

Arah pemuliaan ikan pada era pemanasan global

Wartono Hadie

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budi Daya
Jln. Raya Ragunan No. 20, Jakarta
e-mail: tonohadi@yahoo.com

Abstrak

Penerapan teknologi genetik dapat dibedakan kedalam dua kelompok besar, yaitu pengembangan untuk jangka pendek dan pengembangan untuk jangka panjang. Hibridisasi, manipulasi set kromosom, sex reversal, dapat dikelompokkan ke dalam pengembangan jangka pendek. Pengembangannya meliputi 1-2 generasi dan umumnya non kumulatif, sekali pakai. Program seleksi merupakan perwakilan program pengembangan jangka panjang, yang memiliki akumulasi kecil per generasinya. Transfer gen juga dimasukkan ke dalam program jangka panjang namun pertambahannya tidak kumulatif tetapi substansial per generasi. Namun demikian teknologi genetika ini dikritik dari segi etik dan moral. Pemburukan kondisi alam secara menyeluruh akan berjalan secara progresif, maka pemulia harus berfikir tentang budidaya ikan di lingkungan yang menimbulkan stress. Transformasi energy dalam tubuh ikan berubah, dan ini hendaknya menjadi *starting point* bagi pemulia untuk menciptakan varietas ikan baru yang mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Perubahan iklim dan pemanasan global, berdampak meningkatnya suhu dan meningkatnya kadar salinitas perairan, dan epidemi penyakit. Informasi ini bertujuan mencari peluang bagi pemulia untuk memanfaatkan potensi gen kelenturan fenotipik (*phenotypic plasticity genes*) pada ikan, menjadi varietas ikan toleran suhu, salinitas, dan penyakit sebagai usaha menanggulangi pemanasan global.

Kata kunci: pemanasan global, penyakit, salinitas, temperatur, varietas toleran.

Pendahuluan

Data produksi perikanan pada tahun 1984 yang dilaporkan kepada FAO hanya enam spesies, kebanyakan *shellfish* dan beberapa ikan *mullet*. Kultur dari *seabream* dan *seabass* sedang dimulai. Menurut Bartley (2000) dari data yang dilaporkan, dewasa ini ada 20 hingga 30 spesies Mediterania yang dibudidayakan. Sebagai perbandingan pada peternakan dan pertanian, peningkatan produksi telah didasarkan pada pendekatan pemuliaan modern dan hanya sedikit yang dapat dijalankan pada akuakultur.

Penerapan teknologi genetik demikian dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok besar, yaitu pengembangan untuk jangka pendek dan pengembangan untuk jangka panjang. Hibridisasi, manipulasi set kromosom, *sex reversal*, dapat dikelompokkan ke dalam pengembangan jangka pendek. Pengembangannya meliputi 1-2 generasi dan umumnya non kumulatif, sekali pakai. Program seleksi (*selective breeding*) merupakan perwakilan program pengembangan jangka panjang, yang memiliki akumulasi kecil setiap generasinya. Transfer gen juga dimasukkan ke dalam program jangka panjang namun pertambahannya tidak kumulatif tetapi substansial per generasi. Namun demikian teknologi genetika ini dikritik dari segi etika dan moral.

Ada perubahan besar seraya perubahan iklim terjadi dalam serangkaian kejadian progressif berupa pemanasan global. Beberapa anomali terjadi seraya perubahan iklim berlangsung dengan tujuan mempertahankan hidup bagi organisme yang berkemampuan dalam bergerak, sebagai contoh ikan-ikan tropis berenang ke utara untuk mencari perairan yang lebih dingin, keadaan sebaliknya terjadi pada saat iklim normal. Pada kondisi stabil pemulia akan berlomba-lomba mencari varietas dengan laju pertumbuhan tinggi dengan maksud mencapai kuota produksi nasional negara masing-masing. Hal tersebut wajar karena memanfaatkan suatu kondisi lingkungan yang optimal untuk budi daya.

Pada era pemanasan global dengan pemburukan kondisi berjalan progresif, maka pemulia harus berfikir tentang budi daya di lingkungan yang menimbulkan *stress* (mencekam). Cekaman lingkungan akan

mengorbankan alokasi energi yang tadinya untuk pertumbuhan menjadi energi untuk bertahan hidup. Transformasi energi dalam tubuh ikan berubah dan kejadian ini hendaknya mkenjadi *starting point* bagi pemulia untuk menciptakan varietas ikan baru yang mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Di masa depan kondisi yang dihadapi dengan perubahan iklim dan pemanasan global adalah meningkatnya suhu dan meningkatnya kadar salinitas perairan. Peningkatan suhu akan terjadi mulai dari dataran tinggi hingga dataran rendah bahkan di laut. Peningkatan kadar garam terjadi di permukaan laut dan di daratan sebagai akibat meluasnya jarak tempuh pasang air laut. Daratan pantai yang tadinya tidak terjangkau oleh pasang, maka dengan meningkatnya tinggi muka air laut, daerah tawar akan menjadi terpengaruh oleh kadar garam.

Kehidupan ikan akan terpengaruh oleh adanya garam, dan akan menjadi faktor pembatas untuk hidup dan pertumbuhannya. Transformasi energi berubah yang semula untuk pertumbuhan menjadi energi untuk stabilisasi intra sel agar tidak terjadi dehidrasi. Oleh karenanya ikan akan memilih (*trade-offs*) apakah mengalokasikan energinya untuk tumbuh atau untuk bertahan hidup (Angilleta, *et al.*, 2003). Pilihan tersebut berarti akan mengorbankan salah satu, dan ini merupakan kerugian besar bagi usaha budi daya ikan. Pilihan dari *tradeoffs* hingga cekaman (suhu atau salinitas) tertentu adalah pertumbuhan. Hal ini berarti ikan akan memperlambat pertumbuhannya, karena mengalokasikan energinya untuk bertahan hidup (Hadie *et al.*, 2004). Namun demikian pada kondisi di atas *threshold* (ambang batas) adalah menurunnya pertumbuhan dan mati.

Keadaan ini merupakan masalah besar bagi pembudi daya akibat pemanasan global dan perubahan iklim yang secara progresif memburuk. Pemulia mendapat tantangan dalam hal ini, mampukah mereka merekayasa ikan dengan potensi genetik yang ada untuk menciptakan ikan toleran terhadap perubahan lingkungan?. Suatu program yang sulit berjangka panjang, tidak populer di masyarakat dan juga tidak didukung sepenuhnya oleh pemerintah. Tujuan dari uraian ini adalah mencari informasi arah pemuliaan ikan yang paling tepat di Indonesia dalam menghadapi perubahan iklim.

Status pemuliaan ikan di Indonesia

Penggunaan ikan varietas unggul dalam kegiatan budi daya merupakan cara yang dapat diandalkan, tidak hanya dalam hal peningkatan produksi perikanan, tetapi dampaknya juga meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan pembudi daya ikan. Ikan varietas unggul pada umumnya memiliki sifat-sifat yang menonjol pada potensi hasil yang tinggi, memiliki keunggulan pada ekolokasi tertentu, dan mempunyai sifat-sifat akuakultur penting lainnya.

Jenis produk pemuliaan yang telah berhasil dipublikasikan meliputi jenis, introduksi, hibrida, varietas, dan rekayasa kromosomal. Dari jenis publikasi, produk pemuliaan dapat dibagi kedalam jenis publikasi pemutihan dan jenis publikasi pengajuan. Secara umum produk pemuliaan yang dipublikasikan berkisar pada generasi ketiga (G3).

Untuk publikasi jenis ataupun introduksi, G3 telah dapat meyakinkan bahwa jenis tersebut telah mampu beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan budi daya sehingga hasilnya telah maksimal (Tabel 1). Namun demikian untuk suatu varietas, G3 belum merupakan generasi yang stabil (Hadie, 2005) dan diduga akan lebih stabil apabila suatu varietas dirilis pada generasi keenam (G6).

Tabel 1. Beberapa jenis dan varietas ikan dan udang yang telah dirilis

Spesifikasi	Produk Pemuliaan									
	Rajadanu	Pasupati	GIMacro	Stylirostris	Nirwana	Gesit	Sangkuriang	Larasati	Best	Piton
Kelembagaan :										
BRKP	ya	ya	ya						ya	
DJPB				ya	ya	ya	ya	ya		
PERSON										ya
Jenis rilis :										
Jenis	ya									
Introduksi				ya						
Varietas			ya		ya			ya	ya	
Hibrida		ya								ya
Lain-nya						ya	ya			
Uji multilokasi	belum	belum	ya	ya	belum	belum	belum	belum	belum	belum
Generasi			3	1	3				3	
Evaluasi :										
Berkembang	ya	belum	ya	belum	ya	ya	ya	belum	belum	ya
Ditolak	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Semua produk pemuliaan ikan dan udang dihasilkan menggunakan metode konvensional, yaitu *selective breeding* dan dirilis pada F3. Sementara itu penggunaan metode yang modern dengan transgen sedang berjalan pada tahun ketiga. Tujuan dari upaya ini adalah memperoleh laju pertumbuhan yang cepat dan ketahanan terhadap penyakit. Seperti yang telah dikemukakan di depan bahwa metode perbaikan genetik demikian masih dalam perdebatan antara yang menerima dan yang menolak. Beberapa jenis ikan yang sedang diperbaiki mutu genetiknya menggunakan metode modern adalah ikan mas, nila, gurame, patin, udang windu, dan udang vaname. Sementara beberapa jenis lainnya masih terus dikerjakan menggunakan metode *selective breeding*. Hasil akhirnya sebagian untuk percepatan laju pertumbuhan dan yang lain untuk meningkatkan produksi.

Proses perakitan ikan varietas unggul yang menghasilkan benih unggul membutuhkan dukungan dana dan tenaga yang cukup besar. Oleh karena itu, undang-undang menjamin perorangan maupun badan hukum untuk melakukan kegiatan pemuliaan dalam rangka menghasilkan varietas unggulan baru. Pemulia atau pemegang hak perlindungan varietas perlu diberikan hak tertentu serta perlindungan hukum atas hak tersebut secara memadai.

Rilis jenis, introduksi, varietas, maupun hibrida, merupakan rangkaian kegiatan formal dan merupakan tahapan pengalihan tanggung jawab dari pemulia kepada negara, tujuannya adalah untuk melindungi masyarakat agar tetap memperoleh perlindungan atas komoditas atau varietas yang akan digunakan dalam kegiatan budi daya. Untuk itu, protokol rilis perlu diatur dan dilaksanakan dengan baik sehingga alur tanggung jawab antara penghasil jenis/varietas (pemulia), pengawasan dan pengembangan (Direktorat Jenderal Perikanan Budi Daya/DJPB), dan pengguna (pembudi daya) menjadi jelas. Hal ini berarti bahwa mulai dari kaidah pemuliaan, proses perakitan, hingga produk pemuliaan harus betul-betul memenuhi prosedur operasional baku (POB) yang berlaku. Selain itu, produk pemuliaan yang dirilis hendaknya memiliki peningkatan nilai ekonomi suatu komoditas secara nyata.

Pengaruh perubahan iklim

Pemanasan global memiliki dampak yang universal baik di darat maupun perairan daratan dan laut. Perairan laut tropis akan menjadi yang paling asin dalam 40 tahun terakhir ini, dimana laut akan mendekat ke pusat bumi akan semakin tawar. Hal ini dalam skala besar, perubahan laut yang cukup cepat menunjukkan adanya perubahan iklim, termasuk pemanasan global, mungkin berpengaruh terhadap sistem planet yang mengatur penguapan dan presipitasi dan siklus air tawar di seputar bola bumi (Melville, 2009).

Laut biasanya melepas 86% ketika evaporasi dan menerima 78% dari presipitasi planet, ini merupakan elemen dalam pemanasan global. Penguapan meningkatkan kepekatan garam di permukaan laut yang menyebabkan peningkatan laju evaporasi akan meningkatkan level salinitas. Sebaliknya salinitas secara umum akan menurun sejalan dengan penambahan air tawar dari daratan. Mencairnya es di Lautan Artik mengakibatkan pengaruh lain dari pemanasan global yang merupakan sumber penambahan air tawar ke Atlantik Utara. *Melting* pada percepatan siklus air juga terlihat peningkatan presipitasi di dataran tinggi yang ambil bagian pada penurunan salinitas di Atlantik Utara dan berpotensi menghambat arus.

Produksi ikan dari hasil tangkapan dan budi daya sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim yang telah diamati secara umum pada beberapa tahun terakhir ini (Alborali, 2006). Ikan dan kekerangan merupakan organisme yang dapat beradaptasi dengan suhu di lingkungannya, namun menghadapi gangguan dengan perubahan.

Pemanasan global menghasilkan suatu iklim baru di muka bumi yang berdampak pada biotik dan abiotik secara total. Meningkatnya permukaan air, menyebabkan naiknya pasang surut laut dan bias mencapai ke daerah yang jauh di daratan, akibatnya akan meninggalkan daerah daratan dengan kondisi yang salin. Kondisi demikian juga akan merubah habitat yang sudah ada dari habitat perairan tawar ke habitat perairan payau atau berkadar garam.

Tingkat penguapan yang tinggi akibat pemanasan, akan meningkatkan salinitas laut. Air permukaan laut yang tinggi kadar garamnya akan dipindahkan ke darat pada waktu terjadi pasang. Dengan demikian keadaan tambak-tambak budi daya ikan juga akan berubah menjadi habitat yang lebih tinggi kadar garamnya. Kondisi demikian akan memengaruhi tingkat adaptasi ikan-ikan budi daya. Ikan budi daya umumnya memiliki tingkat adaptasi yang rendah dibandingkan dengan ikan-ikan liar yang terbiasa dengan fluktuasi lingkungan yang luas. Oleh karena itu, perubahan lingkungan yang ditimbulkan dari dampak pemanasan global harus diantisipasi dengan jenis ataupun varietas baru yang tahan terhadap perubahan lingkungan salinitas.

Dampak dari pemanasan global adalah meningkatnya suhu udara, yang berarti juga suhu perairan daratan. Kondisi demikian akan menjadi faktor pembatas bagi ikan-ikan budi daya untuk tumbuh secara normal. Jika demikian maka aspek produktivitas ikan budi daya bisa menurun. Hal tersebut wajar karena untuk mengimbangi kenaikan suhu, ikan harus mengalokasikan energinya untuk mempertahankan metabolisme dalam rangka osmoregulasi (Anggoro, 1992).

Peningkatan salinitas maupun suhu akan menjadi *stressor* bagi ikan dan akan memacu ikan memproduksi secara banyak suatu protein yaitu *heat shock protein* (HSP) sehingga energi untuk tumbuh alokasinya berkurang (Kultz, 1996). Peneliti lain Ghittino *et al.* (2004) menghubungkan perubahan iklim dengan meningkatnya tingkat infeksi ikan budi daya dan bahkan hingga mengganggu tingkat produksinya

secara nyata. Memburuknya lingkungan perairan menyebabkan kondisi ikan menurun, sehingga rentan terhadap serangan penyakit, baik viral maupun bakterial.

Kebutuhan varietas ikan dan arah kebijakan pemuliaan

Teknologi genetika menurut dapat dimanfaatkan dalam akuakultur untuk beberapa alasan dan tidak semata meningkatkan produksi; meningkatkan pasar, budi daya, konservasi dari sumber daya alam juga dapat difasilitasi dengan teknologi genetika. Program peningkatan genetik dapat digunakan untuk membuat strategi jangka pendek dan jangka panjang. Tujuan jangka pendek biasanya cepat, 1-2 generasi dan biasanya tidak kumulatif dari masing-masing generasi (Falconer 1996). Secara umum teknologi perbaikan genetik belum diterapkan terhadap jenis-jenis ikan laut seperti halnya jenis ikan anadromus (salmon). Dengan demikian, seperti halnya semakin banyaknya jenis-jenis ikan laut yang sudah dibudidayakan, peningkatan genetik dapat diperkirakan untuk memainkan peranan penting dalam peningkatan produksi.

Strategi jangka panjang

Domestikasi dan pemanfaatan potensial penuh dan pemanfaatan sumberdaya genetik, niscaya hanya akan terlaksana dengan program pemuliaan jangka panjang menggunakan varian genetik aditif. Dari sedikit program pemuliaan yang diterapkan dalam akuakultur, program pemuliaan ikan salmon di Norwegia adalah salah satu contoh pemuliaan jangka panjang yang telah ditiru di beberapa daerah lain di dunia seperti ikan nila Gift (Eknath *et al* , 1993) dan di Chile untuk ikan salmon.

Program pemuliaan untuk peningkatan pertumbuhan pada kakap merah di Jepang telah berjalan selama 30 tahun (tujuh generasi) dengan menghasilkan masa pemeliharaan yang pendek untuk mencapai ukuran pasar (Murata *et al* , 1996). Pertimbangan karakter yang perlu diperhatikan adalah penambahan nilai ekonomi untuk industri akuakultur. Namun demikian laju pertumbuhan adalah karakter yang seringkali menjadi pertimbangan dalam program pemuliaan. Karakter lain yang perludilihat adalah varian dari genetik aditif, sehingga sangat memungkinkan untuk dikembangkan (Tave 1986).

Ketahanan terhadap penyakit adalah salah satu karakter yang sangat penting untuk beberapa jenis ikan budi daya (terutama udang), tetapi peningkatan karakter ini dengan program pemuliaan yang spesifik mungkin memiliki problem tersendiri (Tave 1995), karena banyaknya desain penelitian (pada ikan yang tidak memiliki resistensi terhadap penyakit) selanjutnya problem adalah varian aditif. Ketahanan terhadap pencemaran air juga sangat menarik di beberapa daerah, misalnya tilapia yang tahan terhadap logam berat. Tetapi ini harus sangat hati-hati agar tidak digunakan sebagai pensahihan untuk tidak peduli terhadap perairan yang sudah rusak (Lourdes *et al* , 1995). Kualitas produk di pasar yang tinggi menyebabkan karakter lain yang juga dapat dipertimbangkan adalah kualitas daging.

Efisisensi dalam seleksi akan diperkaya dengan pemilihan lokus tertentu, prosesnya disebut MAS. Jika proporsi dari genetik aditif varian yang berhubungan dengan lokus memiliki heritabilitas dari karakternya (Dunham 1995). Walaupun demikian, identifikasi dari lokus yang berguna masih sangat sulit pada spesies akuakultur. Bukti mikrosatelit memperlihatkan level variasi genetik yang tinggi dan dapat membantu mengidentifikasi lokus yang bermanfaat untuk menentukan silsilah ikan yang tercampur. Oleh karena itu, MAS kemungkinan dapat diterapkan secara komersial atau dalam keterbatasan lahan karena tidak membutuhkan fasilitas khusus, rutinitas harian dari aktivitas budi daya tidak terganggu, dan ikan tidak

perlu ditandai. Analisis genetik dapat dilakukan dengan contoh daging yang kecil atau potongan sirip yang tidak menimbulkan cacat untuk dipasarkan (Herbinger *et al* , 1995).

Secara umum kehati-hatian harus diambil untuk mengurangi efek negatif dari *inbreeding* pada saat mendesain dan menjalankan program pemuliaan dalam budi daya. Penanda genetik seperti mikrosatelit dapat membantu menentukan hubungan kekerabatan.

Produksi ikan transgenik termasuk dalam strategi program pemuliaan jangka panjang karena waktu yang dibutuhkan untuk menentukan gen yang bermanfaat dan promoternya serta memasukkannya ke dalam hewan inang dan kemudian untuk melakukan penyaringan sangat dibutuhkan untuk melihat sifat pewarisan secara konsisten dari ikan transgen. Beberapa jenis ikan ekonomis penting dapat menerima gen dari jenis lain, sebagai contoh ikan coho salmon, dengan gen pertumbuhan dan promoter dari sockeye salmon dapat tumbuh 11 kali lebih cepat dibandingkan ikan non transgen (Devlin *et al* , 1994).

Strategi pemuliaan jangka panjang membutuhkan koleksi data yang panjang, menyimpan rekaman data, manajemen induk, dan monitoring, serta fasilitas khusus juga dibutuhkan. Bartley (2000) strategi pemuliaan yang dapat diterapkan dalam merancang pemuliaan ikan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang (Tabel 2).

Tabel 2. Strategi peningkatan genetik untuk menghasilkan varietas baru

Manipulasi genetik	Peningkatan yang dicapai
Strategi pemuliaan jangka panjang	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkat 50% setelah 10 generasi pada Coho salmon (Hisbenger <i>et al</i> ., 1990) • Gilthead seabream, seleksi massa memiliki respons 20%/generasi (Hulata, 1995) • Seleksi massa untuk panjang standar Chilean oyster 10-13% dalam 1 generasi (Toro <i>et al</i> , 1996).
Konfirmasi badan	<ul style="list-style-type: none"> • Heritabilitas tinggi badan ikan mas, catfish, dan trout (Dunham, 1995; Tave 1986)
Toleransi fisiologis untuk <i>stress</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Rainbow trout diseleksi untuk respons tinggi, meningkatkan level kortisol dalam plasma (Pottinger <i>et al</i> ., 1995)
Tahan penyakit	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan ketahanan terhadap dropsi pada ikan mas (Kirpichnikov, 1981). Tetapi resisten penyakit sulit untuk diseleksi (Tave 1995).
Tahan polutan	<ul style="list-style-type: none"> • Keturunan tilapia galur seleksi untuk karakter tahan logam berat (Hg, Cd, Zn) sintasan 3-5 kali dibandingkan dengan yang tidak dipapar (Lourdes, 1995)
Kematangan dan waktu pemijahan	<ul style="list-style-type: none"> • 60 hari lebih cepat untuk kematangan gonad pada ikan trout (Dunham 1995)
Transfer gen	<ul style="list-style-type: none"> • Coho salmon dengan gen GH dan promoter dari sockeye salmon, tumbuh 11 kali lebih cepat
Strategi jangka pendek: persilangan intraspesifik	<ul style="list-style-type: none"> • Heterosis untuk pertumbuhan mencapai 55% dan 22% pada catfish dan trout (Dunham 1995). Chum salmon tidak ada heterosis
Sex reversal dan pemuliaan	<ul style="list-style-type: none"> • Chanel catfish memiliki respons 30-60% • Moosex jantan meningkatkan produksi 60% tergantung sistem budi daya (Mir <i>et al</i> ., 1995)
Manipulasi kromosom	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan pertumbuhan dan konversi pakan pada triploid ikan salmon, triploid ikan nila meningkatkan pertumbuhan hingga 66-90% (Dunham 1995)

Strategi jangka pendek

Peningkatan genetik jangka pendek mungkin tidak membutuhkan penyimpanan data dan manajemen seperti halnya pada jangka panjang dan dapat menghasilkan secara signifikan dalam waktu yang singkat. Hibridisasi dapat digunakan untuk mengkombinasikan kualitas yang diharapkan dari dua grup yang secara genetik berbeda untuk heterosis yang tinggi. Kelompok yang steril dapat diproduksi dari hibridisasi interspesifik, tetapi untuk beberapa ikan budi daya tetap fertil.

Pada umumnya hanya generasi F1 yang menarik untuk dibudidayakan, oleh karena itu galur induk harus dikelola melalui pusat pemuliaan. Beberapa kelompok besar yang menarik dari ikan budi daya tidak selalu menghasilkan hibrida yang bermanfaat seperti salmon dan udang penaeid (Benzie *et al.* , 1995).

Beberapa hibrida fertil dan mungkin bisa dibuat *backcross* kepada galur induknya. Hibrida tilapia merah (nila merah Florida x *Oreochromis urolophis honorum*) digunakan untuk mendapatkan pertumbuhan dan ketebalan tubuh dengan *backcross*.

Poliploidisasi, manipulasi kromosom, dapat dilakukan pada jenis ikan dengan manipulasi suhu dan kimiawi pada saat perkembangan embrio. Organisme triploid umumnya mendapat perhatian penuh karena steril dan menggunakan energinya untuk tumbuh, bukan untuk reproduksi. Namun demikian hal ini perlu dilihat kembali, karena beberapa jenis masih ada yang fertil (Mir, 1993; Hussain, *et al.* , 1995).

Produksi kelompok monosex, juga strategi program jangka pendek karena memberikan peluang pilihan pada jenis yang memiliki seksual dimorfisme, sebagai contoh ikan nila ataupun udang galah yang memiliki pertumbuhan lebih cepat pada individu jantan dibandingkan betinanya. Hal sebaliknya terjadi pada rainbow trout betina lebih baik kualitas dagingnya dibandingkan jantan (Bye & Lincoln 1986) atau jenis lain pada ikan yang dipanen telurnya.

Masalah penggunaan hormon untuk *sex reversal* terus berkembang antara yang menerima dan menolak, walaupun diketahui bahwa tidak ada pengaruhnya pada ukuran konsumsi. Namun demikian ada beberapa negara (utamanya Eropa) yang tidak mau menggunakan produk tersebut.

Teknologi genetika dan konservasi

Seperti jenis lain di sektor pertanian, ekspansi akuakultur pada teknologi genetika juga menemui kontroversi dan kendala biaya. Beberapa kelompok menuduh perikanan menjadi ancaman terhadap lingkungan alam dan kepada keanekaragaman hayati melalui pencemaran (makanan dan obat-obatan), interaksi, *interbreeding* dari ikan yang dipelihara dengan jenis lokal.

Teknologi genetik yang khusus yaitu transgenik, dianggap memberikan ancaman yang serius. Bahayanya produk ikan transgenik bukan semata-mata teknologi itu sendiri, tetapi faktanya bahwa banyak ketidakpastian yang menyertai dari berfungsinya konstruksi gen yang baru pada inang. Walaupun belum tentu hal tersebut bisa dipindahkan ke organisme lainnya.

Beberapa pendapat mengatakan bahwa produk dari unit pembenihan selalu berbeda dengan produk alami, dan oleh karena itu akan memiliki efek yang negatif terhadap populasi alami. Kenyataan memang seringkali demikian, ada interaksi antara ikan rekayasa dengan stok alami mengingat monoseks dan poliploid masih fertil. Walaupun demikian, pada produk tanaman transgenik dilaporkan tidak menjadi ancaman serius terhadap lingkungan (Miller 1994).

Akuakultur berkelanjutan

Strain-strain rekayasa genetik dalam akuakultur akan terus berkembang. Pertanyaan yang muncul dalam industri perikanan adalah bagaimana mengelola suatu keragaman baru? akankah sedikit spesies menjadi ras yang berbeda, stok, atau varietas seperti yang terjadi pada pertanian? atau akankah beberapa spesies yang berbeda menjadi domestikasi sesuai dengan kebutuhan lokal?.

Satu skenario dalam diversifikasi jenis ikan budi daya mengeksplorasi interaksi genotipe dengan lingkungan, sebagai contoh tekanan seleksi dengan area dan sistem budi daya yang berbeda untuk menciptakan keragaman ikan dipembudi daya dan menciptakan strain lokal yang adaptif (Doyle *et al.* , 1991). Interaksi genetik dengan lingkungan, biasanya dinyatakan tidak terlalu penting dalam program peningkatan genetik, dengan contoh nila gift (Eknath, 1993). Interaksi tergantung pada luasan lingkungan dan luasnya pengujian genotipe. Sebagai contoh ikan nila adalah jenis ikan air tawar, jika jenis lain dari air asin akan ditambahkan, maka interaksi genetik dengan lingkungan perlu dipelajari karena akan memberikan pengaruh yang signifikan.

Aplikasi genetik dalam industri akuakultur, telah dibahas dalam beberapa seminar sehubungan dengan isu konservasi. Di beberapa negara ada tekanan dari pembudi daya agar menggunakan ikan yang tidak dapat melakukan *interbreeding* dengan populasi alami. Produksi ikan salmon triploid adalah salah satu cara untuk memecahkan masalah tersebut, tetapi poliploid pada salmon menurunkan sintasan dan lebih mudah terkena penyakit dan *stress* (Withler *et al.*, 1995). Teknologi tertentu seperti hibridisasi dan manipulasi kromosom bisa dilakukan di level pembudidaya. Namun demikian yang lain seperti produk transgenik belum diketahui kontroversinya dengan seksama.

Alasan berkembangnya sektor budi daya perikanan adalah karena kepercayaan konsumen dan penerimaan produk budi daya. Kritik yang bersinggungan dengan konservasi adalah sehubungan dengan GMO. Dengan demikian promosi penerapan teknologi genetika untuk melindungi konsumen dan lingkungan sedikit diketahui (derajat ketidakpastiannya yang tinggi, atau praktek dengan resiko tinggi berupa pelepasan ikan fertil) yang membahayakan populasi alami lokal.

Terdapat tiga permasalahan utama menghadapi perubahan iklim dalam konteks pemanasan global. Pertama adalah meningkatnya suhu perairan, sehingga ikan-ikan budi daya akan terpengaruh, dan menurunkan produksinya. Kedua adalah peningkatan kadar salinitas baik di laut, maupun di darat yaitu di tambak dan perairan pantai lainnya di wilayah budi daya. Ketiga kombinasi meningkatnya suhu ataupun meningkatnya salinitas, berpengaruh terhadap daya tahan tubuh ikan karena *stress* dan memicu timbulnya wabah (*outbreak*) penyakit.

Mempertimbangkan kondisi demikian, maka pilihan bagi pemulia di bidang perikanan adalah menciptakan varietas-varietas baru yang cocok untuk mengantisipasi pemanasan global. Cara terbaik adalah memanfaatkan potensi gen pada ikan yaitu gen kelenturan fenotipik. Pemanfaatan potensi gen tersebut memungkinkan pemulia ikan dapat bekerja keras dan menghasilkan ikan yang toleran terhadap salinitas, seperti halnya pada udang galah yang diarahkan untuk menciptakan udang galah yang toleran terhadap salinitas. Selain itu, analog dengan potensi gen toleran panas pada lalat buah, maka pemulia ikan dapat bekerja dengan tekun dan menciptakan ikan toleran terhadap kenaikan suhu. Mengingat gen kelenturan fenotipik ini akan terekspresi pada lingkungan yang menimbulkan *stress* dan memiliki respon positif, maka teknik *selective breeding* diharapkan mampu menghasilkan kandidat-kandidat varietas baru.

Hal ketiga yang menjadi agenda pemulia ikan adalah memikirkan ikan-ikan tahan penyakit, mengingat peningkatan suhu perairan menjadikan *stressor* bagi ikan dan rentan serangan penyakit. Oleh karena itu tidak ada pilihan lain, kecuali menciptakan ikan tahan penyakit, baik melalui seleksi maupun melalui penyisipan gen penghasil kekebalan. Komponen gen ini telah tersedia, misalnya *aroA* dan mutannya, *lactoferrin*, *cercropin*, *PmAV*, *pProAV*, dan masih banyak lagi bahan gen yang dapat digunakan untuk menciptakan ikan tahan penyakit.

Cara lain untuk menyediakan varietas yang mampu menghadapi perubahan lingkungan adalah dengan memanfaatkan potensi gen kelenturan fenotipik (*phenotypic plasticity gene*). Kelenturan fenotipik adalah kemampuan individu untuk menghasilkan lebih dari satu macam performa (keragaan) sebagai reaksi terhadap perubahan lingkungan. Keragaan ini dapat berupa perubahan morfologi, tingkah laku, dan atau status fisiologi; sedangkan fenotipe didefinisikan sebagai keragaan suatu individu akibat ekspresi gen-gen yang dimilikinya pada lingkungan tertentu (Scheiner & Lyman, 1989).

Kinne (1964) menyatakan bahwa salinitas berpengaruh langsung terhadap sintasan, konsumsi pakan, laju pertumbuhan, metabolisme, dan distribusi ikan. Salah satu aspek fisiologis dari larva yang dipengaruhi oleh salinitas adalah tekanan osmotik dan konsentrasi ion cairan tubuh (Holliday, 1969). Apabila ikan berada pada media yang bersalinitas, maka untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya diperlukan proses osmoregulasi yaitu pengaturan cairan tubuh pada tingkatan yang berbeda terhadap media.

Dengan memanfaatkan gen kelenturan fenotipik tersebut, maka varietas yang dihasilkan mampu mengatasi *stress* lingkungan. *Stress* lingkungan yang dimaksud adalah meningkatnya kadar salinitas ataupun suhu media. Varietas dengan kelenturan fenotipik berarti suatu varietas ikan yang toleran terhadap lingkungan sub optimal yaitu varietas toleran suhu ataupun varietas toleran salinitas.

Simpulan

Perubahan iklim atau pemanasan global akan menghasilkan peningkatan suhu pada perairan dan daratan sebagai media hidup ikan; akibatnya akan meningkatkan suhu, salinitas, dan berkembangnya penyakit ikan. Untuk menanggulangi masalah tersebut, maka kegiatan pemuliaan diarahkan pada karakter cepat tumbuh, toleran salinitas, toleran suhu tinggi, dan tahan penyakit. Metoda yang dapat digunakan untuk kegiatan pemuliaan adalah konvensional (*selective breeding*) dan metoda modern melalui transgenik.

Senarai pustaka

- Alborali, L. 2006. Climatic Variations Related to Fish Diseases and Production. *Veterinary Research Communications*, 30 (Suppl. 1) : 93-97
- Anggoro, S. 1992. Efek osmotik berbagai tingkat salinitas media terhadap daya tetas telur dan vitalitas larva udang windu, *Penaeus monodon* Fabricus. Disertasi, Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Angilleta, M. J., Wilson R. S., Navas C. A., & James R. S. 2003. Tradeoffs and the evolution of thermal reaction norms. *Tree*, 18(5): 234-240
- Bartley, D. M. 2000. *Genetic and breeding in aquaculture: current status and trends*. Fisheries Departement, FAO. Rome, Italy. 18 pp
- Benzie, J. A. H., Kenway M., Ballment E., Frusher S., & Trot L. 1995. Intra specific hybridization of tiger prawns *Penaeus monodon* and *P. esculentus*. *Aquaculture*, 133: 103-111
- Bye, F. J. & Lincoln R. F. 1986. Commercial methods for the control of sexual maturation in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R). *Aquaculture*, 57: 299-309

- Devlin, B. H., Yesaki T. Y., Bagl E. A., & Donaldson E. M. 1994. Extraordinary salmon growth. *Nature*, 371: 209-210.
- Doyle, R. W., Shackel N. L., Basiao Z., Uraivan S., Matricia T., & Talbot A. J. 1991. Selective diversification of aquaculture stocks : A proposal for economically sustainable genetic conservation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48:148-154.
- Dunham, R. A. 1995. The contribution of genetically improved aquatic organisms to global food security. Thematic paper presented to the Japan/FAO international conference on sustainable contribution of fisheries to food security, 4-9 December, Kyoto, Japan.
- Eknath, A., Tayamen M. M., Vayada de Vera M. S., Danting J. C., Reyes R. A., Dionisio E. E., Capili J. B., Bolivar J. L., Abela T. A., Circa A. V., Bensten H. B., Gjerde B., Gjedrem T., & Pullin R. S. V. P. 1993. Genetic improvement of farmed tilapia: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments. *Aquaculture*, 111: 171-188.
- Falconer, D. S. 1996. *Introduction of the quantitative genetics*. Longman, London.
- Ghittino, C., Latini M., Agnetti F., Panziera C., Lauro L., Ciappelloni R., & Petracca G. 2003. Emerging Pathologies in Aquaculture: Effects on Production and Food Safety. Kluwer Academic Publishers. *Netherlands Veterinary Research Communications*, 27 Suppl. 1 : 471-479
- Hadie, W., Hadie L. E., Kusmini I. I., Jaelani, Sularto, & Hikmayani Y. 2001. Evaluasi pertumbuhan udang galah pada ekosistem kolam dan tambak air payau. Tidak dipublikasikan.
- Hadie, W., Sumantadinata K., Noor R. R., Subandriyo, Carman O., & Hadie L. E. 2004. Kelenturan fenotipik udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) strain Musi, Barito, GI Macro dan persilangannya pada lingkungan bersalinitas. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 10 (5): 5-14.
- Herbinger, C. M., Doule R. W., Pitman E. R., Paquet D., Mesa K. A., Morris D. B., Wright J. M., & Cook D. 1995. DNA fingerprint based analysis of paternal and maternal effect on offspring growth and survival in communally reared rainbow trout. *Aquaculture*, 137: 245-256.
- Holliday, F. G. T. 1969. The effect of salinity on eggs and larvae of teleost. In: Hoar, W. S. & Randall D. J. (eds.). *Fish physiology*. Vol. I. Acad. Press, New York. and London. p: 293-309.
- Hussain, M. G., Rao G. P. S., Humayun N. M., Rendall C. F., Penman D. J., Kime D., Bromage N. R., Mayers J. M., & MacAndrew B. J. 1995. Comparative performance of growth, biochemical composition and endocrine profiles in diploid and triploid tilapia *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*, 138:87-97.
- Kinne, O. 1964. The effect of temperature and salinity on marine and brackish water animals. P 281-336. In: Barnes H (ed.). *The oceanography and marine biology* Vol. II George Allen and Unwin Ltd., London.
- Kultz D. 1996. Plasticity and stressor specificity of osmotic and heat shock responses of *Gillichthys mirabilis* gill cell. *Am. Physiol. Soc.* C1181-C1193.
- Lourdes, M., Cuvin-Aralar A., & Aralar E. V. 1995. Resistance to heavy metal mixture in *Oreochromis niloticus* progenies of parents chronically exposed to the same metals. *Aquaculture*, 137:271-284.
- Mair, G. C. 1993. Chromosome set manipulation in tilapia – techniques, problems and prospects. *Aquaculture* 111:227-244.
- Melville, K. 2009. Massive Salinity Changes In Oceans http://www.scienceagogo.com/news/20031117204012_data_trunc_sys.shtml. diakses 10 Mei 2009.
- Miller, H. I. 1994. Risk-assessment experiments and the new biotechnology. *Trends in Biotechnology*, 12:292-295.
- Murata, O., Harada T., Miyashita S., Izumi K., Maeda S., Kato K., & Kumai H. 1996. Selective breeding for growth in red sea bream. *Fish. Sci.*, 62:845-849.
- Scheiner, S. M. & Lyman R. F. 1989. The genetics of phenotypic plasticity I. Heritability. *J. Evol. Biol.* 2:95-107.
- Tave, D. 1986. *Genetics for fish hatchery managers*. AVI Publishing Co., Westport, Connecticut.
- Tave, D. 1995. Selective breeding programmes for medium-sized fish farms. *FAO Fisheries Technical Paper* 352. FAO. UN, Rome.
- Withler, R. E., Beacham, T. D., Sclar I. I., & Donaldson E. M. 1995. Freshwater growth, smolting, and main survival and growth of diploid and triploid coho salmon (*Oncorhynchus kisuth*). *Aquaculture*, 136: 91-107.