

EVALUASI RESIKO APLIKASI IKAN TRANSGENIK DALAM KEGIATAN BUDIDAYA
Risk Evaluation of Using Transgenic Fish for Cultivation

BOBY DANI DARMAWAN

Staf Stasiun Karantina Ikan Kelas 1 Pangkalpinang

✉ **Stasiun Karantina Ikan Kelas 1 Pangkalpinang, Jl. Sukarno Hatta Bandara Depati Amir Pangkalpinang**

Abstract

There are many problematic issues challenging the success of fish farming. In particular, the very intensive, monocultural nature of fish farming raises some fundamental questions about the sustainability of this type of farming. Using genetically modified organisms (GMO) for fish cultivation is one of those to help the farmer to increase the production. By focusing on "technological and management improvements" to maximize economic growth, genetically engineered (GE) food pushes the ecological and social systems to accept the logic, time scale, and control of global capitalist markets and their corporate captains. But all over the globe, industrial-style fish farming with GMO or GE development is threatening native fish and their habitats. There are also significant concerns relating to farmed fishes (including eggs) escaping into the natural environment competing with wild fish species for food and also possibly endangering wild other (fish) populations and genetic variation. But if transgenic fish are adequately contained, they will pose little risk to native population. Prevent the escape of transgenic fish and sterilization is also developed to decrease the risk.

Nowadays, we just need a perspective that recognizes that the health value of fish for humans depends on the health system in which they are raised. The sustainable wild fishing practices and the establishment of organic standards for aquaculture could provide healthy fish far into the future.

Keywords : Transgenic fish, risk evaluation

PENDAHULUAN

Perkembangan bioteknologi pada dekade terakhir ini sangat pesat dan telah mencakup hampir semua aspek kehidupan. Untuk memenuhi tuntutan masyarakat, maka diperlukan suatu teknologi yang efektif dan efisien dengan sentuhan bioteknologi, diantaranya melalui penerapan teknologi rekayasa genetika. Produk-produk hasil rekayasa genetika (*Genetically Modified Organisms/GMOs*) atau (*Genetically Engineered/GE*) telah dikembangkan dan diperdagangkan di beberapa negara maju seperti Amerika dan Inggris. Melalui teknologi tersebut, dapat dikembangkan spesies yang unggul dan sesuai dengan tuntutan konsumen, antara lain: tumbuh lebih cepat, tahan terhadap penyakit, komposisi nutrisi yang baik, kualitas rasa yang baik, dan bentuk tubuh serta warna yang menarik. Namun, dari beberapa keunggulan produk rekayasa genetika tersebut, ada beberapa faktor yang menjadi kelemahannya. Salah satunya yang menjadi ancaman paling serius adalah potensi kepunahan spesies itu sendiri akibat pola perkembangan

populasi yang tidak stabil yang dikenal dengan nama "Efek Gen Trojan" (Eenennaam and Olin, 2006; CFS, 2004; Labriola, 2002). Pada gambar 1 terlihat keunggulan pertumbuhan ikan transgenik sejak benih sampai ukuran konsumsi namun pada saat dewasa kualitasnya tidak lebih baik dari normal.

Dalam akuakultur, tolok ukur keberhasilan suatu kegiatan budidaya adalah produksi ikan dengan pertumbuhan yang cepat dalam waktu yang singkat. Tentu saja aplikasi ikan transgenik dalam akuakultur dapat dipandang sebagai suatu keberhasilan. Pertumbuhan yang cepat dapat mempersingkat waktu panen, mengurangi jumlah pakan yang digunakan serta mengurangi waktu dan tenaga saat pemeliharaan. Ikan transgenik dapat tumbuh 2 – 4 kali lebih cepat daripada pertumbuhan ikan normal. Disamping keunggulan tersebut, permasalahan yang umum dihadapi oleh produk hasil rekayasa genetika adalah keamanannya terhadap konsumen dan lingkungan. Berdasarkan pertimbangan tersebut, beberapa negara maju seperti

Uni Eropa dan Jepang sangat membatasi bahkan cenderung menentang perdagangan produk hasil rekayasa genetika dengan alasan dapat membahayakan kesehatan dan mengancam kelestarian lingkungan. Salah satunya adalah potensi kepunahan karena terjadi kemunduran pada kondisi dewasa sehingga tidak dapat menjalankan fungsi reproduksinya secara optimal.

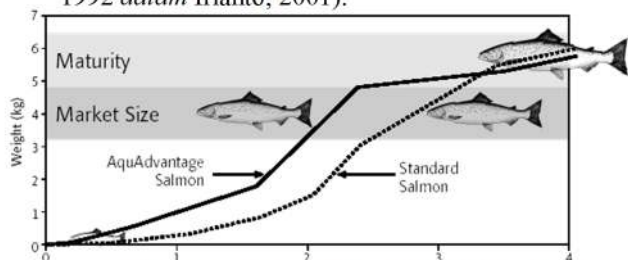
IKAN TRANSGENIK

Ikan transgenik merupakan ikan yang mengalami rekayasa genetika dimana terjadi kemungkinan kombinasi ulang atau penggabungan ulang gen dari sumber yang berbeda secara *in vitro*. Hal ini menyebabkan ikan membawa satu atau lebih salinan dari rangkaian DNA rekombinan. Penggabungan bagian gen dalam rangkaian DNA inang dilakukan melalui mikroinjeksi fragmen DNA rekombinan yang diinginkan ke dalam telur yang sudah dibuahi atau kepada embrio yang masih muda.

Tujuan dari transgenik ini adalah untuk mendapatkan sifat yang diinginkan dan peningkatan produksi. Meskipun teknologi transgenik ini memungkinkan untuk diaplikasikan dalam bidang akuakultur (budidaya perikanan), namun masih perlu dilakukan penelaahan khusus untuk mengetahui teknologi tersebut. Kemungkinan karakteristik yang dapat dikembangkan atau diciptakan melalui teknologi ini antara lain:

- Tumbuh lebih cepat
- Tahan terhadap penyakit
- Memiliki komposisi nutrisi yang lebih baik
- Memiliki rasa dan kualitas yang lebih baik
- Memiliki bentuk tubuh dan warna yang unik dan indah (khusus ikan hias)

Dari hal tersebut, secara umum produk hasil transgenik memiliki keunggulan dibandingkan dengan produk aslinya. Namun demikian kewaspadaan terhadap produk hasil rekayasa genetika perlu dilakukan. Hal ini didasarkan pada kemungkinan terpindahnya sifat jelek asal rDNA kepada produk rekayasa genetika. Pembawa sifat jelek yang mungkin terpindahkan tersebut antara lain: allergen, toksin, senyawa baru, perubahan nutrisi, dan sifat resisten terhadap antibiotika (FDA, 1992 dalam Irianto, 2001).



Gambar 1. Perbandingan pertumbuhan salmon transgenik dengan salmon non-transgenik (McLeod et al., 2006)

METODE TRANSGENIK

Metode Transfer Gen. Ikan transgenik pertama kali dikembangkan pada tahun 1984 (Eenennaam and Olin, 2006). Sampai saat ini, Aplikasi teknologi rekayasa genetika telah dilakukan pada kurang lebih sebanyak 30 spesies. Beberapa jenis ikan yang telah berhasil direkayasa genetiknya, antara lain: ikan mas (*Cyprinus carpio*), lele dumbo (*Clarias gariepinus*), catfish (*Ictalurus punctatus*), salmon (*Salmo salar*) rainbow trout, nila (*Oreochromis niloticus*), ikan mas koki (*Carassius auratus*), loach (*Misgurnus fossilis*), medaka (*Oryzias latipes*), ikan zebra (*Brachydanio rerio*), ikan pike (*Esox lucius*), Ikan pedang (*Xiphoporus sp*), dan ikan seabream (*Sparus auratus*). Pada Tabel 1 dapat dilihat contoh injeksi gen yang berhasil dilakukan dan menghasilkan dampak fenotif yang nyata (perubahan fisik atau pada sifat kimianya).

Tabel 1. Contoh Transgene yang Berhasil Di-introduksi Pada Ikan Transgenik

| Target Fenotip | Spesies | Transgene |
|--|-----------------|--|
| Pertumbuhan (lebih dari dua kali lipat) | Atlantic Salmon | Hormon pertumbuhan (GH) |
| | Ikan Nila | |
| | Rainbow trout | |
| | Coho salmon | |
| | Chinook salmon | |
| | Rohu Loach | |
| Toleransi terhadap suhu dingin | Atlantic salmon | Antifreeze protein (Protein anti beku) |
| Tahan (resistan) penyakit | Catfish | Cecropin |
| | Medaka | Cecropin |
| | Ikan mas (Carp) | Lactoferrin |
| Metabolisme karbohidrat | Rainbow trout | Glucose transporter |
| | Rainbow trout | Heksokinase |
| Reproduksi | Rainbow trout | Antisense GnRH |
| Metabolisme lemak | Ikan zebra | D6-desaturase |
| Metabolisme fosfor | Ikan zebra | Phytase |
| Metabolisme Vitamin C | Rainbow trout | L-gulonogamma-lactone oxidase |

Sumber: Van Eenennaam and Olin (2006)

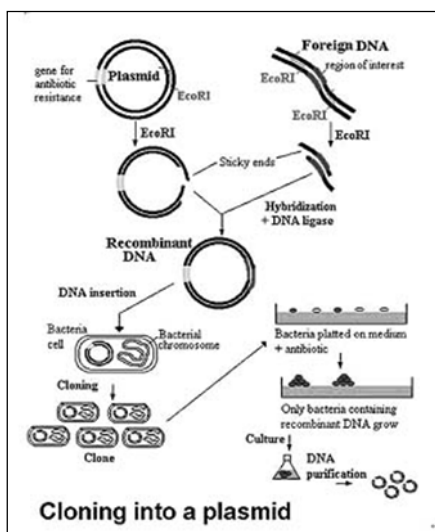
Rangkaian DNA rekombinan (rDNA) biasanya terdiri dari beberapa fragmen yaitu *promoter* (start signal), protein target, dan *terminator* (stop signal). Rangkaian dari struktur DNA ini di-introduksi-kan ke dalam genome ikan target melalui beberapa metode transfer gen. Semua gen menyampaikan informasi di bawah kontrol dari untaian DNA. Semua gen-gen eukaryotik memiliki urutan promoter yang memungkinkan terjadinya transkripsi yang tepat (transfer informasi dari DNA ke dalam molekul RNA). Banyak diantara gen-gen tersebut memiliki untaian khusus yang dapat ditingkatkan untuk mengontrol laju kecepatan transkripsi yang terus menerus. Pembangkit tersebut dapat meningkatkan aktivitas gen beberapa ratus kali.

Sebagian besar peneliti mengindikasikan bahwa penyuntikan DNA akan mengalami replikasi dengan cepat selama proses embriogenesis. Hal ini dapat terjadi meskipun DNA tidak bergabung ke dalam genom tetapi berada dalam suatu posisi kromosom ekstra.

Beberapa studi menggambarkan transfer DNA yang telah diinjeksikan ke dalam anak (keturunan) menghasilkan pola atau bentuk dalam garis induk yang bervariasi dalam persentase generasi F2 yang membawa DNA asing. Dengan demikian, sifat kehati-hatian harus dijalankan dalam mengevaluasi transmisi gen pada level F2. Jika tidak, transmisi kuman dari gen-gen yang dimasukkan dapat muncul pada ikan, dengan proporsi individu transgenik diantara keturunan dilaporkan bervariasi antara 1-50%.

Gen-gen dapat terangkai dengan banyak variasi dari promoter, yang seringkali digunakan secara eksperimen yaitu *gen metallothionin promoter*. Kelemahan dari promoter khusus ini, berhubungan dengan kenyataan bahwa aktivasinya bergantung kepada logam berat. Tetapi ada berbagai promoter yang menguntungkan berasal dari mamalia dan ikan-ikan teleostei dan telah tersedia. Dengan demikian, teknologi transgenik dapat diaplikasikan dalam industri akuakultur dengan menggunakan untaian *promoter enhancer* yang homolog.

Metode transfer gen yang dapat dilakukan adalah mikroinjeksi, elektroporasi, elektrofusi, *high velocity microinjectile*, *blastula chamber injection*, transfer gen langsung ke jaringan daging ikan secara *in vivo*, sel-sel embrio, pengikatan sperma (Sperm binding), *retroviral integrase protein*, dan transfer gen yang dimediasi kromosom (Kapuscinski & Hallerman, 1990 *dalam* Irianto, 2001). Proses transgenesis sendiri adalah proses yang relatif tidak efisien. Dari seratus telur yang di-mikroinjeksi, hanya ada satu yang berlangsung baik, dimana rangkaian DNA rekombinan yang dimasukkan ber-kooperasi dengan stabil dan melakukan transfer gen secara sukses. Proses rekayasa genetic pada proses bioteknologi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses rekayasa genetic (transfer gen) pada proses bioteknologi (Asmara, 2007)

Ikan mempunyai gen khusus yang dapat menghasilkan organ atau sel organ tertentu dan gen umum yang memberikan turunan kepada jenisnya. Baik gen khusus maupun gen umum dari setiap ikan terdiri dari bahan kimia yaitu DNA (deoxyribonucleic acid) dan RNA (ribonucleic acid). Ekspresi dari gen-gen tersebut dan sel yang terbentuk menjadi satu paket yang selanjutnya mempengaruhi pertumbuhan. Karakteristik genetik tertentu yang dimiliki oleh seekor ikan biasanya menyatu dengan sejumlah sifat bawaan yang mempengaruhi pertumbuhan seperti kemampuan ikan menemukan dan memanfaatkan pakan dengan baik, tahan terhadap penyakit, dan dapat beradaptasi terhadap perubahan lingkungan yang ekstrim. Semua hal tersebut akhirnya tercermin pada laju pertumbuhan ikan.

Tabel 2. Ikan Transgenik yang Diproduksi Dengan Gen Hormon Pertumbuhan

| Spesies | Gen | Promotor | Keterangan | |
|-----------------|------|----------|------------|-----------------------------------|
| Channel catfish | hGH | mMT | h | = human |
| | | | m | = mouse |
| | | | r | = rat |
| Nila | hGH | mMT | gp | = grass carp |
| Rainbow trout | hGH | mMT | cs | = Chinook salmon |
| | | | b | = <i>Brachydanio</i> (ikan zebra) |
| Loach | hGH | mMT | MT | = Methallothinein |
| Ikan mas | rGH | RSV | RSV | = Raus Sarcoma Virus |
| Ikan zebra | rGH | mMT | betaAT | = beta-actin |
| Gold fish | gpGH | betaAT | AFT | = Antifreeze protein |
| Atlantic Salmon | csGH | AFP | | |
| Pike | bGH | RSV | | |

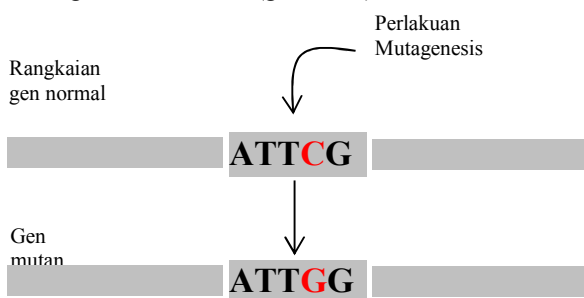
Sumber: Ninawe (1997); Pinkert (1994)

Hormon pertumbuhan adalah gen yang paling sering digunakan sebagai gen target dalam transgenesis. Setidaknya ada 14 spesies yang genya telah dimodifikasi dengan injeksi gen hormone pertumbuhan untuk meningkatkan pertumbuhan. Namun, meskipun mereka hampir selalu tumbuh lebih cepat daripada ikan non-transgenik, mereka tidak dapat tumbuh melebihi ukuran dewasa. Beberapa penelitian tentang transfer gen hormone pertumbuhan telah sukses dilakukan, seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Dari catatan beberapa penelitian, ikan transgenik yang menggunakan hormone pertumbuhan sebagai promoter dapat menekan penggunaan pakan sehingga menyebabkan efisiensi konversi pakan (Cook *et al.*, 2000 *dalam* Van Eenennaam and Olin, 2006). Dengan demikian, sisa makanan yang tidak termakan dapat di-reduksi dan lingkungan tidak cepat tercemar. Namun sampai saat ini, belum ada hewan transgenik yang disetujui sebagai produk konsumsi manusia di Amerika Serikat.

Metode Mutagenesis. Rekayasa genetika tidak hanya dapat dilakukan melalui metode transfer gen. Metode mutagenesis adalah salah satunya. Pada metode ini gen pada organisme transgenik dimodifikasi dengan mengganti sekuen basa nitrogen pada DNA yang ada untuk diganti dengan

basa nitrogen lain sehingga terjadi perubahan sifat pada organisme tersebut (gambar 3).



Gambar 3. Proses Mutagenesis (Asmara, 2007)

FAKTOR RESIKO IKAN TRANSGENIK

Resiko lepas (*escape*) atau dilepaskan (*release*).

Ikan transgenik pada umumnya memiliki kecenderungan mengganggu bahkan mengancam kelangsungan hidup populasinya di alam bebas. Ikan transgenik yang memiliki rangkaian gen yang berbeda dari sejenisnya akan mengalami *interbreeding* di alam bebas. Ada enam komponen yang dapat dipengaruhi oleh kejadian ini, yakni: kemampuan hidup juvenil, kemampuan hidup dewasa, usia matang gonad, fekunditas betina (jumlah telur), kesuburan jantan, dan pemijahan (Eenennaam and Olin, 2006).

Ikan transgenik yang melakukan *interbreeding* akan mengalami "Efek Gen Trojan" (CFS, 2004). Pada situasi ini, transgene menyebabkan peningkatan jumlah pemijahan, namun keturunan yang dihasilkan akan mengalami penurunan kualitas. Hal ini tentu saja menjadi ancaman yang sangat serius bagi kelangsungan hidup spesies mereka bahkan bila dibiarkan akan mengalami kepunahan. Model "Efek Gen Trojan" mengestimasi jika ada 60 ekor ikan transgenik yang bergabung dalam 60.000 ekor ikan non transgenik di alam liar, maka populasi tersebut akan mengalami kepunahan pada generasi ke 40 (Labriola, 2002). Berdasarkan hal ini, setidaknya ikan transgenik hanya digunakan untuk kalangan sendiri dan tidak diperkenankan untuk dijadikan induk atau calon induk.

Faktor lingkungan. Dampak lanjutan dari *interbreeding* akan mengarah pada faktor lingkungan yakni pada sintasan ikan transgenik dan ikan non-transgenik (interaksi lingkungan pada genotip). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Devlin et al. (2004), menyebutkan bahwa ikan transgenik tidak mempengaruhi pertumbuhan ikan non-transgenik apabila ketersediaan makanannya tinggi (7,5% dari total biomassa ikan per hari). Apabila ketersediaan makanan hanya sampai pada 0,75% dari total biomassa, maka ikan transgenik dan non transgenik keduanya akan mengalami ancaman kepunahan yang serius.

Keberadaan ikan transgenik di lingkungan liar sebenarnya bukan merupakan ancaman yang utama. Jika ikan transgenik tidak dapat beradaptasi dengan lingkungan barunya dan secara fisik tidak dapat bertahan hidup, maka mereka bukanlah ancaman yang serius. Beberapa faktor yang dapat berubah akibat keberadaan ikan transgenik pada lingkungan liar antara lain: jumlah gen introduksi, jumlah spesies endemik, mobilitas spesies, dan interaksi lingkungan terhadap genotip (Eenennaam and Olin, 2006). Faktor-faktor tersebut akan mengalami penurunan apabila ikan transgenik dapat bertahan hidup dalam lingkungan liar dan biasanya akan terjadi secara bertahap, perlahan namun pasti akan mengalami penurunan kualitas.

Penanganan dan Pengendalian Ikan Transgenik.

Jika ikan transgenik dapat ditangani dan dikendalikan dengan baik, maka resiko yang akan dihadapi populasinya di alam bebas akan berkurang atau bahkan tidak ada. Penanganan dapat dilakukan melalui dua cara, yakni penanganan secara fisik dan biologi. Penanganan secara fisik merupakan suatu cara untuk mengurangi potensi terlepasnya ikan transgenik ke lingkungan luar. Pembangunan fasilitas budidaya yang baik dan jauh dari habitat aslinya serta penanganan kualitas air di sekitar bangunan sehingga menjadi *lethal* (mematikan) bagi benih ikan transgenik yang terlepas merupakan contoh penanganan secara fisik.

Penanganan dan pengendalian secara biologi yang salah satu contohnya adalah melalui sterilisasi ikan transgenik juga dikembangkan. Seperti yang dilakukan oleh Aqua Bonti, salah satu perusahaan budidaya di Amerika tersebut hanya memperdagangkan ikan transgenik betina serta ikan transgenik yang triploid (steril / mandul). Hal ini dilakukan untuk mengurangi potensi *inbreeding* di alam bebas akibat dari terlepasnya (*release / escape*) ikan transgenik (Eenennaam and Olin, 2006).

IKAN TRANSGENIK UNTUK KONSUMSI MANUSIA

Seberapa amannya ikan transgenik untuk konsumsi manusia masih belum dapat ditentukan. Masih minimnya penelitian tentang hal tersebut merupakan salah satu penyebabnya. Meski demikian, secara umum masyarakat mempunyai anggapan bahwa mengkonsumsi ikan transgenik dapat membawa pengaruh yang buruk bagi kesehatan manusia. Berdasarkan SENIOR (2007) *dalam* CBN Portal (2008), resiko pria yang terlalu banyak mengkonsumsi makanan berhormon berpotensi mengalami kanker. Namun dalam hal ini hormon yang masuk ke dalam tubuh pria tersebut berasal dari daging (ayam dan sapi) yang digemukkan dengan cara pemberian hormon.

Seperti yang umumnya terjadi pada organisme transgenik, ikan transgenik memiliki kemungkinan mengandung suatu protein baru yang dapat menyebabkan reaksi alergi. Penyisipan sifat gen ke dalam kromosom juga belum tentu diaplikasikan oleh sistem fungsi pada tubuh ikan sehingga ikan menjadi kurang bernutrisi atau bahkan mengandung toksik. Transgene yang diinduksikan tidak dapat dinon-aktifkan, bahkan gen tersebut berpotensi menyebabkan pertumbuhan dan atau pembawaan sifat yang tak terkontrol. Hal ini dapat menyebabkan produksi protein pada tubuh ikan menjadi tinggi, sedangkan konsentrasi protein yang tinggi berpotensi sebagai racun terhadap manusia (CFS, 2004). Kesalahan pada saat induksi gen, baik pada transgene maupun kromosom inang menyebabkan hal-hal tersebut di atas. Dari setiap kemungkinan di atas perlu diadakan penelitian lanjutan sehingga dihasilkan sebuah kesimpulan tentang keamanan mengkonsumsi ikan transgenik.

Kegiatan Alternatif. Sekali saja ikan transgenik lepas dari lahan budidaya (*release* atau *escape*), potensi kerusakan lingkungan pasti ada. Sejak ikan transgenik diproduksi dan diberdayakan dalam lingkup budidaya, ikan-ikan ini mampu mengurangi kerugian industri karena waktu penjualan yang singkat sebagai akibat dari pertumbuhan ikan yang cepat. Namun dari itu, kita memerlukan suatu keterangan yang jelas tentang kesehatan ikan tersebut dan hubungannya terhadap kesehatan manusia, dan bagaimana cara penanganan dan pengendalian yang baik pada ikan transgenik selama masa pemeliharaan. Kegiatan budidaya yang berkelanjutan dan sehat merupakan tujuan sektor budidaya agar dapat eksis pada masa yang akan datang, salah satunya dengan menghasilkan output yang sehat dan aman bagi kesehatan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmara, Hadhimulya, 2007. *Mengenal Bioteknologi*. Program Studi Ilmu Biomedik bidang Fisiologi. Graduate School of Medicine and Dental Sciences Kagoshima University, Japan
- CBN Portal, 2008. *Hati Hati Makan Ayam Berhormon*.
<http://portal.cbn.net.id/cbprtl/cybermed/detail.aspx?x=HealthNews&y=cybermed|0|0|5|3900> [5 Maret 2008]
- [CFS] Center for Food Safety, 2004, *Transgenic Fish*. www.centerforfoodsafety.org. Pennsylvania Ave, Washington DC.
- Devlin, R.H., C.A. Biagi, T.Y. Yaseki. 2004. *Growth, Viability And Genetic Characteristic Of Gh Transgenic Coho Salmon Strains*. *Aquaculture* 236 : 607 – 632.
- Irianto, Hari Eko, 2001. *Produk Perikanan Hasil Rekayasa Dan Keamanan Pangannya*. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia*. Volume 7 Nomor 2.
- Labriola, Theresa. 2002. *Transgenic Fish: Saviour or Saboteur?*. *Vermont Journal Of Environmental Law*. April 25, 2004.
- McLeod, C, Janet Grice, Hugh Campbell & Teresa Herleth. 2006. *Super Salmon: The Industrialisation of Fish Farming and the Drive Towards GM Technologies in Salmon Production*. CSaFe. Discussion paper no. 5. July 2006. University Of Otago. New Zealand.
- Ninawe, A. S., 1997. *Growth Hormone Gene In Transgenic Fish Production*. *INFOFISH International* 2/97
- Pinkert, C.A. 1994. *Transgenic Animal Technology*. Academic Press, Inc., New York. pp : 297-313.
- Van Eenennaam, Alison L. and Olin Paul G, 2006, *Careful Risk Assessment Needed To Evaluate Transgenic Fish*. *California Agriculture*. Volume 60, Number 3. July – September 2006.