ikan meningkat, dengan kata lain makakan yang diperoleh sebahagian besar digunakan untuk pertumbuhan sel otot ikan bukan digunakan sebagai sumber energi. Meningkatnya pertumbuhan sel otot ikan ini, berarti nitrogen yang dikeluarkan dari dalam tubuh ikan menjadi menurun yaitu sekitar 30-40% lebih rendah dari pada ikan nila biasa. Pada pemeliharaan ikan nila secara tertutup jumlah nitrogen yang dilepas ikan ke air mencapai 60 % dari total nitrogen yang diperoleh dari makanan. Apabila ikan yang ramah lingkungan ini digunakan, maka jumlah nitrogen yang dikeluarkan dari tubuh ikan ke lingkungan perairan tersebut bisa dikurangi menjadi 36 % dari total nitrogen yang yang diperoleh dari makanan. Pertumbuhan ikan nila ramah lingkungan ini 2-3 kali lebih cepat dari pada ikan nila biasa dan bobotnya bisa mencapai 1.5 kg dalam waktu 7 bulan. Selain menurunkan jumlah nitrogen, meningkatnya pertumbuhan, penambahan jumlah *copy gen* ini juga meningkatkan efisiensi penggunaan pakan sekitar 30 % lebih tinggi dari pada ikan biasa. Dengan adanya karakter-karakter tersebut maka pemeliharaan ikan ramah lingkungan ini akan baik bagi lingkungan dan juga bagi petani ikan.

Meskipun belum dicoba pada ikan budidaya, bioteknologi *RNA interference* (RNA) yaitu suatu teknik yang ditujukan untuk memblok transkripsi/pencetakan RNA dan DNA genom dengan target gen miostatin juga berpotensi untuk diaplikasikan pada bidang akuakultur dalam rangka memproduksi ikan ramah lingkungan. Gen miostatin ini berperan dalam perkembangan jaringan otot daging. *Knock out* (KO) gen miostatin pada tikus telah meningkatkan pertumbuhannya 2-3 kali lebih cepat dibandingkan tikus biasa. Aplikasi KO untuk ikan belum bisa dilkukan maka menurut Alimuddin (2007) *dalam* http://www.bapedalda-diy.go.id 16-8-2007. sebagai penggantinya adalah teknologi RNA. Dengan tegnologi RNA ini pemblokan transkripsi nRNA miostatin pada *zebrafish* telah berhasil meningkatkan pertumbuhannya. Hal ini terjadi karena pembentukan otot membutuhkan protein dengan kata lain bahwa sebahagian protein makanan yang diperoleh akan digunakan untuk pertumbuhan dan hanya sebahagian kecil digunakan sebagai sumber energi maka jumlah ekskresi nitrogen ke dalam perairan diduga akan menurun dan yang terserap menjadi daging ikan semakin meningkat.

Jadi pemanfaatan waduk untuk budidaya ikan dalam KJA dengan memperhatikan strategi-strategi pengelolaan waduk yang dikemukakan di atas maka produktivitas perairan waduk dalam hal ini adalah ikan semakin meningkat sebagai sumber protein hewani bagi masyarakat.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Kuasa, Maha Agung dan Maha Mulia atas segala rahmat dan karunianya yang telah diberikan kepada saya beserta keluarga dan kepada kita semua yang yang dapat hadir pada hari ini dalam rangka pengukuhan Guru Besar Tetap pada Fakultas Perikanan dan ilmu Kelautan Universitas Riau

Kebahagiaan yang saya dapatkan dan keluarga pada hari ini adalah merupakan pemberian dari Tuhan yang Maha Pengasih yang memberi kesempatan kepada saya untuk memperoleh Jabatan Guru Besar ini. Saya beserta keluarga menyadari bahwa jabatan ini dicapai melalui jalan yang penuh perjuangan, dan tidak bisa saya capai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Saya tidak menyadari banyak orang yang berjasa, mendidik, membimbing, mengarahkan dan memberi dukungan moral maupun material mulai dari keluarga, para ahli dan teman-teman sejawat untuk mencapai gelar ini. Pada kesempatan yang berbahagia ini dengan hati yang tulus izinkanlah saya menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada mereka.

Ayah dan Ibunda semasa hidupnya sangat berjasa dalam kehidupan saya yang telah membesarkan, dan mendidik saya walaupun mereka tidak pernah menduduki bangku sekolah, namun dengan kerja keras mereka saya bisa kuliah S1. Saya yakin berkat doa mereka semasa hidupnya Tuhan telah mengabulkan doa mereka, hingga saya bisa memperoleh gelar ini. Kepada saudara-saudara kandung saya yang hadir maupun yang tidak dapat hadir pada acara

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

ini saya sampaikan terima kasih atas segala dukungan moril dan bantuan materi sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan S3.

Selanjutnya kepada istri saya Dra. Rumiri Rotua Christina Aruan, M.Hum., yang memberikan dukungan selama saya mengikuti pendidikan S3 yang mampu mengatur pembiayaan sekolah dan kuliah anak-anak kami yaitu Rumaya Rumintang Irmauli Siagian (kuliah di Universitas Diponegoro, Semarang), Ingot Marulam Dwipraja Siagian (kuliah di Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta) , Regina Lampita Marthauli Siagian (kuliah di Universitas Riau, Pekanbaru), dan Jeffrey Lamhot Roma Parulian Siagian (Sekolah di SD / SMP Santa Maria) . Terima kasih atas segala dukungan dan pengorbanan kalian sehingga saya dapat memperoleh jabatan akademik ini. Kepada Ayah mertua saya Prof. D. M . Aruan/E. Br Hutapea dan adik – adik ipar saya yang hadir maupun yang tidak dapat hadir pada kesempatan ini saya sampaikan terima kasih yang setinggi tingginya atas dukungan dan semangat yang diberikan.

Pada kesempatan ini ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Rektor dan seluruh Anggota Senat Universitas Riau, Pimpinan dan Anggota Senat Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Ketua Jurusan Manajement Sumberdaya Perairan dan para pegawai yang telah memproses dan menyetujui pengangkatan saya sebagai Guru Besar untuk diajukan ke Menteri Pendidkan. Ucapan terima kasih saya sampaikan, kepada seluruh Civitas Akademika Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, khususnya rekan-rekan yang ada di Laboratorium Produktivitas Perairan, para dosen dan kariawan yang tidak dapat saya sebut satu persatu yang telah memberikan dukungan sehingga saya dapat meraih jabatan akademik ini.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada PT Caltex Pacidik Indonesia dan PT Cevron atas beasiswa yang diberikan kepada saya selama mengikuti pendidikan S2 di IPB Bogor dan S3 di Universitas Padjadjaran Bandung sehingga saya dapat menyelesaikan studi. Ucapan terimakasih dan penghargaan yang tak terhingga kami sampaikan kepada Prof.Dr. H. Bachrulhaya Koswara, MS, Prof.Dr. H. Otong S. Dinnaedi, MS dan Dr.Ir. H. Sutandar Zainal, selaku pembimbing saya menyelesaikan S3. Hal yang sama disampaikan kepada Ir. Soepomo TH Wardoyo, M.Agric, Prof.Dr.Wahyudi Wisaksono, Prof.Dr. Yuhara Sukra dan Ir, Irwandi Bachtiar, Dip.EST sebagai dosen Pembimbing saya dalam menyelesaikan program S2, serta kepada bapak Ayodhyoa, MSc, Dr. Ir. I Putu Sedana, MSc dan Dr. Ir Syamaruddin Siregar selaku pembimbing S1.

Rasa Hormat yang setinggi tingginya saya sampaikan kepada guru-guru saya di Sekolah Rakyat Simare-mare, SMP Negeri Narumonda dan SMA Negeri Narumonda yang telah mendidik dan mengajar saya sejak sekolah dasar hingga sekolah menengah. Akhirnya kepada panitia dan semua pihak yang tidak dapat saya sebut satu persatu yang telah membantu penyelenggaraan acara pengukuhan ini, serta semua yang hadir pada saat ini saya beserta keluarga mengucapkan terima kasih yang tak terhingga, kiranya Tuhan yang Maha Pengasih memberkati kita semua.

Sekian dan terimakasih.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA

.

Dahuri, R., J.Rais., S.P. Ginting. dan M.J. Sitepu. 2000. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita. Jakarta. 365 Hal.

Djukardi, A.D. 1993. Penetapan Tata Ruang Berwawasan Lingkungan bagi Kepentingan Sektoral Secara Terpadu. Pros. Puslibangkan No. 31/1993. Deptan. Puslitbangkan, Jakarta.

Efendi, I. 2004. Pengantar Aquakultur. Penebar Swadaya. Wisma Hijau. Cimanggis. Depok.

http://www.beritaiptek. Saatnya Indonesia Menerapkan Budidaya Ikan Ramah lingkungan(1). oleh Agus Kurnia , 29 Mei 2006.

http://www.beritaiptek. Saatnya Indonesia Menerapkan Budidaya Ikan Ramah Lingkungan (2). Oleh Agus Kurnia, 9 Agustus 2006.

http://www.beritaiptek Dicari Pakan Ikan Berkualitas, Murah dan ramah lingkungan oleh Agus Kurnia, 4 juli 2008.

http://www. Bapedalda-diy.go.id/news.php Telah Lahir Ikan Ramah Lingkungan. 16 Aug. 2007..

Illyas, S. 1990. Petunjuk Teknis pengelolaan perairan Umum bagi Pengembangan Perikanan. Seri pengembangan Hasil Penelitian perikanan. No. PHP/09/1990. Balitbang Pertanian, Jakarta..

Koswara, B. l999. Degradasi Siklikal Lingkungan Perairan dan Hubungannya dengan Indikator Penyebab Kematian Ikan pada Karamba Jaring Terapung di Waduk Saguling. Disertasi Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran Bandung..

Krismono. l996. Hubungan Antara Tingkat Trofik dengan Produksi Keramba Jaring Apung Mini di Suatu Badan Air. Bul. Penelitian Perikanan No. 1. 6 Hal.

_____. l998. Pengelolaan Lingkungan Kawasan Akuakultur di Waduk. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Kawasan Akuakultur Secara terpadu. Jakarta, 23 Feb. l998. Kerjasama BPPT dan Deptan. Dirjen Perikanan.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Laoh, A.U. l99l. Teknik Analisis SWOT dan Penerapannya. Diktat Kuliah MBA. Teknologi, ITB. Bandung..

Mitchell, D.B. and S.S. De Silva. 1992. Sustainable Utilization of Inland Water Resources. An Integrated Program for Research and Management. Naga. The ICLARM Quart, (15): 14-17.

Poernomo, K., Krismono dan A. Sarmita. 1993. Penataan Ruang Beberapa Waduk di Jawa dan Lampung dalam Rangka Pengembangan Usaha Perikanan. Pros. Puslitbangkan. No. 31/1993. Deptan., Balitbangtan.,Puslitbangkan., Jakarta.

Rachmansyah, 2004. Analisis Daya Dukung Lingkungan perairan Teluk Awarange Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan bagi Pengembangan Budiodaya Bandeng dalam Karamba Jaring Apung. Disertasi, Sekolah Pascasarjana, IPB., Bogor.

Rangkuti, F. l999. Analisis SWOT. Teknik Membedah Kasus Bisnis. PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta..

Soemarwoto, O. 1977. Pendekatan Ekosistem terhadap Permasalahan Waduk. Seminar Pengelolaan Sumberdaya Air. Ekologi dan Pembangunan No.5, Juli 1977. Lembaga Ekologi Universitas Padjadjaran, Bandung.

Soerjono, R. 1978. Kegiatan dan Masalah Kehutanan dalam DAS, Dalam Proceedings Pertemuan Diskusi Pengelolaan DAS. DITSI-Jakarta.

Umar, H. 2003. Strategi Managemen in Action Konsep Teori dan Teknik Menganalisis Strategi Business. PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

IDENTITAS PERSONAL

DATA PRIBADI

Nama Lengkap	: Prof. Dr. Ir. Madju Siagian, MS
Tempat/Tanggal lahir	: Porsea (Taput), 20 Februari 1950
Agama	: Kristen Protestan
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Golongan Darah	: B
Status Perkawinan	: Kawin dengan 1 istri dan 4 anak
Pekerjaan Tetap	: PNS/ Dosen Jurusan MSP Faperika, Universitas Riau
NIP	: 195002201975021001
NIDN	: 0020025001
TMT.Pegawai	: 1 Februari 1975
Jabatan Fungsional	: Guru Besar
Pangkat / Golongan	: Pembina Utama Muda / IV c (sejak 1 April 1997)
Alamat Instansi	: Jl. Prof Muchtar Lutfi, Kampus Binawidya, Simpang Baru Panam , Pekanbaru, 28293
Telepon/Fax Kantor	: + 62 (0761)-63273
Nama Ayah	: Lintang Nicodemus Siagian(alm)
Nama Ibu	: Patarina br. Panjaitan (almh)
Nama Istri	: Dra. Rumiri Rotua Christina Aruan, M.Hum.
Nama Anak	: - Rumaya Rumintang Irmauli Siagian, SSi. - Ingot Marulam Dwipraja Siagian , SKom. - Regina Lampita Marthauli Siagian, SPd - Jeffrey Lamhot Roma Parulian Siagian
Alamat Rumah	: Jl. Bakau No. 449, Komp. Beringin Indah, Kel. Sidomulyo Timur,Kec.Merpoya Damai Pekanbaru, 28294
Telepon	: 0761-62018/ HP 081365703235
Email	: sagian05@yahoo.com.

RIWAYAT PENDIDIKAN

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

2010 Doktor (S3): Program Pascasarjana, Univesitas Padjadjaran Bandung, Ijazah 04 Agustus 2010

1984 Maghister Sain (S2): Fakutas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Ijazah 14 juli 1984

1978 Sarjana (S1) : Jurusan Teknik Penangkapan, Fakultas Perikanan Universitas Riau Pekanbaru, Afi liasi Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor, Ijazah 27 November 1978

1972 Sarjana Muda: Jurusan Perikanan Laut, Fakultas Perikanan Universitas Riau Pekanbaru, Ijazah 22 Desember 1972

1968 Sekolah Menengah Umum Tingkat Atas (SMA) Jurusan Ilmu Pasti ,SMA Negeri Narumonda, Ija-zah 3 Desember 1968

1965 Sekolah Menengah Umum Tingkat Pertama (SMP), SMP Negeri Narumonda, Ijazah 15 Djuli 1965

!962 Sekolah Rakyat (SR), SR Negeri Simaremare.

RIWAYAT KEPANGKATAN

No	Kepangkatan	Terhitung Mulai Tahun (TMT)	Golongan
1	Calon Pegawai Negeri Sipil (Asisten Muda)	01 Februari 1975	II/b
2	Pegawai Negeri Sipil (Asisten Muda)	01 Februari 1976	II/b
3	Naik Pangkat Menjadi Asisten Ahli Madya	01 April 1979	III/a
4	Naik Pangkat Menjadi Penata Muda Tk I (Ass.Ahli)	01 Oktober 1981	III/b
5	Naik Pangkat Menjadi Penata (Lektor Muda)	01 Oktober 1984	III/c
6	Naik Pangkat Menjadi Penata Tk I (Lektor Madya)	01 Oktober 1986	III/d
7	Naik Pangkat Menjadi Pembina (Lektor)	01 Oktober 1989	IV/a
8	Naik Pangkat Menjadi Pembina Tk I (L.Kep. Madya)	01 April 1993	IV/b
9	Naik Pangkat Menjadi Pembina Utama Muda (L.Kep)	01 April 1997	IV/c
10	Pengusulan Naik Pangkat Menjadi Pembina Utama Madya	Sedang Diusulkan	IV/d
11	Guru Besar	01 November 2010	IV/c

KARYA ILMIAH DAN PUBLIKASI

- Pengaruh fraksi larut tiga jenis minyak mentah pada Tilapia (Sarotherodon mosambicus Peters) Porum Pascasarjana ,IPB. Bogor. 1986

- The effects of Minas petroleum crude oil on the growth of common carp (*Cyprinus carpio* L)Aquacultural Research in Asia: Management techniques and nutrition. Pudoc Wageningen 1989

- Menulis Buku Strategi pengembangan keramba Jaring apung berkelanjutan di waduk. 2009.

- Strategi pengenbangan keramba jaring apung berkelanjutan di waduk PLTA Koto Panjang , Kampar Riau. Jurnal Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Unri, Pekanbaru,, 2010.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

- Kualitas air waduk PLTA Koto Panjang Kampar, Propinsi Riau. Jurnal Akuatika. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unpad, Bandung. 2010.

- Daya dukung waduk Koto Panjang Kampar Propinsi Riau. Jurnal Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Unri,Pekanbaru,, 2010

- Types and diversity of fitoplankton in different zones of the Koto Panjang reservoir Kampar, Riau,Indonesia. International Fisheries Symposium Program and Abstraks. Towards a Sustainable Fisheries in South East Asia 03-05 Oktober 2011, Permai Hotel Kuala Terengganu

- Upaya peningkatan kemmapuan pemahaman dasar-dasar amdal dengan model student teams achievement division (STAD), 2011

- Menulis buku dasar-dasar budidaya perairan, 2011

- Menulis buku produktivitas perairan , 2011

- Menulis buku limnologi, 2011

- Jenis dan kelimpahan perifiton pada tumbuhan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) di zona litoral waduk Limbungan, Kecamatan Rumbai Pesisir, Kotamadya Pekanbaru, Propinsi Riau, 2011

- Peningkatan kemampuan pemahaman ekologi perairan dengan model student teams achievement devision (STAD) di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau Pekanbaru, 2012.

- Menulis buku dasar-dasar analisa mengenai dampak lingkungan, 2012

- Menulis buku uji biologis dalam toksikologi lingkungan, 2012

- Kajian jenis dan kelimpahan perifiton pada eceng gondok (*Eichornia crassipes*) di zona litoral Waduk Limbungan, Kecamatan Rumbai Pesisir, Kotamadya Pekanbaru, Propinsi Riau, Jurnal Akuatika. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unpad, Bandung. 2012

- The diference of phytoplankton abundance inside and outside of floating cage in Bandar Khayangan reservoir Pekanbaru, International Seminar 1st Fisheries and Marine Industrialization, Faculty of Fisheries and Marine Science Riau University, Pekanbaru, 27 th September 2012

- Jenis dan keanekaragaman fitoplankton di waduk PLTA Koto Panjang, Kampar Riau, Bumi Lestari Jurnal Lingkungan Hidup (Journal of Environment), Pusat Penelitian lingkungan Hidup, Lembaga Penelitian Lingkungan Hidup, Universitas Udayana, Denpasar, 2012

- Profil vertical fosfat dan clorophyl a sekitar keramba jaring apung di danau Bandar Kayangan, Propinsi Riau. Prosiding Seminar Nasional Industrialisasi Perikanan dan Kelautan I. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru, 27 September 212

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/