

p-ISBN : 978-602-5791-42-0 (100)
e-ISBN : 978-602-5791-43-7

APLIKASI ILMU GENETIKA

DALAM PROGRAM PEMULIAAN DI
PERIKANAN AIR TAWAR



AMaFRaD  PRESS

ESTU NUGROHO

APLIKASI ILMU GENETIKA DALAM PROGRAM PEMULIAAN DI PERIKANAN AIR TAWAR

ESTU NUGROHO

AMaFRaD  PRESS

APLIKASI ILMU GENETIKA DALAM PROGRAM PEMULIAAN DI PERIKANAN AIR TAWAR

Penulis:

Estu Nugroho

Perancang Sampul :

Estu Nugroho

Jumlah halaman :

iv + 40 halaman

Edisi/Cetakan :

Cetakan pertama, 2018

Diterbitkan oleh :

AMAFRAD Press -

Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan

Gedung Mina Bahari III, Lantai 6, Jl. Medan Merdeka Timur, Jakarta Pusat
10110

Telp. (021) 3513300 Fax: 3513287

Email : amafradpress@gmail.com

Nomor IKAPI: 501/DKI/2014

ISBN : 978-602-5791-42-0 (100)

e-ISBN : 978-602-5791-43-7

@2018, Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang.

Diperbolehkan mengutip sebagian atau seluruh isi buku dengan mencantumkan sumber referensi

Dilarang memproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak Cipta dilindungi oleh Undang-undang No. 28 Tahun 2014
All Rights Reserved

KATA PENGANTAR

Pemuliaan merupakan bidang ilmu genetik yang mulai banyak dipertimbangkan untuk dimanfaatkan peranannya dalam perikanan. Melalui pemuliaan berbagai jenis induk yang menghasilkan benih unggul telah dihasilkan dan digunakan oleh para pembudiaya di Indonesia.

Benih dan induk unggul adalah salah satu pilar yang berperan penting dalam mensukseskan suatu usaha budidaya perikanan. Berbagai upaya telah dilakukan oleh masyarakat untuk mendapatkan benih dan induk unggul, namun sebagian besar belum didukung oleh informasi dasar secara ilmiah yang memadai sehingga banyak sekali kejadian yang menyebabkan target utama menghasilkan benih dan induk unggul tidak tercapai atau kualitas induk atau benih yang dihasilkan menurun secara drastis.

Dalam rangka turut berperan serta dalam menyediakan informasi dasar yang berkaitan dengan kegiatan pemuliaan yang menghasilkan induk dan benih unggul dalam bidang perikanan maka dilakukan penulisan buku yang informatif ini. Dengan menggabungkan informasi dari berbagai sumber ilmiah dan dipadu dengan kegiatan lapangan secara riil, maka penulis berharap buku ini dapat menjadi salah satu pegangan dan panduan bagi para pelaku kegiatan pemuliaan di budidaya perikanan. Semoga..

Jakarta, 2018

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

Prof. Dr. Ir. Ketut Sugama, M.Sc, A.Pu, Prof. Dr. Ir. Sonny Koeshendrajana, Prof. Dr. Ir. Ngurah N. Wiadnyana, DEA., Dr. Singgih Wibowo, M.S, Dr. Ing Widodo S. Pranowo, M.Si., dan Dr. Ir. I Nyoman Suyasa, M.S, yang telah mengkoreksi dan memberikan masukan kepada penulis sehingga buku ini menjadi lebih sempurna dan penyajian materi buku yg lebih baik.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada: Kepala Pusat Riset Perikanan, Kepala Bidang Budidaya Pusat Riset Perikanan, Kepala Kelti Budidaya Air Tawar dan Laut, dan Rekan-rekan anggota tim konsultansi “Belitung Timur”, serta Rekan-rekan di UPT Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya atas bantuan administratif dan teknis sehingga buku ini dapat diterbitkan.

DAFTAR ISI

	Hal
Kata Pengantar	i
Ucapan Terimakasih	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	iv
Daftar Gambar	v
1. PENDAHULUAN	1
2. PEMAHAMAN TEORI ILMU GENETIKA BERKAITAN DENGAN PEMULIAAN IKAN	3
2.1. Seleksi	3
a. Varian pada genetika kuantitatif	3
b. Inbreeding	6
c. Heritabilitas (h^2)	8
d. Respon Seleksi (R)	8
e. Differensial seleksi (S)	9
f. Penghitungan heritabilitas	9
g. Intensitas seleksi	10
h. Tipe seleksi	11
i. Seleksi berbasis produksi	14
2.2. Hibridisasi	16
a. Tipe hibridisasi	17
b. Heterosis (H)	18
c. <i>Maternal effect</i>	18
d. <i>Individual effect</i>	19
2.3. Marka DNA	19
a. Marka DNA <i>sebagai Marker Assisted Selection.</i>	20
b. Marka DNA untuk evaluasi Populasi	22
c. <i>SMART breeding.</i>	24
3. PENERAPAN PEMULIAAN DALAM BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR.	25
a. Ikan Nila..	25
b. Ikan Lele	28
c. Ikan Mas	30
d. Udang Galah	30
e. Ikan Gurami	31
4. KAJIAN BISNIS PENGGUNAAN BENIH UNGGUL	33
PENUTUP	37
DAFTAR ACUAN.	37

DAFTAR TABEL

	Hal
1. Persilangan secara resiprokal	18
2. Data hasil pemuliaan ikan nila Anjani	26
3. Data bobot hibridisasi ikan lele Mandalika di NTB	29

DAFTAR GAMBAR

	Hal
1. Bagan alur inbreeding	7
2. Ilustrasi penghitungan heritabilitas	10
3. Diagram seleksi generasi F0 ke F1 dan cara perhitungan diferensial seleksi (S), respon seleksi (R) dan Genetic gain F1.	15
4. Tipe hibridisasi, 1 = 2 galur, 2 = silang balik, 3= 3 galur silang balik	17
5. Contoh marka yang terkait (linked) dan non linked	25
6. Beberapa varietas ikan yang sudah siap dirilis ke masyarakat	32

1. PENDAHULUAN

Budidaya ikan merupakan salah satu jenis agribisnis yang dapat diandalkan sebagai alternatif dalam program peningkatan pendapatan di masyarakat. Hasil sensus ekonomi tahun 2013 tercatat bahwa budidaya ikan merupakan jenis usaha yang menduduki peringkat pertama hingga ke-7 dalam pendapatan rata-rata tertinggi dari 14 sumber pendapatan rumah tangga pertanian. Bahkan budidaya ikan menduduki peringkat pertama dan kedua dari pendapatan rata-rata rumah tangga di sektor dan luar sektor pertanian. (<https://st2013.bps.go.id/>).

Terdapat tiga unsur penting yang menentukan keberhasilan dalam berbudidaya ikan yaitu ketersediaan air baik kuantitas - kualitas, pemberian pakan dengan kandungan nutrisi yang dapat memenuhi kebutuhan ikan dan penggunaan benih unggul (Nugroho, 2010). Peranan penggunaan benih unggul hasil pemuliaan dalam mendorong produksi budidaya ikan secara signifikan telah terbukti, salah satunya di Eropa. Tercatat 80-83% produksi ikan budidaya di daerah tersebut pada tahun 2012 berasal dari penggunaan benih unggul hasil pemuliaan (Janssen *et al.*, 2017). Sedangkan di Indonesia, penggunaan benih unggul mulai di rintis dengan adanya kegiatan rilis varietas jenis baru yang dimulai tahun 2010. Secara komprehensif dipadukan dengan penggunaan teknologi yang tepat guna menjadikan produksi budidaya air tawar meningkat. Tercatat pada tahun 2013, produksi budidaya air tawar sekitar 2,57 juta ton dibandingkan hanya 1,5 juta ton pada periode sebelumnya dengan menggunakan sawah, tambak, kolam dan keramba dengan luasan lahan sekitar 300 ribu ha (DJPB, 2014).

Kegiatan pemuliaan ikan sebenarnya telah diinisiasi sejak tahun 1980-an, yaitu dimulai dengan adanya kerjasama antara Balai Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya Air Tawar, Bogor (dulu dikenal sebagai BALITKANWAR) dengan pihak *International Development Research Centre* (IDRC) yang bermarkas di Canada, melalui program koleksi varietas ikan mas dari beberapa daerah terisolir mulai dari Sumatera, Jawa hingga Bali.

Proses ini kemudian semakin mengerucut dengan mulai dibentuknya Jaringan Pemuliaan Ikan Nasional (nila) pada tahun 2004 yang bermula dari kerjasama tripartit antara BALITKANWAR, Balai Budidaya Ikan Air Tawar Sukabumi dan Institut Pertanian Bogor. Gerakan ini bermula dari banyaknya varietas ikan dari luar negeri yang masuk ke Indonesia mengalami penurunan kualitas secara genetik setelah dipelihara selama 3-4 generasi.

Sebagai contoh, tercatat bahwa ikan nila GIFT yang memiliki kepanjangan *Genetically Improved Fish Tilapia* yang merupakan hasil pemuliaan World Fish (dulunya dikenal ICLARM) yang berkedudukan di Filipina telah masuk pada tahun 1994 dan 1996. Pada awalnya, jenis varietas ikan nila ini mempunyai kemampuan tumbuh yang cukup bagus yaitu sekitar 5-6 gram per hari di KJA Cirata. Namun saat ini kemampuannya sudah sangat jauh berkurang yaitu hanya mencapai 2-3 gram per hari. Nugroho *et al.*, (2007) dengan analisa menggunakan marker DNA ternyata telah terjadi adanya genetic introgression pada nila GIFT yang ada di masyarakat dengan ikan nila lokal.

Penerapan ilmu genetik melalui program pemuliaan berperan nyata dalam menciptakan benih unggul, baik dari segi pertumbuhan maupun adaptasi terhadap fluktuasi lingkungan serta daya tahan terhadap serangan penyakit. Beberapa jenis ikan unggul di masyarakat, diantaranya adalah ikan nila Nilasa (Sudiyanto *et al.*, 2012), nila Salina (Amarullah *et al.*, 2013), ikan lele Mutiara (Iswanto *et al.*, 2014) dan udang galah Sriratu (Rohmana *et al.*, 2014). Produk pemuliaan tersebut dihasilkan dengan tahapan proses yang dimulai dengan kegiatan koleksi, karakterisasi dan evaluasi, serta diteruskan dengan program seleksi / hibridisasi ataupun in-konvensional seleksi untuk menghasilkan benih berkualitas unggul. Penggunaan benih unggul dalam

budidaya telah dapat meningkatkan produksi atau menurunkan biaya produksi sehingga didapat margin yang semakin meningkat (Nugroho, 2012; Nugroho *et al.*, 2013).

Hampir keseluruhan varietas yang sudah dirilis merupakan hasil program pemuliaan yang sudah dibakukan melalui *Protokol* yang telah disusun oleh masing-masing kelompok pakar *Jejaring Pemuliaan Ikan* yang secara periodik disempurnakan sesuai dengan kondisi lingkungan, serta perkembangan / kemajuan ilmu pengetahuan yang ada. Walaupun demikian seringkali masih diperlukan pemahaman yang lebih komprehensif oleh para pelaku pemuliaan/operator di lapangan sehingga secara mandiri mereka dapat melaksanakan dan memahami akan kegiatan yang dilaksanakan dengan lebih baik.

Buku ini disusun dalam rangka membantu para operator/ petugas pemuliaan yang berisi tentang pemahaman ilmu genetik secara teori yang bersumber dari Tave (1986) dan dipadukan dengan pengalaman yang didapatkan dari keadaan nyata di lapangan sehingga dapat dijadikan pedoman yang lebih praktis dan realistis.

2. PEMAHAMAN TEORI ILMU GENETIKA BERKAITAN DENGAN PEMULIAAN IKAN

2.1. SELEKSI

a) *Varian pada genetika kuantitatif*

Secara ringkas persamaan yang sering digunakan dalam pemuliaan adalah:

$$P = G + E + G * E$$

, dimana P = Phenotip, G =

genotip, E = Environment, G * E = interaksi antara genotip dengan environment

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa sifat fenotif (P) seperti warna, bobot badan, panjang badan, ukuran kepala, ketebalan daging dan sebagainya adalah sangat dipengaruhi oleh genotif (G) yang berupa jenis varietas maupun keturunan, dan lingkungan (E) yaitu lokasi, jenis wadah pemeliharaan, teknologi pakan dan sistem budidaya serta pengaruh interaksi

antara genotif dan lingkungan (G*E) seperti jenis ikan A bagus dipelihara di daerah A ternyata tidak berkembang di daerah B walaupun dengan menggunakan “kondisi” yang semirip mungkin.

Jika yang diharapkan adalah jenis atau varietas dengan sifat unggul yang dapat diturunkan dari generasi satu ke generasi berikutnya sebesar mungkin maka sedapatnya bersamaan tersebut diubah menjadi: $P = G$, dimana sifat-sifat unggul tadi, fenotif merupakan fungsi dari genotif saja, bukan hasil dari lingkungan ataupun interaksi antara genotif dan lingkungan. Namun demikian hal ini sangat sulit kalau tidak boleh dikatakan mustahil terjadi dalam suatu budidaya ikan. Yang memungkinkan adalah dengan mengharap faktor genotif sebesar mungkin dan dua faktor lainnya seminimal mungkin dapat mempengaruhi sifat fenotif yang menjadi target perbaikan.

Secara garis besar kegiatan pemuliaan umumnya menggunakan data kuantitatif dengan distribusi yang bersifat kontinu sebagai akibat dari pengaruh lingkungan dan segregasi secara simultan sehingga hanya melalui analisa varian suatu populasi studi genetika kuantitatif dapat dilakukan. Serupa dengan persamaan sebelumnya, maka Varian fenotif (V_p) yang diamati dari sejumlah karakter merupakan hasil kontribusi atau jumlah dari varian genetik (V_g) dan Varian lingkungan (V_e) dan interaksi antara keduanya.

$V_p = V_g + V_e + V_{g*e}$ dimana V_p = varian phenotip, V_g =varian genotip, V_e = varian environment dan V_{g*e} = varian interaksi genotip dan environment.

Salah satu tujuan dari program pemuliaan adalah memanfaatkan sebesar mungkin atau merubah genetik dari suatu populasi dalam rangka memperbaiki performansi atau menghasilkan keuntungan, sehingga varian genetik (V_g) menjadi komponen yang paling penting. V_g sendiri merupakan jumlah dari varian aditif (V_a) dan varian dominan (V_d) serta varian epistatis (V_i), sehingga dapat dirumuskan menjadi:

$V_g = V_a + V_d + V_i$, dimana V_g = varian genotip, V_a =varian aditive, V_d =varian dominan dan V_i = varian epistatis.

Ketiga varian genetik tersebut berbeda dalam hal cara dihasilkannya pada generasi berikutnya. V_d terjadi akibat interaksi antara alele dalam setiap lokus. Jadi varian ini merupakan fungsi dari genotif dan tidak diturunkan dari induk kepada turunnya karena adanya perubahan pasangan pada setiap saat meiosis sehingga setiap turunan memproduksi karakter yang baru.

Sedangkan V_i merupakan varian yang hasil kerjasama allele antara dua atau lebih loci. Varian ini juga merupakan fungsi dari genotif yang tidak diturunkan dari induk kepada anaknya, melainkan sangat tergantung pada saat berpasangan ketika meiosis.

Sebaliknya V_a merupakan satu-satunya varian yang diturunkan. Varian ini merupakan akibat dari pengaruh aditif dari gene sehingga lebih merupakan fungsi dari allele dibandingkan dari genotif.

Dari ketiga varian tersebut, V_i merupakan varian yang sangat sukar untuk dimanfaatkan disebabkan kesulitan dalam mengetahui kombinasi gen yang berperan dalam pembentukan fenotif yang dipengaruhi. Akibatnya V_i ini sering diabaikan atau dianggap = 0, walaupun hal ini tidak terjadi sebenarnya, sedangkan V_a dan V_d dapat diukur.

Varian terakhir sebagai komponen dari V_p adalah varian lingkungan (V_e). Varian ini tidak mempunyai sifat genetik namun nyata. Sebagai misal, jika lingkungan diperbaiki maka akan memperbaiki fenotifnya. Pengaruh V_e ini perlu diperhatikan secara teliti. Jika nilai V_e terlalu besar dalam suatu program pemuliaan yang dilakukan maka kemungkinan akan terjadi kekeliruan dalam mengambil keputusan karena yang dievaluasi bukan merupakan hasil faktor genetik melainkan dari faktor lingkungan. Jadi hendaknya pengaruh V_e ini diperkecil dalam suatu kegiatan pemuliaan.

Beberapa hal yang dapat mempengaruhi faktor V_e ini adalah umur dan ukuran induk, diameter telur, ukuran ikan saat awal. Ukuran awal ikan yang berbeda dapat menyebabkan terjadinya perbedaan yang semakin besar seiring dengan jalannya waktu, hal ini dikenal sebagai magnifikasi. Semakin tinggi nilai variasi genetik suatu stok populasi ikan yang digunakan sebagai bahan pemuliaan maka akan semakin besar pula keberhasilan program seleksi yang dilaksanakan. Sedangkan jika nilai variasinya rendah maka

program Hibridisasi atau kawin silang adalah yang lebih tepat dalam menghasilkan induk unggul Tave (1986).

b) Inbreeding

Seringkali istilah *inbreeding* digunakan terutama untuk hal-hal yang bersifat negatif yaitu pertumbuhan lambat, abnormal dan sebagainya namun hanya sedikit yang mengerti benar tentang istilah ini. Secara sederhana, istilah inbreeding hanya mempunyai arti sebagai perkawinan antar individu yang masih mempunyai hubungan kekerabatan. Namun demikian inbreeding merupakan salah satu cara yang dapat mempengaruhi produktifitas. Secara genetik, inbreeding merupakan usaha untuk memproduksi homosigositas tanpa merubah frekuensi gene, sehingga kenaikan homosigositas ini diimbangi dengan penurunan heterosigositas.

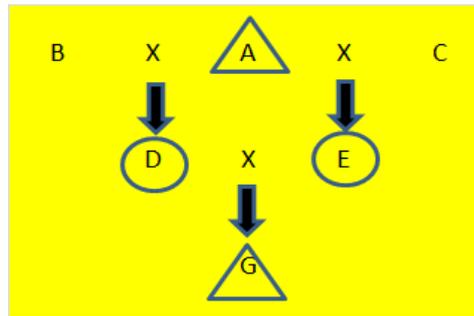
Ada dua macam tipe homosigot yaitu homosigot dominan dan homosigot resesif. Homosigot resesif mempunyai peluang lebih besar muncul pada perkawinan yang mempunyai hubungan kekerabatan dibandingkan dengan perkawinan individu yang tidak mempunyai hubungan kekerabatan. Homosigot resesif ini seringkali mempunyai sifat/karakter yang merugikan ataupun menghasilkan individu yang abnormal. Karena alasan inilah maka inbreeding sering dipandang mempunyai reputasi yang buruk dimata pemulia. Walaupun demikian inbreeding dapat digunakan untuk menunjang produktifitas yaitu dengan membentuk galur murni dari ras-ras yang unggul sebagai bahan dasar untuk kegiatan hibridisasi. Selain itu juga dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan ikan-ikan dengan keseragaman yang tinggi.

Penghitungan nilai inbreeding (F_x) dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan: $F_x = \{(0,5)^N (1+F_a)\}$, dimana N adalah jumlah individu yang diberikan/dilalui dalam bagan perkawinan. Sedangkan F_a adalah nilai inbreeding dari nenek moyangnya yang umum (common ancestor). Jika nenek moyangnya bukan merupakan inbreeding maka nilai $F_a=0$, sehingga persamaan diatas menjadi : $F_x = 0,5^N$.

Sebagai misal, ikan A dikawinkan dengan ikan B menghasilkan ikan D. Ikan A dikawinkan dengan ikan C menghasilkan ikan E. Ikan D dikawinkan

dengan ikan E menghasilkan ikan G maka nilai inbreedingnya dapat dihitung sebagai berikut:

i) Bagan alurnya:



Gambar 1. Bagan alur inbreeding

ii) Ikan D dan E bukan merupakan inbreed. Ikan G merupakan inbreed karena induknya mempunyai kekerabatan yaitu bernenek moyang pada ikan A sehingga disebut common ancestor. Pada kasus ini ikan A bukan merupakan inbreed sehingga $F_A=0$. Alur dari G ke A adalah D-A-E sehingga $N=3$, maka nilai inbreedingnya adalah: $F_x=(0,5)^3 = 0,125$. Hal ini berarti bahwa ikan tersebut mempunyai kenaikan homosigotas sebesar 12,5% dari rata-rata populasi induknya.

Inbreeding pada satu generasi dalam populasi yang tertutup dapat dihitung dengan persamaan: $F = 1/2Ne$, dimana F adalah laju inbreeding sedangkan Ne adalah jumlah efektif induk yang digunakan. Ne sendiri dapat dihitung dengan persamaan: $Ne= 4(J)(B) / (J + B)$, dimana J adalah jumlah induk jantan dan B adalah jumlah induk betina.

Untuk program pemuliaan jangka pendek disarankan untuk menggunakan jumlah induk 100 ekor setiap generasi dengan perbandingan jantan dan betina adalah 1:1. Dengan menggunakan persamaan diatas maka $Ne = 4 (50)(50)/(100)= 100$ sedangkan nilai $F = 1/2*100 = 0,005$ atau 0,5% yang berarti setiap generasi heterosigotas turun sebanyak 0,5%.

Untuk program pemuliaan jangka panjang disarankan jumlah induk hendaknya 300 per generasi dengan proporsi yang seimbang antara jantan dan betina. Nilai $Ne = 4(150)(150)/(300) = 300$ sedangkan nilai $F = 1/2*300 = 0,0017$ atau 0,17% yang berarti setiap generasi heterosigotas turun sebanyak 0,17%.

Target inbreeding yang diharapkan dapat dikendalikan dengan menggunakan jumlah induk yang digunakan. Sebagai misal, diharapkan untuk 15 generasi, nilai inbreedingnya tidak lebih dari 0,05 maka jumlah N_e yang dibutuhkan untuk setiap generasi adalah sebagai berikut:

$$F_{15} = 0,05, \text{ maka } F \text{ per generasi} = 0,05/15 = 0,0033$$

$$N_e = 1/2 * 0,0033 = 1/0,0066 = 150 \text{ ekor.}$$

Sekali jumlah N_e turun dan menyebabkan inbreeding maka inbreeding tersebut akan menurunkan jumlah N_e sebagai umpan balik, dirumuskan dengan persamaan: $N_{ef} = N_e / (1+F)$, dimana N_{ef} adalah jumlah N_e dalam inbreed populasi. Misalnya $N_e=100$, F pada populasinya 0,05 maka $N_{ef} = 100/(1+0,05) = 95$ ekor.

c) Heritabilitas (h^2)

Heritabilitas merupakan proporsi jumlah Varian fenotif yang dipengaruhi oleh Varian aditif yang dapat diturunkan dari induk kepada anaknya. Secara garis besar Heritabilitas dapat di hitung dengan rumus : $h^2 = V_a/V_p$. Hasil pengamatan langsung heritabilitas antara populasi induk dan turunannya ini disebut heritabilitas langsung/ yang teramati. Nilai heritabilitas ini dapat berubah seiring dengan perubahan lingkungan, dimana persamaannya menjadi: $h^2 = V_a / (V_a+V_d+V_i+V_e+V_{e-g})$. Nilai heritabilitas juga dapat diestimasi dengan mengetahui nilai respon seleksi dan differensial seleksi. Hubungan antara respon seleksi dengan heritabilitas tercermin pada persamaan berikut: $R = S \cdot h^2$. Dimana R adalah Respon seleksi, sedangkan h^2 adalah heritabilitas dan S adalah diferensial seleksi. Nilai heritabilitas yang dihasilkan disebut sebagai heritabilitas estimasi.

d) Respon Seleksi (R)

Respon seleksi merupakan gambaran sejauh mana perubahan yang terjadi pada generasi berikutnya jika dilakukan seleksi. Sebagai misal, jika populasi induk ikan lele (F_0) yang digunakan mempunyai berat rata-rata 454 gram sedangkan anaknya yang merupakan hasil pemijahan dari induk hasil seleksi mempunyai berat rata-rata sekitar 551 gram pada

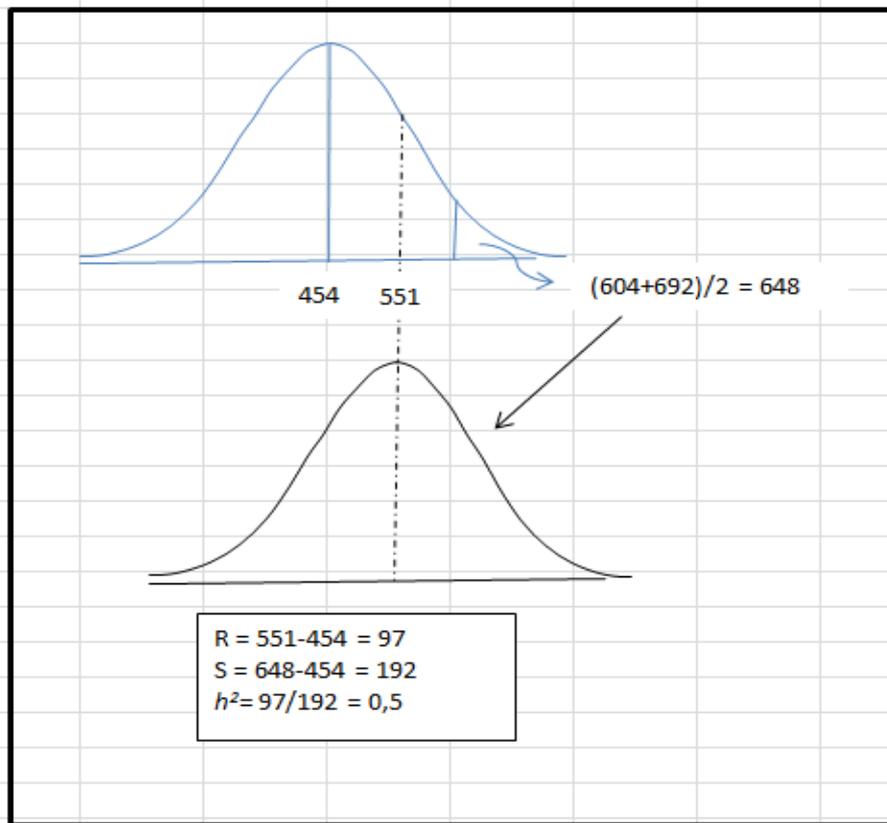
umur yang sama (F1) maka nilai respon seleksinya adalah = $551 - 454 = 97$ gram.

e) Diferensial Seleksi (S)

Diferensial seleksi merupakan perbedaan antara nilai populasi yang diseleksi dengan nilai populasi induk asalnya. Sebagai misal jika populasi induk ikan lele (F0) mempunyai berat rata-rata 454 gram sedangkan populasi induk yang diseleksi dan digunakan dalam pemijahan, mempunyai berat rata-rata (jantan dan betina) 648 gram maka nilai differensial seleksi adalah $648 - 454 = 194$ gram.

f) Penghitungan Heritabilitas

Berikut ini sebagai contoh perhitungan heritabilitas dengan menggunakan nilai R dan S. Petani lele mempunyai ikan dengan berat rata-rata populasinya pada umur 18 bulan adalah sebesar 454 gram. Pada pemijahan berikutnya petani menyeleksi induk jantan dengan berat rata-rata 692 gram dan induk betina dengan berat rata-rata 604 gram. Benih hasil pemijahan dipelihara selama 18 bulan dan mencapai berat rata-rata 551 gram, maka besarnya heritabilitas ikan lele tersebut adalah sebagai berikut: $R = 551 - 454 = 97$. $S = ((692 + 604) / 2) - 454 = 648 - 454 = 194$. $h^2 = 97 / 194 = 0,5$ (Gambar 2). Nilai ini berarti 50% parameter fenotif yang berupa berat ikan lele pada umur 18 bulan merupakan efek dari varian aditif yang diturunkan pada anaknya.



Gambar 2. Ilustrasi penghitungan heritabilitas

g) Intensitas Seleksi (*i*)

Sebelum sebuah seleksi dilaksanakan, hal utama yang harus dilakukan adalah mendapatkan data-data yang akurat dari populasi yang dimiliki karena dapat mempengaruhi keberhasilan dari seleksi tersebut. Secara umum, data-data yang dibutuhkan sebelum melakukan seleksi adalah tentang standar deviasi (*sd*), koefisien variasi (*CV*) dan kisaran heritabilitas. Data-data tersebut menentukan keberhasilan suatu program seleksi. Sebagai contoh, populasi yang mempunyai nilai $CV=0,25$ akan mempunyai peluang lebih berhasil dalam program seleksi dibandingkan pada populasi dengan nilai *CV* yang lebih kecil dengan nilai *sd* yang sama.

Penentuan besaran persentase populasi yang dapat dijadikan sebagai sumber induk terseleksi ditetapkan berdasarkan nilai intensitas seleksi (*i*). Intensitas seleksi merupakan standarisasi dari diferensial seleksi. Sebagai ketentuan jika nilai $i > 2,67$ atau $i < -2,67$ maka jumlah populasi yang dapat diambil sebagai induk terseleksi hanya sebesar 1%. Sedangkan jika nilai *i* ada diantara -2,67 dan 2,67 maka induk yang dapat diseleksi diantara 1-10%.

Hubungan antara diferensial seleksi dan intensitas seleksi serta standar deviasi tergambar pada persamaan berikut:

$S = i \cdot sd_p$, dimana S adalah diferensial seleksi, i adalah intensitas seleksi, dan sd adalah standar deviasi. Jika nilai $i > 2,67$ atau $i < -2,67$ maka 99% jumlah anggota populasi harus dibuang atau hanya 1% yang dapat digunakan sebagai induk terseleksi. Melanjutkan kasus ikan lele diatas, jika rata-rata standar deviasi berat populasi induknya adalah 45 gram maka intensitas seleksinya = $194/45 = 4,3$ ($i > 2,67$) berarti hanya 1% dari populasi yang dapat digunakan dalam program seleksi. Jika nilai $sd = 100$ gram, maka nilai $i = 194/100 = 1,94$, 1-10% jumlah populasi dapat digunakan sebagai populasi seleksi.

Dengan diketahui nilai i , maka respon seleksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut: $R = i \cdot sd_p \cdot h^2$. Dimana R adalah respon seleksi, i = intensitas seleksi, h^2 heritabilitas. Sebagai contoh kasus ikan lele diatas: $R = 4,3 \times 45 \times 0,5 = 96,8$ gram setara dengan nilai perhitungan dengan menggunakan nilai rata-rata populasi F1 dan nilai rata-rata populasi F2 diatas.

h) Tipe Seleksi

Terdapat 4 jenis tipe seleksi berdasarkan sasaran atau target sifat fenotif yang umumnya dilakukan dalam program pemuliaan yaitu, 1) seleksi secara random/tanpa seleksi, 2) seleksi direksional/terarah, 3) seleksi secara tandem dan 4) seleksi indeks. Metode seleksi yang digunakan terdiri dari seleksi individu dan seleksi famili baik *within* maupun *between family*.

Seleksi random/tanpa seleksi, umumnya pada kegiatan yang tidak memprogram secara sengaja melakukan kegiatan seleksi atau seleksi yang tidak disadari. Sebagai misal kegiatan pemilihan induk yang hanya ukuran besar untuk digunakan di kegiatan pemijahan. Jumlah kolam yang terbatas membuat ikan yang dihasilkan telah teradaptasi dari kondisi tersebut sehingga telah terjadi kehilangan potensi genetik lainnya dengan tanpa disadari. Jika tidak diketahui pasti sifat fenotif yang berkaitan dengan keadaan tertentu, apakah akan dipertahankan atau dibuang maka

program yang disarankan adalah kegiatan non seleksi yaitu tidak ada pemilihan atau pembuangan dan dilakukan secara random atau acak.

Seleksi direksional ditujukan pada satu sifat fenotif tertentu yang akan diperbaiki dari satu populasi ikan. Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan tujuan seleksi serta jenis fenotif yang akan diperbaiki atau dihilangkan dan harus bersifat realistis. Langkah berikutnya adalah menentukan rencana yang akan dijalankan, misalnya jenis fenotif yang akan diukur, cara dan waktu pengukuran. Akan lebih menguntungkan jika fenotif yang dipilih tersebut terkait dengan aspek biologis ikan, bukan aspek artifisial.

Seleksi tandem dilakukan untuk merubah atau memperbaiki dua atau lebih sifat fenotif dari suatu populasi. Umumnya, tahapan pertama adalah memperbaiki pada salah satu fenotif sampai beberapa generasi sehingga tercapai fenotif yang ditargetkan. Selanjutnya diteruskan pada sifat fenotif yang kedua, demikian seterusnya untuk sifat fenotif yang lainnya. Tipe seleksi ini kurang efisien karena memerlukan waktu yang relatif panjang. Terlebih jika korelasi antara satu sifat dengan sifat fenotif lainnya negatif maka ketika menyeleksi satu sifat berarti secara otomatis sifat lainnya akan berurang atau hilang. Untuk mengatasi permasalahan ini maka dapat dilakukan sistem *independent culling* dengan syarat jika ikan mempunyai satu sifat yang bagus maka dalam sifat lainnya setidaknya mempunyai nilai minimal rata-rata seperti populasi ikan lainnya. Sehingga seleksi terhadap dua atau lebih sifat fenotif dapat dilakukan secara serentak. Kelemahan dari tipe seleksi ini adalah semakin banyak sifat fenotif yang akan diseleksi maka semakin sedikit jumlah persentase bagian populasi yang bisa dipilih. Berikut hubungan antara jumlah fenotif dan persentase bagian populasi yang bisa dipilih pada taraf 90% yang dibuang:

Seleksi indek merupakan tipe seleksi yang paling efisien untuk dua atau lebih sifat fenotif secara serentak, sebab semua sifat fenotif dimasukkan ke dalam satu persamaan yang menghasilkan suatu nilai secara keseluruhan (skor) dari setiap ikan. secara umum persamaannya adalah sebagai berikut :

$I = b_1.X_1 + b_2.X_2 + \dots + b_n.X_n$, dimana I adalah skor individu, b merupakan koefisien multiple regresi dan X adalah nilai fenotif individu. Nilai b dihasilkan dari h^2 nya. Namun demikian nilai I ini tidak berlaku secara umum, melainkan hanya pada kondisi dimana populasi itu berada. Seringkali data h^2 yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan seleksi ini tidak tersedia, sehingga untuk mengatasi masalah itu digunakan nilai pendekatan (*relative importance factor, Rif*) sebagai pengganti nilai h^2 . Rif dihitung dengan persamaan, $Rif = I \cdot \text{rata-rata populasi}$. Penentuan nilai Rif dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa aspek diantaranya adalah kepentingan ekonomis. Sebagai misal, berat rata-rata populasi ikan adalah 454 gram, dressing percentage 60% dan pertumbuhan harian 3 gram, jika Rif untuk masing-masing sifat fenotif adalah 50%, 30% dan 20% maka untuk petani yang ingin melakukan seleksi sebanyak 50% dari populasi langkah pertama adalah menetapkan nilai I masing-masing sifat fenotif tersebut. Dimana, $I_{\text{berat}} = (50\% / 454) \cdot 100 = 0,11$; $I_{\text{dress}} = (30\% / 60\%) \cdot 100 = 50$; dan $I_{\text{tumbuh}} = (20\% / 3) \cdot 100 = 6,67$ sehingga persamaannya menjadi $I = 0,11 \cdot \text{berat} + 50 \cdot \text{dress} + 6,67 \cdot \text{tumbuh}$. Ikan pada rangking ke 50 akan mempunyai nilai 100 dari ketiga fenotif tersebut. Selanjutnya adalah menimbang setiap ikan dari populasi, mengukur dressing dan menghitung pertumbuhannya untuk mendapatkan skor rata-ratanya. Jika populasi mempunyai nilai $I > 100$ maka populasi disimpan, sedangkan populasi dengan nilai $I < 100$ maka populasi tersebut tidak dipilih. Persamaan ini juga bisa digunakan untuk membandingkan dua induk seperti skor-z (Nugroho *et al.*, 1992). Sebagai misal, ikan A dan B mempunyai berat, dressing dan pertumbuhan harian sebagai berikut 544 g, 63%, 4 g dan 589 g, 62% dan 3,2 g maka setelah dihitung nilai I didapatkan $I_A = 118,08$ dan $I_B = 117,2$ berarti ikan A lebih baik dibandingkan ikan B. Seluruh program ini berdasarkan perpasangan individu yang disebut dengan seleksi masa atau seleksi individu. Setiap individu tanpa memperhatikan asal famili dibandingkan dengan lainnya dan yang terbaik digunakan sebagai induk. Seleksi individu akan efektif jika nilai h^2 besar dan sebaliknya kurang efektif jika nilai h^2 nya kecil.

Seleksi yang serupa, namun membandingkan individu antar famili disebut seleksi famili. Pada h^2 yang kecil, seleksi famili akan lebih efisien dibandingkan seleksi individu karena pengukurannya secara sib dapat mengurangi komponen varians yang tidak dimanfaatkan sehingga nilai relatif V_a naik, walaupun nilai mutlakanya tetap.

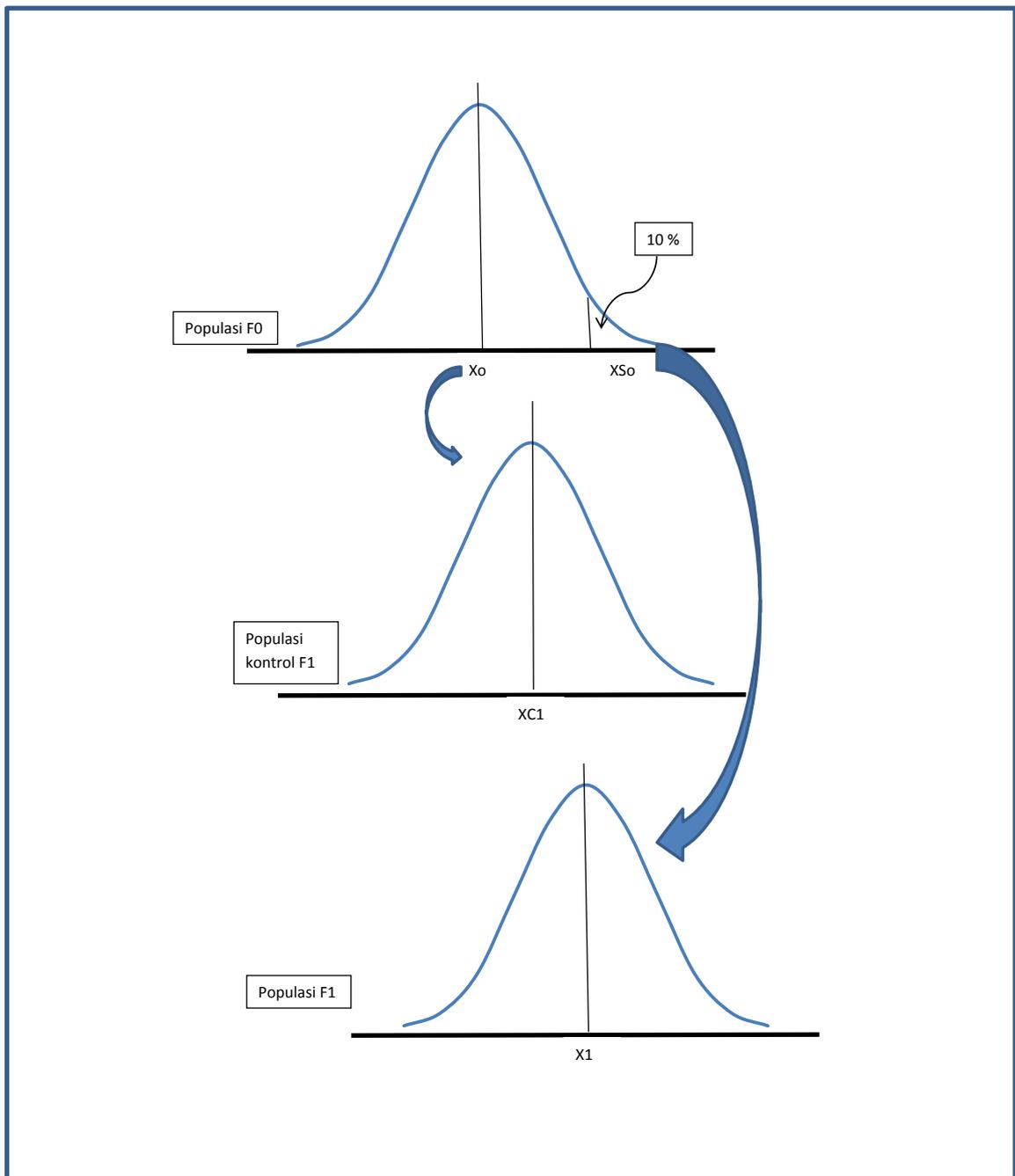
i) Seleksi berbasis produksi

Seleksi berbasis produksi dilakukan untuk menyiasati agar kegiatan produksi tidak terganggu selama dilakukan program seleksi. Sebelumnya, perlu diperhitungkan terlebih dahulu kapasitas produksi yang dimiliki. Sebagai contoh seleksi pada ikan lele, jika fasilitas yang ada di pembenih mampu menampung hasil pemijahan dari lima pasang induk lele dalam satu kali pemijahan, artinya calon indukan yang diharapkan dari setiap pemijahan adalah sebesar 10% dari setiap kali pemijahan. Tentunya jumlah benih yang dijadikan populasi bahan calon induk mempertimbangkan besarnya sintasan pada setiap tahapan, baik masa pendederan (satu bulan) serta masa pembesaran (dua bulan).

Jika sintasan yang biasanya diperoleh adalah 60% pada pendederan dan 90% pada pembesaran, jumlah larva yang dipisahkan untuk dijadikan populasi calon induk adalah sebesar $0,6 \times 0,9 \times 0,1 = 5\%$. Seekor induk menghasilkan 20.000 larva, maka satu kali pemijahan dapat disisihkan larva untuk pembuatan calon induk sebanyak $5\% \times 100.000 = 5.000$ ekor. Pendederan populasi calon induk ini sebaiknya dilakukan terpisah dengan populasi produksi agar dapat diberikan perlakuan tersendiri, yaitu dengan kepadatan yang lebih rendah dan perawatan yang lebih terkontrol sehingga benih lebih cepat menjadi induk.

Apabila tidak ingin melakukan pembuatan calon induk yang terpisah dari populasi produksi, setelah mencapai ukuran konsumsi, peternak dapat menyisihkan individu-individu yang mempunyai ukuran terbesar sebanyak 5—10%. Individu terpilih tersebut kemudian dilanjutkan pemeliharaannya menjadi calon induk yang digunakan pada tahapan pembuatan generasi berikutnya. Proses tersebut diulang dengan stok

induk yang lain sehingga total induk yang dipijahkan sudah mencapai 100 ekor atau 50 pasang.



Keterangan :
Diferensial Seleksi (S) = $X_{So} - X_0$
Respon Seleksi (R) = $X_1 - X_0$
Genetic Gain F1 = $X_1 - X_{C1}$

Gambar 3. Diagram seleksi generasi F0 ke F1 dan cara perhitungan diferensial seleksi (S), respon seleksi (R) dan Genetic gain F1.

Namun, dalam kenyataannya pembenih dan pembesar ikan lele adalah orang yang berbeda. Sehingga seleksi yang mungkin dikerjakan adalah dengan melakukan penyisihan untuk calon induk pada saat benih akan dijual seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Sekitar 500 ekor larva setiap pemijahan dengan menggunakan lima pasang induk.

2.2. HIBRIDISASI

Hibridisasi adalah perkawinan silang. Hibridisasi yang terjadi antar species yang sama namun beda varietas atau genetik dikenal dengan nama *intra spesifik hybrid*. Sebagai misal antara ikan mas majalaya dengan ikan mas sinyonya. Sedangkan hibrid yang terjadi antara spesies yang berbeda disebut *inter spesifik hybrid*, misalnya antara ikan mas dan ikan tawes.

Hibridisasi pada dasarnya adalah memanfaatkan varian genetik dominan (V_d). Jadi penggunaan program ini tidak tergantung pada nilai h^2 . Jika nilai h^2 relatif besar maka kedua program yaitu seleksi dan hibridisasi dapat digunakan, namun jika nilai h^2 relatif kecil maka hibridisasi merupakan program yang lebih baik dibandingkan seleksi karena seleksi akan kurang efektif. Namun demikian kelemahan program hibridisasi adalah sifat fenotif yang dihasilkan tidak dapat diturunkan pada anaknya, akibat bekerjanya pada genotif yang selalu berubah pada saat meiosis sehingga program ini hanya berfungsi untuk memperbaiki produktifitas dalam satu generasi. Dengan kata lain program ini tidak dapat digunakan untuk menghasilkan ikan yang digunakan sebagai induk.

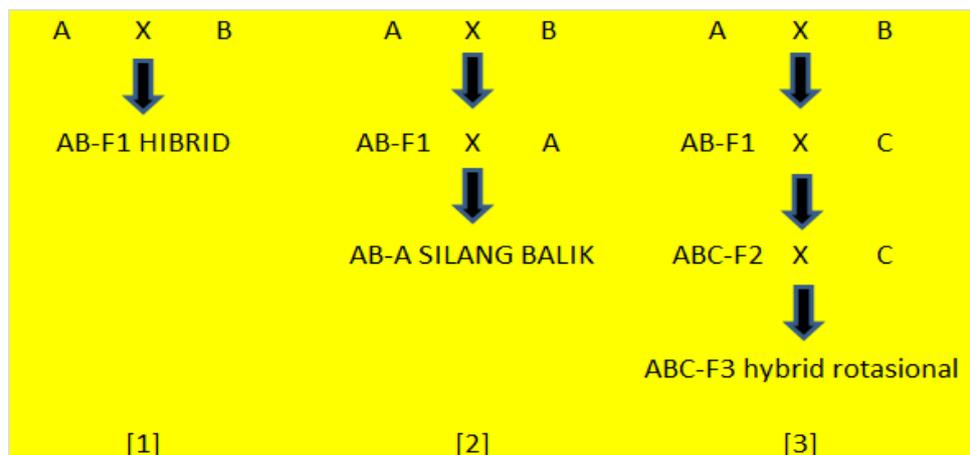
Program hibridisasi dapat digabungkan menjadi satu dengan program seleksi yaitu dengan jalan melakukan seleksi untuk membentuk galur terseleksi dan sesudahnya dilanjutkan dengan hibridisasi antara galur tersebut. Aplikasi lainnya untuk memproduksi benih yang seragam.

Sebelum melaksanakan program ini, perlu diketahui beberapa informasi terutama mengenai hubungan kekerabatannya. Jika masih dalam famili yang sama maka kemungkinan keberhasilan program hibridisasi masih cukup besar. Hibridisasi antar individu dalam spesies yang sama relatif lebih berhasil dibandingkan hibridisasi individu antar

spesies. Selain itu, keterangan mengenai jumlah kromosom yang dimiliki ikan yang akan dihibridisasi harus sama. Kebiasaan reproduksi juga merupakan faktor yang penting dalam menunjang keberhasilan hibridisasi. Sebagai misal, ikan yang biasa memijah di perairan tergenang akan sukar memijah di air yang mempunyai arus deras. Pengaruh dari induk betina (*maternal effect*) juga perlu diperhatikan yaitu dengan cara mengkawinkan secara persilangan antara jantan dan betina.

a. Tipe hibridisasi

Tipe hibridisasi yang umum dilakukan adalah meylangkan dua induk dan F1 adalah tujuan akhirnya. Tipe lainnya adalah hibridisasi tiga galur dan silang balik. Pada dasarnya kedua tipe hibridissi ini adalah sama yaitu mengkawinkan kembali turunannya dengan salah satu induknya. Jika yang dikawinkan adalah kedua jantan dan betina maka disebut hibridisasi rotasional. (Gambar 4).



Gambar 4. Tipe hibridisasi, 1 = 2 galur, 2 = silang balik, 3= 3 galur silang balik

Untuk meningkatkan hasil hibridisasi ini dapat dilakukan seleksi berulang (*recurrent selection*) yaitu dengan menyeleksi induk-induk yang mempunyai hibrida terbaik (membuat *pure breed*), setelah itu induk terseleksi tersebut dihibridkan lagi. Setelah diketahui hasilnya maka induk-induk hasil seleksi yang menghasilkan hibrida terbaik diseleksi dengan menghasilkan galur murni lagi, demikian seterusnya berulang dari generasi ke generasi.

b. Heterosis

Nilai heterosis (H) digunakan untuk mengukur keberhasilan dari suatu program hibridisasi. Nilai ini menunjukkan perentase kenaikan atau penurunan hasil hibridisasi. Adapun perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H = \frac{(\text{Rata-rata hibrida} - \text{rata-rata galur murni})}{\text{Rata-rata galur murni}} \times 100\%$$

Sebagai contoh, hibridisasi ikan nila dilakukan dengan menggunakan 2 strain yaitu nila BEST (B) dan Nirwana (N). Anak-anak yang dihasilkan pada umur 3 bulan rata-rata mempunyai bobot 100 gram (BN), 150 gram (NB), sedangkan galur murninya 90 gram (BB) dan 80 gram (NN) maka nilai heterosisnya adalah sebagai berikut:

$$H = \frac{(\text{Rata-rata hibrida} - \text{rata-rata galur murni})}{\text{Rata-rata galur murni}} \times 100\%$$
$$H = \frac{((100 + 150)/2) - ((90 + 80)/2)}{((90 + 80)/2)} \times 100\%$$
$$H = \frac{125 - 85}{85} \times 100\% = 47,06\%$$

c. Maternal Effect

Pengaruh induk betina terhadap performansi fenotif turunannya disebut sebagai "maternal effect" (M). Untuk kasus diatas, maternal effect dapat dihitung sebagai berikut:

Tabel 1. Persilangan secara resiprokal

BETINA	JANTAN	
	BEST	NIRWANA
BEST	90	100
NIRWANA	150	80

M- strain BEST = $100-150 = -50$, sedangkan M-strain Nirwana = $150-100 = 50$. Hal ini menunjukkan bahwa induk betina ikan nila NIRWANA mempunyai pengaruh yang lebih baik dibandingkan induk betina BEST, sehingga dalam produksi hibrida ikan nila disarankan menggunakan induk betina Nirwana.

d. Individual Effect

Pengaruh individu di dalam strain terhadap performansi fenotif turunannya disebut sebagai “individual effect” (I_g). Sebagai lanjutan kasus diatas maka I_g dapat dihitung sebagai berikut: I_g-strain BEST = $125 - 85 - (-50) = 90$, sedangkan I_g-strain Nirwana = $125 - 85 - 50 = -10$. Hal ini menunjukkan bahwa jika menggunakan strain BEST maka pemilihan induk secara individu akan memberikan pengaruh yang lebih nyata, sedangkan jika menggunakan strain Nirwana maka tidak perlu mempertimbangkan ukuran individu.

2.3. MARKA DNA

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, variasi genetik merupakan salah satu informasi yang diperlukan dalam suatu kegiatan pemuliaan. Kegiatan evaluasi variasi genetik suatu populasi atau stok memerlukan alat atau metode analisa yang tepat dan akurat dalam menggambarkan data dasar genetik yang dimiliki oleh suatu populasi. Penggunaan dan pengembangan marka genetik merupakan salah satu yang dilakukan dalam mendapatkan alat analisa tersebut Nugroho *et al.* (1997). Marka genetik juga dapat digunakan dalam manajemen induk dalam akuakultur (Taniguchi *et al.*, 2003).

Salah satu marka genetik adalah mikrosatelit yang sudah diuji pada ikan karang (Nugroho *et al.*, 2000; Nugroho *et al.*, 2001; Nugroho & Tabiguchi, 1999), ikan kerapu (Nugroho *et al.*, 1998) dan ikan lele (Na Nakorn *et al.*, 1999). Metode analisa lainnya adalah menggunakan marka mitokondria DNA yang diterapkan pada ikan karang (Nugroho *et al.*,

2001), ikan hiu (Nugroho, 2001), ikan baung (Nugroho *et al.*, 2003), ikan nila (Nugroho *et al.*, 2002), ikan malalugis biru (Zamroni *et al.*, 2014), udang galah (Nugroho *et al.*, 2008) dan tuna (Nugraha *et al.*, 2010). Marka Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD) juga dikembangkan pada ikan kancra (Nugroho *et al.*, 2006), ikan gurame atau kalui (Nugroho, 2013; Nugroho *et al.*, 2016), ikan jelawat (Nugroho *et al.*, 2010), ikan mas (Nugroho *et al.*, 2015), ikan butini (Mamangkey *et al.*, 2008), ikan nila (Nugroho *et al.*, 2002; Arifin *et al.*, 2008; Rasidi *et al.*, 2015) dan ikan gabus (Azzrita *et al.*, 2011). Marka yang berdasarkan protein yaitu allozyme juga sudah diterapkan pada ikan gurame (Nugroho & Kusmini, 2007), ikan mas (Aryanto *et al.*, 2003) dan lobster (Nugroho *et al.*, 2003). Marka-marka genetik tersebut masing-masing mempunyai kelebihan dan kelemahan dalam pemanfaatannya. Berikut ini penggunaan marker genetik dalam dunia perikanan.

a. *Marka DNA sebagai Marker Assisted Selection*

Umumnya karakter fenotif yang dijadikan sasaran kegiatan pemuliaan dipengaruhi oleh banyak gen, namun hanya sebagian gen yang mempunyai pengaruh kuat (gen utama, *major genes*) terhadap karakter yang dijadikan target seleksi. Metode seleksi modern yang diterapkan dengan menggunakan marka genetik merupakan cara yang paling tepat dalam mendeteksi dan mengeksploitasi sejumlah kecil gen yang mempunyai pengaruh yang besar terhadap karakter tertentu.

Dasar pengertiannya adalah sebagai berikut, DNA didalam sel berisi informasi untuk membuat protein yang berbahan dasar asam amino, dikenal sebagai gen. Setiap individu dapat mempunyai variasi gen yang berbeda dimana akan membentuk protein yang berbeda, fungsi biologi yang berbeda karenanya berbeda secara genetic diantara individu tersebut. Terdapat gen yang mempengaruhi pertumbuhan seperti gen hormon pertumbuhan, gen yang mempengaruhi reproduksi, gen yang berperan dalam komposisi karkas dan gen untuk lainnya. Jumlah gen-gen tersebut adalah ribuan. Setiap individu mempunyai dua copy dari setiap gen yaitu satu berasal dari induk jantan dan satu dari induk betina.

Dimana terdapat tipe yang baik dan tipe yang jelek dari setiap gen, dan tipe gen yang baik adalah sasaran pemuliaan agar dapat menghasilkan ikan yang mempunyai sifat lebih menguntungkan. Nah eksploitasi gen-gen tersebut dilakukan dengan marka genetik.

Seperti gen, marka genetik berada di dalam kromosom seperti manik-manik pada senar. Penelitian yang dirancang baik dapat digunakan untuk mendapatkan marka genetik yang terletak dekat dengan kromosomnya pada gen yang bersifat major. Sebagai misal, dengan menggunakan marka genetik maka didapatkan berbagai kombinasi yang terkait dengan karakter tertentu. Hasil yang didapatkan kemudian diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan informasi ada tidaknya atau tingkat rekombinasi atau *crossing over* sebagai akibat kesalahan atau mutasi. Makin tinggi nilai ini maka makin jauh letak marka genetik dengan gen, nilai maksimal rekombinan adalah 50%.

Rekombinan adalah masalah yang nyata, sebab dengan adanya rekombinan menjadi tidak yakin tipe marka genetik yang terkait dengan setiap gen karenanya disebut marka genetik tidak langsung (*indirect genetic marker*) atau disebut marka yang terkait (*Linked Markers*). Sehingga diperlukan pengujian keturunan dan membuat pengukuran terhadap karakter yang dijadikan sasaran. Jika sebuah marka terletak didalam gen utama maka rekombinan tidak menjadi masalah lagi. Pada kasus ini tipe marka memberikan secara langsung tipe gen yang dibawa oleh individu marka ini dikategorikan sebagai Marka langsung (*Direct Markers*). Kedua metode yang disebut dengan *Marker Assisted Selection (MAS)* dan *Genotype Assisted Selection (GAS)*, sedangkan lokusnya disebut juga dengan *Quantitative Trait Loci (QTL)*. Besarnya nilai fenotif yang ditunjukkan oleh marka gentotipe sangat dipengaruhi oleh tiga hal, yaitu besaran pengaruh dari QTL, Frekuensi dari marka-QTL dan peluang ikan membawa dan meurunkan alele QTL tersebut.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan MAS dan GAS adalah sebagai berikut:

- Jika nilai heritabilitas rendah maka nilai informasi pada QTL individu cenderung lebih besar karena akurasi nilai breeding relatif lebih meningkat.
- Jika karakter fenotif yang dijadikan target tidak dapat diukur atau dibedakan berdasarkan jenis kelamin maka informasi yang didapat digunakan sebagai kisaran dasar bagi ikan pada jenis kelamin yang diukur.
- Jika karakter tidak dapat diukur sebelum saat matang kelamin maka marka dapat digunakan untuk menseleksi saat stadia benih.
- Jika karakter sangat sulit diukur atau memerlukan pembedahan maka marka tersebut dapat digunakan untuk keperluan yang sama.
- Penggunaan MAS sebagai marka tunggal pada pemuliaan sapi dapat meningkatkan genetic gain antara 5-20%.
- Penggunaan MAS yang dikombinasikan dengan teknologi reproduksi untuk menyeleksi kandidat dalam famili dapat memperbaiki genetic gain hingga 40% dalam skema program pemuliaan.
- Jika diperlukan maka QTL dapat digunakan untuk mengetahui efek dominan (hibridisasi). Untuk marka langsung dapat digunakan untuk indentifikasi homosigot tanpa informasi dengan uji pedigree. Sedangkan untuk marka terkait hanya dapat digunakan untuk identifikasi heterosigot induk. Namun dengan metoda statistik dapat diketahui genotipe yang banyak terdapat pada ikan yang diamati dari uji pedigree.
- Jika terjadi efek antara QTL yang berbeda maka identifikasi QTL genotipe perlu dilakukan secara silang dari sejumlah gen major sehingga dapat diketahui interaksi antara QTL tersebut.
- Kombinasi antara proses alokasi pasangan yang mengidentifikasi efek non aditif dengan seleksi yang mengoptimalkan pengaruh dari varian aditif dikenal dengan nama *mate selection*.

b. Marka DNA untuk evaluasi Populasi

Selain digunakan langsung untuk membantu kegiatan seleksi dengan istilah MAS, maka marka DNA juga digunakan untuk melihat kondisi populasi dari ikan tertentu, baik keragamannya maupun kekerabatan diantara populasi yang sejenis. Berbagai marka yang digunakan mulai

dari mitochondria DNA, Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP), Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD), Minisatellite, DNA fingerprinting dan Microsatellite. Masing-masing mempunyai unsur kekuatan maupun kelemahannya tersendiri baik dari segi teknis maupun biaya.

Dari sejumlah marka DNA tersebut maka metode RAPD dan RFLP adalah cara yang paling mudah dan relatif murah. Kedua metode cukup layak untuk mengeksplorasi secara tidak langsung kondisi suatu populasi walaupun untuk RAPD seringkali tidak mendapatkan hasil yang memuaskan, sedangkan untuk RFLP sangat tergantung pada kepekaan enzim restriksi yang digunakan untuk memotong genome DNA menjadi fragmen-fragmen kecil yang bisa dideteksi. Sebagai contoh, Pada kasus program pemuliaan ikan nila dari cangkungan Jogjakarta, dimana terdapat penurunan keragaman genetik dan kehilangan haplotipe sebesar 25% dari generasi pertama sampai ke generasi 5 dengan menggunakan metode marka DNA RFLP dengan empat enzim restriksi (Nugroho *et al.*, 2014).

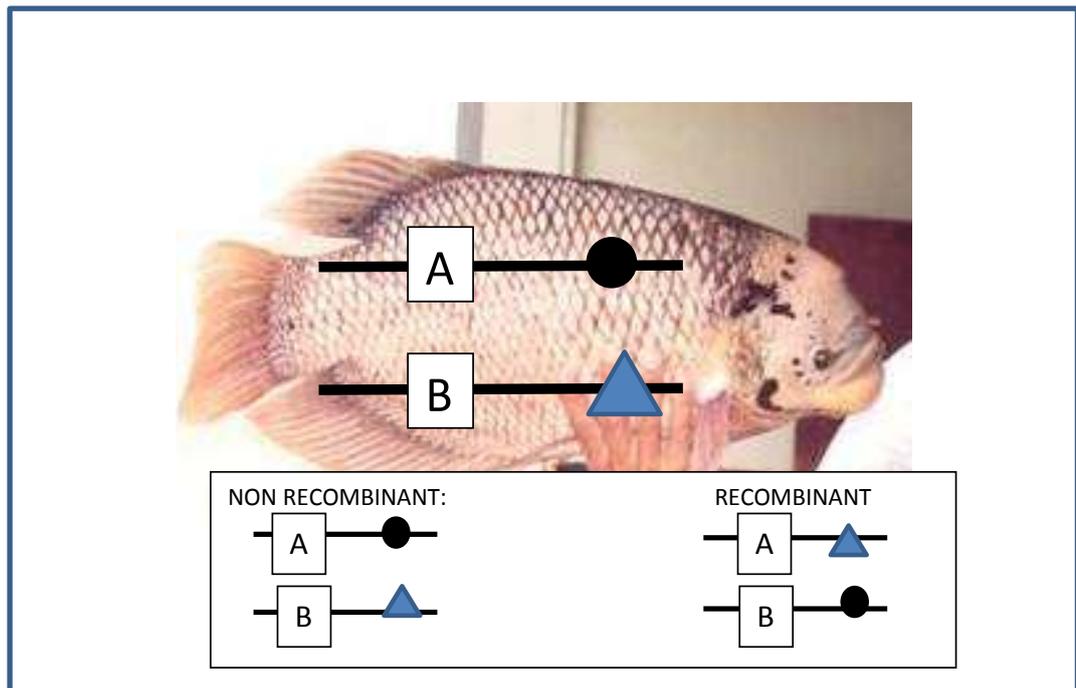
Aplikasi dari marka DNA untuk menggambarkan populasi antara lain adalah untuk melihat kondisi suatu populasi sudah sejauh apa mengalami penurunan keragaman atau melihat efektifitas hasil seleksi dengan membandingkan keragamannya. Marka DNA ini juga dapat digunakan untuk mengukur kekerabatan dari suatu populasi atau jenis ikan sehingga sebelum pemilihan program seleksi dapat lebih tepat, misalnya untuk program hibridisasi maka disarankan memilih populasi dengan kekerabatan yang terjauh. Sebagai misal adalah hasil hibrida ikan gurame varietas blusafir dan soang lebih baik dibandingkan hibrida dari varietas Blusafir dan Paris ataupun antara Soang dan Paris. Dari nilai kekerabatan berdasarkan frekuensi haplotipe hasil RFLP dengan 2 primer dan 5 enzim) menunjukkan bahwa jarak genetik terbesar terdapat pada varietas Blusafir dan Paris (Nugroho *et al.*, 2013).

Secara umum, variasi genetik yang dianalisa dengan menggunakan marka genetik menunjukkan bahwa ikan air tawar relatif mempunyai nilai variasi yang lebih rendah dibandingkan ikan laut. Salah satu

penyebanmya adalah adanya pengaruh inbreeding yang lebih berpotensi terjadi pada ikan air tawar (Taniguchi *et al.*, 2003). Kemungkinan lainnya, adanya barrier geographic sehingga induk-kekerabatan yang dekat (De Bruyn *et al.*, 2005). Selain itu, ikan laut mempunyai sifat migrasi yang luas sehingga kemungkinan bercampur dengan populasi lain yang mempunyai kekerabatan yang jauh semakin besar pula (Nugroho, 2001). Penurunan nilai variasi juga terlihat pada ikan budidaya dibandingkan dengan nilai yang dimiliki oleh ikan yang berasal dari alam (Taniguchi *et al.*, 2003; Nugroho, 2001).

c. *SMART breeding*

Metode yang mungkin dikembangkan untuk diadopsi dibidang pemuliaan ikan adalah SMART yang merupakan kepanjangan dari Selection with Molecular Gene Markers and Advanced Reproductive Technologies. Penerapannya dikhususkan pada ikan-ikan yang sudah dipijahkan secara buatan dengan teknik *induced breeding with arificial propagation* seperti pada ikan mas, patin, lele dan gabus. Langkah awal adalah dengan melakukan pemijahan dengan sistem full-sib dimana induk jantan dan betina berkontribusi secara total kepada seluruh pemijahan yang sudah direncanakan. Kemudian benih yang dihasilkan di *scanning* dengan menggunakan marka molekuler yang sudah terbukti menunjukkan keterkaitan dengan karakter tertentu yang menjadi sasaran kegiatan pemuliaan. Hanya turunan yang berkarakter sesuai dengan hasil identifikasi marka molekuler yang dibesarkan. Calon induk yang akan digunakan untuk kegiatan berikutnya kembali di cek dengan marka molekuler untuk memastikan keberadaan gen yang terkait dengan karakter yang dimaksud. Induk-induk yang terpilih digunakan dalam pemijahan berikutnya seperti di atas atau digunakan dengan menyilangkan dengan jenis lainnya untuk menghasilkan hibrida. Hal senada yang serupa yang sudah diterapkan di Indonesia adalah pada produksi ikan mas Majalaya tahan KHV oleh Balai Besar Budidaya Perikanan Air Tawar Sukabumi yang bekerjasama dengan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor.



Gambar 5. Contoh marka yang terkait (linked) dan non linked

3. PENERAPAN PEMULIAAN DALAM BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR

a. Ikan Nila

Ikan nila merupakan jenis komoditas yang paling banyak digunakan dalam program pemuliaan di Indonesia yang dimulai sejak tahun 1990an. Sampai saat ini tercatat 12 jenis ikan nila yang sudah dihasilkan dari program pemuliaan. Adapun ikan nila yang sudah di rilis diantaranya adalah ikan nila BEST (Bogor), Srikandi (Sukamandi), Nirwana 1 dan 2 (Wanayasa), Salabintana dan Gesit (Sukabumi), JICA (Jambi), Anjani (Lombok), Nilasa (Jogjakarta), Pandu, Kunti dan Larasati (Klaten) serta nila salin (Jakarta).

Umumnya program yang dipilih adalah seleksi individu berkaitan dengan kebutuhan fasilitas yang diperlukan dalam pelaksanaan program kegiatan pemuliaan tersebut yang dilakukan oleh Unit Pelaksana Teknis dengan tingkat fasilitas yang terbatas. Sedangkan program pemuliaan dengan menggunakan metode seleksi famili hanya dilakukan oleh

beberapa UPT dengan fasilitas yang cukup memadai diantaranya pada ikan nila Wanayasa, BEST dan Salabintana. Program pemuliaan yang menggunakan metode tidak konvensional adalah pada ikan nila Gesit yang mempergunakan jenis betina fungsional jantan melalui perlakuan hormon pada awalnya.

Sebagai contoh gambaran pelaksanaan program pemuliaan ikan nila, berikut ini adalah program pemuliaan ikan nila dari Nusa Tenggara Barat yang dikenal dengan nama nila ANJANI dengan seleksi individu. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat populasi sintetik atau buatan yang terdiri dari kontribusi gen enam strain yaitu Nirwana, Best, Selfam, Citralada, Jatimbulan dan Sleman secara blending / campur (Anonimus, 2012). Pemijahan dilakukan dengan menggunakan 150 happa, yang terbagi dalam 3 kohort selama 1-4 hari. Masing-masing larva hasil pasangan dalam 1 happa hanya diambil sebanyak 200 ekor larva dan dibesarkan bersama-sama dengan larva dari happa lainnya.

Kemudian larva dipelihara hingga mencapai mencapai ukuran 50-100 gram untuk dipisahkan antara kelompok jantan dan betina. Masing-masing anggota populasi diseleksi pada ukuran 10% terbesar selanjutnya dibesarkan hingga siap dipijahkan. Sedangkan sebagai kontrol juga dipilih induk-induk dari ukuran rata-rata populasi yang dibesarkan. Untuk pembentukan populasi F2 induk-induk hasil F1 disilangkan kembali yang terbagi menjadi 2 kohort. Langkah selanjutnya serupa dengan yang dilakukan saat pembentukan F1. Demikian tahapan ini diulang pada pembentukan populasi F3 sampai siap dirilis.

Tabel berikut ini memuat data-data parameter bobot ikan jantan dan betina yang diperoleh tim rilis Balai Eikmal serta perhitungannya pada pemuliaan ikan nila ANJANI.

Tabel 2. Data hasil pemuliaan ikan nila Anjani

Generasi	Jantan			Betina		
	Populasi dasar (g)	Populasi seleksi (g)	Diferensial seleksi (g)	Populasi dasar (g)	Populasi seleksi (g)	Diferensial seleksi (g)
F1	104,1 ± 33,5	167,5 ± 16,2	63,4	92,1 ± 30,3	150,9 ± 17,4	58,8
F2	123,9 ± 37,4	190,4 ± 13,3	66,5	109,5 ± 31,8	170,5 ± 16,0	61
F3	139,5 ± 39,0	207,5 ± 10,8	68	124,3 ± 35,7	188,5 ± 14,8	64,2

Sumber: Anonim (2012)

Dari data tersebut maka dapat diperoleh nilai respon seleksi (R) antar setiap generasi yaitu 19,8 g (dari F1-F2) dan 15,6 (F2-F3) untuk populasi jantan serta 17,4 g (F1-F2) dan 14,8 g (F2-F3) untuk populasi betina. Nilai estimasi heritabilitas dari populasi jantan adalah $19,8/63,4 = 0,312$ (F1-F2) dan $0,234$ (F2-F3), sedangkan nilai estimasi heritabilitas untuk bobot dari populasi betina adalah $0,295$ (F1-F2) dan $0,246$ (F2-F3). Sedangkan untuk data *genetic gain* yaitu beda populasi hasil seleksi dengan kontrol dari rata-rata populasi tidak dapat dihitung dari data ini karena tidak memuat bobot data rata-rata populasi di tiap generasi. Namun demikian nilai tersebut dapat diestimasi dari data hasil pengujian performa antar generasi yang menunjukkan bahwa bobot rata-rata populasi adalah 103,4 g (F1); 124,3g (F2) dan 135,6g (F3). Sehingga nilai *genetic gain* (GG) dapat diestimasi sebagai berikut: $((167,5g+150,9g)/2) - 103,4g = 55,8$ g untuk F1; $((190,4g+170,5g)/2) - 124,3g = 55,95$ g untuk F2 dan $((207,5g+188,5g)/2) - 135,6g = 62,4$ g untuk populasi F3. Jika dibandingkan dengan nilai diferensial seleksi (S) maka terdapat penurunan nilai sebesar $((63,4g+58,8g)/2) - 55,8g = 5,3$ g atau 9,49% pada F1; 7,8 g atau 13,9% pada F2 dan 3,7g atau 5,9% pada F3, dengan nilai rata-rata penurunannya adalah 9,78% dari nilai S. Pendekatan nilai heritabilitas yang diestimasi dengan menggunakan nilai S dan GG adalah $18,6/55,8 = 0,333$ (F1-F2) dan $15,2 / 55,95 = 0,271$ (F2-F3), setara dengan nilai hasil estimasi antara respon seleksi dan nilai *genetic gain*. Hal ini menunjukkan bahwa untuk program seleksi cukup digunakan salah satu informasi diatas dalam mengestimasi nilai heritabilitasnya.

Berdasarkan nilai rata-rata heritabilitas estimasi, respon seleksi dan standar deviasi maka nilai intensitas seleksi (i) untuk populasi jantan adalah $19,8/(33,5*0,312) = 1,89$ (F1-F2) dan $15,6/ (37,4*0,234) = 1,78$ berarti nilai i untuk populasi jantan ada diantara -2,67 hingga 2,67 yang mengindikasikan bahwa pemotongan 10% untuk populasi jantan terseleksi adalah sudah mencukupi syarat. Demikian pula nilai intensitas seleksi (i) untuk populasi betina yaitu $17,4/(30,3*0,295) = 1,94$ (F1-F2) dan $14,8 / (31,8*0,246) = 1,89$ (F2-F3) berada pada daerah pemotongan 1-10% yang layak.

b. Ikan lele

Seperti halnya dengan ikan nila, komoditas ikan lele juga banyak menarik peminat pemulia untuk mencari varietas-varietas yang berkualitas unggul, khususnya dari segi pertumbuhan. Beberapa produk hasil pemuliaan ikan lele yang sudah dirilis diantaranya adalah ikan lele Sangkuriang 1 dan 2 dari BBBAT Sukabumi, ikan lele Mutiara dari BPPI Sukamandi ketiganya adalah hasil produk program seleksi individu dan lele Mandalika dari Instalasi BBI Batu Kumbang Nusa Tenggara Barat dengan program hibridisasi.

Sebagai contoh yang digunakan adalah pembentukan hibrida lele Mandalika-NTB. Pembuatan lele Mandalika dilakukan dengan mengkawin silangkan strain-strain ikan lele dari varietas Masamo, Sangkuriang 1 dan Paithon secara resiprokal masing-masing dengan 4 ulangan. Diharapkan keunggulan dari masing masing varietas dapat berkombinasi dan bergabung dalam keturunan lele yang diproduksi. Varietas Masamo salah satu induknya berasal dari Afrika yang dikenal cepat tumbuh dan relatif toleran terhadap fluktuasi lingkungan. Varietas Sangkuriang merupakan hasil rilis ikan yang tumbuh cepat sedangkan varietas Paithon mempunyai ciri tahan terhadap penyakit dan nafsu makan yang besar.

Pemijahan dilakukan dengan cara semi alami dimana induk dirangsang dengan suntikan hormon ovaprim untuk kemudian dipijahkan secara alami dalam kolam terpal. Telur kemudian ditetaskan dalam akuarium dan setelah menetas, saat berumur 5 hari dipindahkan ke tempat pendederan 1 untuk dipelihara selama 12 hari. Benih yang dihasilkan dipelihara pada pendederan 2 selama 40 hari. Kemudian benih dibesarkan pada kolam terpal ukuran 2x2 m selama 55 hari sampai mencapai ukuran konsumsi. Keberhasilan hibrida dievaluasi dengan menghitung heterosis pada parameter bobot badan, sintasan dan rasio konversi pakan (FCR) sebagai salah satu persyaratan rilis.

Tabel berikut memuat data bobot badan hasil pembesaran dari masing-masing persilangan yang diperoleh tim rilis BBI Batu Kumbang NTB (Anonim, 2013).

Tabel 3. Data bobot hibridisasi ikan lele Mandalika di NTB

		BETINA		
		MASAMO	PAITHON	SANGKURIANG1
JANTAN	MASAMO	132,19+2,30	143,35+3,41	156,17+2,01
	PAITHON	137,03+2,75	122,44+3,00	132,75+2,34
	SANGKURIANG 1	152,86+2,22	132,16+3,07	123,46+3,26

Dari data diatas, nilai heterosis diantara pasangan 3 varietas adalah $((143,35 + 156,17 + 132,75 + 137,03 + 152,86 + 132,16) / 6) - ((132,19 + 122,44 + 123,46) / 3) = 16,35$ gram atau sekitar 12,97% perbaikan dibandingkan populasi tetua murninya. Sedangkan heterosis antar pasangan dari 2 varietas adalah sebagai berikut: heterosis Masamo dengan Paithon = $((143,35 + 137,03) / 2) - ((132,19 + 122,44) / 2) = 12,87$ g atau kenaikan 10,11% dibandingkan tetuanya, sedangkan antara Masamo dengan Sangkuriang 1 = $((156,17 + 152,86) / 2) - ((132,19 + 123,46) / 2) = 26,69$ g atau 20,88% serta heterosis antara Paithon dan Sangkuriang 1 = $((132,75 + 132,16) / 2) - ((122,44 + 123,46) / 2) = 9,51$ g atau 7,72% dibandingkan induknya. Terlihat jelas bahwa program hibridisasi relatif sesuai untuk menghasilkan ikan lele unggul pertemuan, dimana secara keseluruhan hibrida ikan lele mempunyai perbaikan bobot badan dibandingkan dengan tetuanya. Pasangan yang terbaik ada antara varietas lele Masamo dan Sangkuriang.

Maternal effect (M) dari varietas Masamo adalah $((137,03 + 152,86) / 2) - ((143,35 + 156,17) / 2) = - 4,82$ g, sedangkan nilai M dari varietas Paithon = $((143,35 + 132,16) / 2) - ((137,03 + 132,75) / 2) = 2,87$ g; dan nilai M dari varietas Sangkuriang yaitu $((156,17 + 132,75) / 2) - ((152,86 + 132,16) / 2) = 1,95$. Jumlah nilai M dari ketiga varietas harus sama dengan 0. Selanjutnya nilai Individual effect (I_g) dari varietas Masamo = $142,38 - 126,03 - (- 4,82) = 21,17$ g; untuk varietas Paithon = $142,38 - 126,03 - 2,87 = 13,48$ dan pada varietas Sangkuriang 1 adalah $142,38 - 126,03 - 1,95 = 14,41$. Implikasi dari hasil ini adalah dapat menggunakan individu manapun dari induk betina dari Paithon dan Sangkuriang untuk hibridisasi, namun untuk induk jantan harus dipilih yang terbaik terutama dari varietas Masamo.

c. Ikan Mas

Sebagai contoh kegiatan pemuliaan yang menggunakan metode MAS adalah produksi ikan mas majalaya tahan penyakit yang dilakukan oleh tim dari Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar Sukabumi yang diajukan sebagai ikan rilis pada tahun 2014 (Anonimus, 2014). Berdasarkan informasi tentang adanya keterkaitan antara *Major Histocompatibility* dari ikan mas dengan daya tahan atau resistensi terhadap penyakit maka dengan menggunakan marka Cyca-DAB1*05 mulailah mensekrining sejumlah populasi induk ikan mas Majalaya. Induk ikan mas jantan dan betina yang mengandung marka tersebut dipijahkan secara semi alami dengan rangsangan hormon ovaprim. Setelah dibesarkan maka di cek kembali ada tidaknya marka yang dijadikan penanda. Induk-induk yang positif kembali dipijahkan secara masal dan kemudian diulangi kembali tahapan sebelumnya.

Untuk melihat efektifitas keberhasilan ikan majalaya hasil seleksi dengan menggunakan marka di uji secara laboratorium dengan menggunakan uji tantang terhadap virus Koi Herpes Virus (KHV) dan uji di KJA didaerah yang mempunyai catatan pernah terjadi serangan virus. Ternyata pada uji laboratorium, ikan mas hasil seleksi mempunyai kelangsungan hidup hingga 100% sedangkan ikan kontrol hanya mempunyai sintasan 8,33% (Anonimus, 2014). Sedangkan hasil uji dilapangan tidak menunjukkan kecenderungan yang serupa, dimana ikan mas hasil seleksi mempunyai sintasan sebesar 99,27% sedangkan ikan kontrol mempunyai nilai sintasan 98%. Kemungkinan yang terjadi adalah belum diketahuinya tingkat rekombinan dari marka dan gen pembawa daya tahan terhadap serangan KHV.

d. Udang Galah

Sama seperti pada komoditas ikan, komoditas udang juga menjadi sasaran target untuk program pemuliaan menghasilkan varietas atau jenis unggul. Pada tahun 2002 telah dirilis udang galah GI Macro (Genetic Improvement Macrobrachium) hasil pemuliaan Balitkanwar (Balai Penelitian Perikanan Air Tawar Bogor) dengan keunggulan cepat tumbuh

dan proporsi kepala yang lebih kecil. Namun dalam perkembangannya varietas ini sudah tidak dapat ditemukan lagi di masyarakat, hilang dengan sendirinya sebelum menyebar di masyarakat pembudidaya.

Pada tahun 2014 telah berhasil dirilis kembali udang galah hasil pemuliaan dari Balai Penelitian Pemuliaan Ikan dengan nama udang galah GI Macro 2. Anonimus (2013) menyebutkan bahwa populasi dasar udang ini dibentuk dari 4 strain populasi dari alam yaitu udang galah Barito, Musi, Asahan dan Ciasem, sedangkan satu strain lagi adalah hasil pemuliaan GI Macro. Strain-strain tersebut disilangkan secara resiprokal atau *diallel crossing* untuk kemudian dibesarkan menjadi indukan untuk populasi dasar (F0), dengan panjang rerata udang galah dari populasi ini.

Tercatat bahwa rerata panjang populasi F0 jantan adalah $93,6 \pm 1,7$ dan $79,6 \pm 2,0$ untuk populasi F0 betina. Nilai diferensial seleksi (S) yang digunakan untuk batasan ini adalah 12,6 mm untuk jantan dan 10,36 mm untuk betina. Selanjutnya respon seleksi yang didapat pada populasi F1 adalah sebesar 4,16 mm dengan rincian 7,6 mm (jantan) dan 0,69 mm (betina) demikian tahapan selanjutnya hingga populasi F4. Tercatat bahwa respon seleksi untuk populasi F4 jantan adalah 3,2 mm dan betina 3,59 mm dari diferensial seleksi 12,73 mm (jantan) dan 23,31 mm (betina). Sebagai contoh perhitungan heritabilitas h^2 dari populasi F1 adalah $R_f/S_f = 7,6/12,6 = 0,603$ (jantan) dan $0,69/10,36 = 0,066$ (betina). Dengan demikian berarti heritabilitas rata-rata populasi F1 adalah 0,334.

e. Ikan gurame

Program pemuliaan ikan gurame sampai saat ini masih belum menghasilkan produk biologi unggulan yang telah dirilis. Produk biologi yang akan dirilis masih dalam taraf pengenalan yaitu hasil domestikasi ikan gurame dari alam untuk budidaya misalnya ikan gurame varietas batanghari. Ikan gurame ini telah mulai dikoleksi sejak tahun 2003 (Anonimus, 2013), dan pada tahun 2013 hasil generasi G telah diajukan untuk dirilis dengan keunggulan dagingnya yang tebal.

Balai Litbang Budidaya Air Tawar sebetulnya telah berhasil mengidentifikasi varietas ikan gurame yang mempunyai keunggulan

tumbuh cepat dengan nilai heterosis sekitar 10%-20% yaitu varietas hibrida antara ikan gurame varietas Blusafir dan Soang. Informasi latar belakang genetik dengan menggunakan marka DNA telah dilakukan terhadap sebagian varietas yang ada di Jawa Barat, diantaranya ikan gurame varietas Soang, Paris dan Blusafir dengan hasil bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata diantara ketiga varietas tersebut. Dimana jarak genetik terjauh didapatkan antara varietas Blusafir dan Soang, sedangkan jarak genetik yang terdekat ada antara varietas Blusafir dan Paris. Pada perencanaannya varietas hibrida ini akan diajukan untuk rilis pada tahun 2015-2016.



Gambar 6. Beberapa varietas ikan yang sudah siap dirilis ke masyarakat (Anonim, 2012; 2013; dan 2014).

4. KAJIAN BISNIS PENGGUNAAN BENIH UNGGUL

Seringkali timbul pertanyaan tentang kepentingan orang bersusah payah menciptakan benih unggul ikan untuk kepentingan bisnis atau usaha budidaya, padahal sudah diketahui bahwa biaya terbesar untuk budidaya adalah biaya pakan yang menghabiskan sekitar 60-70% dari total pembiayaan suatu usaha budidaya ikan. Sejauh mana pengaruh benih-benih unggul dalam mengurangi biaya operasional dan meningkatkan keuntungan. Berikut ini ada pengalaman berharga yang dapat diambil dari penggunaan benih unggul ikan nila dalam pembesaran budidaya KJA ikan nila di Jatiluhur dan Cirata Jawa Barat.

Sebelum tahun 2011, pembudidaya ikan nila di KJA Jatiluhur dan Cirata menggunakan sistem jaring ganda yaitu dengan pemeliharaan ikan mas di 4 jaring atas yang berukuran 7x7x3,5 m dan pemeliharaan ikan nila di jaring bawah dengan dimensi 15x15x5 m. Ikan mas umumnya dipelihara selama 2,5-3 bulan dalam satu periode sedangkan ikan nila dipelihara selama 5-6 bulan per periode. Jadi pemeliharaan ikan mas adalah 2x, sedangkan pemeliharaan ikan nila adalah 1x untuk musim penanaman secara bersamaan. Dengan sistem ini ikan mas yang ditebar sebanyak 50-75 kg per satu unit jaring atas dengan pakan yang dihabiskan untuk pemeliharaan berkisar 1,5 ton. Sedangkan ikan nila yang ditebar adalah sebanyak 200-300 kg per jaring bawah. Dari metode ini para pembudidaya umumnya dapat memanen ikan mas sebanyak 1 ton per unit jaring per periode dan ikan nila sebanyak 800-900 kg per jaring per periode.

Selama kurun waktu 2011 hingga 2013, penggunaan nila unggul # 1 (Nugroho dkk, 2014) telah diuji cobakan di budidaya skala bisnis di waduk Jatiluhur. Ikan nila yang dibentuk dari populasi ikan nila Best, Nirwana, Cangkringan, CP, Larasati dan Sultana semuanya adalah hasil pemuliaan yang ada di Indonesia. Dengan program pemuliaan yang dimulai tahun 2008 maka di hasilkan varietas unggul tersebut. Dengan menggunakan varietas ikan nila ini, sistem ikan mas yang di jaring atas tetap dipertahankan dengan pakan yang sama seperti metode sebelumnya, ikan nila di jaring bawah di tanam sebanyak 250 kg per unit ternyata

selama 4-5 bulan pemeliharaan menghasilkan produksi rata-rata sebesar 1.450 kg. Hal ini berarti terjadi kenaikan produksi sebanyak 550 kg atau sebesar 61,11%. Jika biaya untuk benih nila lokal yang digunakan satu unit sebesar Rp 5 juta , dan harga benih nila unggul yang digunakan satu unit sebesar Rp 6,25 juta maka harga pokok produksi (HPP) budidaya ikan nila lokal = Rp 5 juta/900 kg= Rp 5.555/kg, sedangkan HPP budidaya dengan ikan unggul menjadi Rp 6,25 juta/1450 kg= Rp 4.310/kg atau terjadi penurunan biaya sebesar 22,41%. Selanjutnya jika diperkirakan biaya untuk modal benih dalam satu budidaya adalah sebesar 20% berarti penurunan tersebut secara keseluruhan mempengaruhi biaya operasional budidaya ikan sebanyak 4,4%. Hal ini belum termasuk konversi waktu yang lebih singkat ke dalam penghitungan biaya.

Nilai ini termasuk cukup terasa besar jika jumlah usaha budidaya cukup banyak. Sebagai misal jika biaya produksi untuk per satu Unit KJA (4 kja atas dan 1 kja bawah) adalah sebesar 15 juta rupiah dan yang dioperasionalkan sejumlah 180 unit dengan harapan 1 hari panen satu unit kja komplit (atas dan bawah) serta hanya satu unit kja bawah maka berarti biaya yang dibutuhkan adalah sebesar 2,7 milyar rupiah dan penghematan yang dihasilkan adalah sebesar Rp 118, 8 juta.

Laju pertumbuhan dan Biaya Produksi

Seperti yang terlihat dalam contoh budidaya ikan nila diatas, bahwa penggunaan benih unggul ternyata dapat mempengaruhi panen atau produksi dibandingkan dengan penggunaan benih lokal. Kenyataan ini ada kaitannya dengan kemampuan kecepatan tumbuh atau laju pertumbuhan yang telah diperbaiki. Data terakhir tahun 2014 menjelaskan bahwa ikan unggul # 1 mempunyai laju pertumbuhan sebesar 1,5 gram per hari dengan sistem jaring ganda, sedangkan benih lokal yang umum digunakan oleh pembudidaya di KJA jaring ganda mempunyai pertumbuhan maksimal 0,7 gram per hari. Dengan kondisi ini maka dapat diestimasi produksi yang akan dicapai benih unggul sebagai berikut:

Produksi = $(1,5/0,7)*3$ kelipatan= 6,7 kali lipat yang berarti kalo padat tebar yang digunakan sebesar 250 kg dapat diestimasi akan panen

sebanyak $6,7 \times 250 \text{ kg} = 1,675 \text{ ton}$ setara dengan hasil kajian lapang diatas.

Hal yang senada juga dapat dilakukan untuk komoditas-komoditas unggulan yang lain yang dihasilkan dari hasil seleksi. Berdasarkan data dari naskah kelengkapan untuk rilis varietas atau jenis ikan yang unggul terlihat bahwa umumnya kemampuan pertumbuhan atau respon seleksi karakter target yang dihasilkan adalah berkisar 10% per generasi atau 30-40% lebih baik dibandingkan populasi awalnya, baik itu pada ikan nila, ikan lele maupun udang galah. Sebagai misal pada varietas unggul ikan lele, jika populasi awal sebelum seleksi mempunyai berat rata-rata 100 gram untuk umur 2 bulan sedangkan berat rata-rata populasi hasil seleksi menjadi 140 gram dengan umur yang sama. Maka perhitungan panen yang bisa dicapai dengan tingkat padat tebar dan sintasan yang sama dengan luasan kolam 50-100 m² adalah sebagai berikut:

- Produksi dengan benih non seleksi = $10.000 \times 90\% \times 100 \text{ g} = 900.000 \text{ g}$ (900 kg).
- Produksi dengan benih seleksi = $10.000 \times 90\% \times 140 \text{ g} = 1,260.000 \text{ g}$ (1,260 kg).
- Jika ukuran rata-rata tebar 10 gram maka dapat diambil kesimpulan : benih non seleksi mempunyai kelipatan 9x (100 kg menjadi 900 kg) sedangkan benih seleksi mempunyai kelipatan 12,6x (100 kg menjadi 1.260 kg) sehingga perbandingan benih seleksi dan non seleksi adalah $12,6/9 = 1,4$ (1,4 kali lebih baik)
- Jika biaya produksi dengan benih non seleksi sebesar 5 juta rupiah maka penggunaan benih unggul hanya menambah 10% biaya menjadi 5,5 juta rupiah dan berarti bahwa Harga Pokok Produksi (HPP) untuk benih non seleksi = $5 \text{ juta}/900 \text{ kg} = \text{Rp } 5.556/\text{kg}$ sedangkan HPP dengan menggunakan benih seleksi adalah sebesar $\text{Rp } 5,5 \text{ juta}/1260 \text{ kg} = \text{Rp } 4,365/\text{kg}$ atau terjadi efisiensi biaya sebesar 21,43% dengan besarnya penghematan untuk ukuran panen yang sama adalah $\text{Rp } 5 \text{ juta} \times 21,43\% = \text{Rp } 1.071.429$.

Bagaimana dengan benih hibrida yang dihasilkan melalui program hibridisasi. Benih hibrida yang lulus untuk dirilis harus mempunyai

perbaikan pertumbuhan minimal 20%. Dengan cara yang sama dapat diestimasi penghematan yang mungkin didapat adalah sebesar 10,7% atau efisiensi yang didapat adalah sebesar 535 ribu rupiah. Nilai ini akan semakin besar seiring dengan naiknya jumlah kolam yang diusahakan. Pembudidaya dapat merancang besarnya pendapatan yang diinginkan sesuai kemampuan yang dimilikinya.

PENUTUP

Program pemuliaan ikan dapat diterapkan untuk menghasilkan varietas-varietas unggul yang pada akhirnya berdampak pada meningkatnya keuntungan yang diperoleh dengan efisiensi biaya produksi. Keberhasilan program pemuliaan ini sangat dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan, ketekunan dan kedisiplinan dari para anggota tim pemuliaan. Hal ini patut disadari karena mengingat program pemuliaan memerlukan sarana dan prasarana yang memadai, biaya/dana yang besar, waktu dan ketabahan yang cukup lama sebelum menghasilkan produk berkualitas yang dapat diterapkan dalam kehidupan bisnis yang nyata. Semoga bermanfaat.

DAFTAR ACUAN

- Amarullah, H., Aliah, R.S., Irawan, D., Kusmiyati, Dewi, K.M., Sujatmiko, W., Sutanti, Megawati, N., Karyono, Ayub, Rahmat, Riski, Hardiyanto, D., Donari, E., Sunendar, D., Suparyanto, Y., Ridwan, R.B., Ismail, Y., Supriyadi, Ashuri, W.C., & Sukardi, D. 2013. Naskah Permohonan Penilaian Pelepasan Varietas: Benih hibrida ikan nila salina (*Oreochromis sp*). Pusat Teknologi Produksi Pertanian. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta. pp.69.
- Arifin, O.Z., Nugroho, E., & Gustiano, R. 2007. Keragaman genetik populasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam program seleksi berdasarkan RAPD. *Berita Biologi*, 8(6); 465-471. Desember 2007. ISSN. 0126-1754.
- Azzrita, Nugroho, E., Syandri, H., Dahelmi & Syaifullah. 2011. Genetik Ikan Bujuk (*Channa lucius* Cuvier, Channidae) Dari Perairan Sumatera Barat, Jambi dan Riau Berdasarkan Marker DNA. *Berita Biologi*, 10(5): 675-680.
- Aryanto, D., Nugroho, E., & Subagyo. 2003. Karakterisasi biokimia enzimatis empat populasi ikan mas menggunakan metode elektroforresis. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 4(1):1-6.
- Ath-thar, M.H.F., Prakoso, V.A., Nugroho, E., & Gustano, R. 2011. Heterosis, maternal dan individual effect pada hibrida antara ikan mas Rajadanu, Majalaya, Subang dan Kuningan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(3): 407-412.
- Nugroho, E. 2001. Populastion genetic studies on the aquaculture fish in genus *Seriolla* for their risk management. Thesis Ph.D. Toholu University. pp.123
- Anonim. 2013. Naskah Penilaian Pelepasan strain udang galah (*Machrobrachium rosenbergii*) hasil seleksi individu pada karakter pertumbuhan. Balai Penelitian Pemuliaan Ikan. Sukamandi. 28 halaman.
- Anonim. 2014. Domestikasi dan Budidaya Ikan Gurami Batang Hari. Balai Budidaya Air Tawar Jambi. 41 halaman.
- Anonim. 2014. Naskah Penilaian Pelepasan Varietas Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Tahan Penyakit. Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar Sukabumi. 27 halaman.
- Anonim. 2013. Naskah Penilaian Pelepasan Varietas Benih Lele Hibrida (*Clarias spp*). Instalasi Balai Benih Ikan Batu Kumbang. Balai Pengembangan Budidaya Ikan Air Tawar AIKMEL. Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Nusa Tenggara Barat. 39 halaman.
- Anonim. 2012. Naskah Penilaian Pelepasan Varietas Hasil Seleksi Individu Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Balai Pengembangan Budidaya Ikan Air Tawar AIKMEL. Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Nusa Tenggara Barat. 128 halaman.
- De Bruyn, M., Nugroho, E., Hossain, M.M., Wilson, J.C., & Mather, P.B. 2005. Phylogeographic evidence for the existence of an ancient biogeographic barrier: the Isthmus of Kra Seaway. *Heredity*, 94: 370-378.
- Gjedrem, T. 2005. Selection and Breeding Programs in Aquaculture. Springer. Netherlands. 364 pp.
- Iswanto, B., Imron, Marnis, H., Suprpto, R., Suwargono, P., Ridzwan, N.S., Pangestika, M.F., Ilmalizanri, Didi, Suryana, A., Suri, A.S., & Tarmo. 2014. Naskah akademik: Ikan lele tumbuh cepat generasi ketiga hasil seleksi individu. Balai Penelitian Pemuliaan Ikan. Sukamandi. pp. 81.

- Janssen, K., Chavanne, H., Berentsen, P., & Komen, H. 2017. Impact of selective breeding on European aquaculture. *Aquaculture*, 472, supp.1: 8-16
- Kinghorn, B., Van der Werf, J. And M. Ryan (eds). 1990. Animal Breeding: Use of New Technologies. Post Graduate Foundation Publication. Veterinarian Science of the University of Sydney. 308 pp.
- Mamangkey, J.J., Sulistiono, Sjafei, D.S., Soedharma, D., Sukimin, S., & Nugroho, E. 2007. Keragaman genetik ikan endemik butini (*Glossogobius matanensis*) berdasarkan pendnada Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD) di danau Towuti Sulawesi selatan. *Jurnal Riset Akuakultur* ,) 2(3):389-397.
- Nugroho, E. 2010. Menjadikan Perikanan Budidaya Sebagai Inkubator Bisnis Mandiri: Pelajaran Berharga dari Taiwan . *Media Akuakultur* 5 (1) : 62-66.
- Nugroho, E., Saepudin, dan M. Bajar. 2013. Kajian Lapang Penggunaan Benih Nila (*O. Niloticus*) hasil pemuliaan di Kermaba Jaring Apung Jatiluhur. *Jurnal Riset Akuakultur*, Vol 8. No 1. Hal 43-49.
- Nugroho, E. 2012. Budidaya Ikan Nila Unggul Dongkrak Keuntungan . *TROBOS Edisi 150/tahun XIII/ Maret 2012*. hal 116-117. Permata Wacana Lestari. ISSN 1411-5816.
- Nugroho, E., Rustadi., D. Priyanto., H. Sulistyo., Susila., Sunarya dan B. Wasito. 2014. Penurunan Keragaman Genetik pada F-4 Ikan Nila Merah “Cangkring” Hasil Pemuliaan Dideteksi dengan Marker Genetik. *Jurnal Riset Akuakultur*, Vol 9. No. 1. Hal.25-30.
- Nugroho, E., Taniguchi, N., Kato, K., & Miyashita, S. 2000. Genetic difference among seed population of greater amberjack used in aquaculture farm of Japan. *Suisanzoshoku* ,48(4): 665-674.
- Nugroho, E., Ferrel, D.J., Smith, P., & Taniguchi, T. 2001. Genetic divergence of kingfish from Japan, Australia and New Zealand inferred by microsatellite DNA mitochondrial DNA control region markers. *Fisheries Science*, 67(5): 843-850.
- Nugroho, E., & Taniguchi, N. 1999. Isolation of greater amberjack microsatellite DNA and their application as genetic marker species of genus *Seriola* from Japan. *Fisheries Science*, 65(3): 353-357.
- Nugroho, E., Takagi, M., Sugama, K., & Taniguchi, N. 1998. Detection of GT Repeats Microsatellite Loci and Their Polymorphism for grouper of the genus *Epinephelus*. *Fisheries Science*, 65(3): 836-837.
- Na-Nakorn, U., Taniguchi, N., Nugroho, E., Seki, S., & Kamonrat, W. 1999. Isolation and characterization of microsatellite loci of *Clarias macrocephalus* and their application to genetic diversity study. *Fisheries Science*, 65(4): 520-526
- Nugroho, E. 2001. Capability of mitochondria DNA D-LOOP markers for shark species identification. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 7(1): 62-66.
- Nugroho, E., Takagi, M., & Taniguchi, N. 1997. Practical manual on detection of DNA polymorphism in fish population study. *Bull. Marine Sciences and Fisheries*. 17:109-129
- Nugroho, E., Hadie, W., & Sudarto. 2003. Variasi genetik ikan baung, *Mystus nemurus* dari beberapa waduk di Jawa yang dianalisis dengan marker mitokordia D-Loop. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 9(1): 1-5.

- Nugroho, E., Widiati, A., Imron, & Kadarini, T. 2002. Keragaan genetik ikan nila GIFT berdasarkan polymorfism mitokondria DNA, D-Loop. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 8(3): 1-6.
- Nugroho, E., Mulyasari, Kristanto, A.H., Ali, F., & Gunawan. 2008. Evaluation of genetic variability of freshwater prawn collected from Makassar-Sulawesi, PangkalanBun-Kalimantan, Jambi-Sumatera, Sukabumi-Java and GI Macro using mtDNA CO-1 markers. *Indonesian Aquaculture Journal*, 3(1): 23-28.
- Nugroho, E., Subagja, J., Asih, S., & Kurniasih, T. 2006. Evaluasi keragaman genetik ikan kancra dengan menggunakan marker MtDNA D-loop dan Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD). *Jurnal Riset Akuakultur*, 1(2): 211-217.
- Nugroho, E. 2013. Genetic variability of giant gouramy strain revealed by random amplified polymorphism DNA. *Indonesian Aquaculture Journal*, 8(1): 107-111.
- Nugroho, E., Azrita, Syandri H., & Refilza. 2016. Evaluasi keragaman genetik ikan kalui (*Osphronemus goramy*) dari kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat berdasarkan marka Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD). *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(4) : 313-319.
- Nugroho, E., Sundari, S & Nurachman, N. 2010. Variasi Genetik Ikan Jelawat Hasil Budidaya dan Tangkapan Alam di Pontianak dengan Menggunakan marker DNA-RAPD (Random Amplified Polymorphism DNA). *Media Akuakultur* , 5(2): 115-117.
- Nugraha, B., Baskoro, M.S., Pane, A.B.,& Nugroho, E. 2010. Genetic diversity of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) based on mtDNA Analysis with the PCR-RFLP technique. *Indonesian Fisheries Research Journal* , 16(1): 25-32.
- Nugroho, E., Priyanto, D., Hermawan, H.S., Sunaryo & Prihadi, A.S. 2015. Ikan mas "merah menyala" Najawa dari sekitar lereng merapi, Cangkringan, Jogjakarta. *Media Akuakultur* , 10(1): 13-16. Nugroho, E., Priyanto, D., Hermawan, H.S., Sunaryo & Prihadi, A.S. 2015. Ikan mas "merah menyala" Najawa dari sekitar lereng merapi, Cangkringan, Jogjakarta. *Media Akuakultur* , 10(1): 13-16.
- Nugroho, E., & Kusmini, I.I. 2007. Evaluasi variasi genetik tiga ras ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) dengan menggunakan isozyme. *Evaluasi variasi genetik tiga ras ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) dengan menggunakan isozyme. Jurnal Riset Akuakultur*, 2(1): 51-57.
- Nugroho, E., Girsang, E.S., & Mardijah, S. 2003. Keragaman genetik lobster mutiara. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia*, 9(2): 14-17.
- Nugroho, E., Setyono, B., Su'eb, M., dan Prihadi, T.H. 2016. Estimasi nilai heritabilitas bobot ikan mas varietas punten dalam program seleksi individu. *Jurnal Riset Akuakultur*. 11, (3): 217-223.
- Nugroho, E., Mayadi, L., & Budileksono, S. 2017. Heritabilitas dan perolehan genetik pada bobot ikan nila hasil seleksi. *Berita Biologi*, 7(1): 16(2): 129-135. ISSN 0126-1754.
- Nugroho, E., Rustadi, Priyanto, D., Sulisty, H., Susila, Sunaryo & Wasito, B. 2014. Penurunan Keragaman genetik pada F-4 ikan nila merah "cangkringan" hasil pemuliaan dideteksi dengan marker genetik. *Jurnal Riset Akuakultur* , 9(1) :25-30.

- Nugroho, E., & Maskur. 2002. Benarkah ikan nila merah adalah hasil hybrid? Melacak asal usul nila merah dengan menggunakan molecular genetic marker. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia*, 8(1): 8-11
- Nugroho, E., Sundari, S., & Jatnika. 2011. Variasi genetik hibrida ikan gurame dianalisis dengan menggunakan marker RAPD. *Jurnal Riset Akuakultur*, 6 (1): 1-6.
- Nugroho, E., Subagja, J., Sulhi, M., & Kusdiarti. 2013. Efek heterosis pada hibrida ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) dari varietas soang, paris dan blusafir. *Prosiding. Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2013*. 667-674.
- Nugroho, E., Putra, S., Syahdan, M.A., Mayadi, L., Budileksono, S., & Zulkifli. 2015. Efek heterosis dari hibrida ikan lele unggul di Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(1) : 33-40.
- Nugroho, E. & Putera, S. 2017. Karakterisasi genetik ikan lele dumbo berdasarkan marker RAPD fingerprinting. *Accepted Berita Biologi*.
- Rohmana, D., Rosellia, S., Tisnawibowo, K., Santika, A., Hastuti, S., Bunga, Nendih, Murtiarti, Wahyuni, T., & Kurniawan, A.. 2014. Naskah Permohonan Penilaian Pelepasan Varietas: Strain udang galah (*M. Rosenbergii*) hasil seleksi individu pada karakter pertumbuhan. Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar Sukabumi. pp 55.
- Rasidi, Nugroho, E., Radona, D., Emmawati, L., & Ardi, I. 2015. Nilai heterosis dan keragaan pertumbuhan empat populasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) hasil persilangan secara resiprok. *Prosiding Inovasi Teknologi Akuakultur 2015*. (183-190).
- Sudiyanto, Priyanto, D., Rustadi, Sulisty, H., Wasito, B., Purwanto, S., Susila, Sunaryo, Wardoyo, Kasmono, Y., Dityanawarman, A., & Arif, A. 2012. Naskah Permohonan Pelepasan: Strain ikan nila merah hasil pemuliaan. Balai Pengembangan Teknologi Kelautan dan Perikanan. Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. pp. 102.
- Tave, D. 1986. *Genetics for Fish Hatchery Managers*. Tha Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. 299 pp.
- Taniguchi, N., Perez-Enriquez, R., & Nugroho, E. 2003. DNA Marker as a tool for genetic management of brood stock for aquaculture. Eds. Shimizu, N., Aoki, T., & Takashima, F. *Aquatic genomics - step toward a great future*. Springer-Verlag, Tokyo. Pp. 417-429
- Zamroni, A., Suwarso, & Nugroho, E. 2014. Struktur genetika populasi ikan malalugis biru (*Decapterus macarellus* Cuvier, 1833). Di sekitar Sulawesi berdasarkan mt DNA marker. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 20(1) : 31-41.



AMaFRaD  PRESS

Diterbitkan oleh: AMAFRAD Press
Badan Riset dan Sumberdaya Manusia Kelautan dan Perikanan
Gedung Mina Bahari III, Lantai. 6,
Jl. Medan Merdeka Timur No. 16, Jakarta Pusat 10110.
Telp. (021) 3513300, Fax. (021) 3513287
No Anggota IKAPI : 501/DKI/2014

P- ISBN 978-602-5791-42-0 (100)



9 786025 791420

e- ISBN 978-602-5791-43-7

