



**UJI COBA APLIKASI SISTEM RESIRKULASI
AKUAKULTUR (SRA) SEDERHANA DENGAN 3 BIOFILTER
UNTUK BUDIDAYA IKAN HIAS AIR TAWAR**

(LAPORAN AKHIR)

Oleh:

**Ir. Mulyadi, M.Si
drh. Ida Malati Sadjati, M.Ed.
Enny Kusumawaty, SP.**

**PUSAT KEILMUAN - LPPM
UNIVERSITAS TERBUKA**

2007

HALAMAN PENGESAHAN USULAN PENELITIAN BIDANG ILMU

1. a. Judul Penelitian : Uji Coba Aplikasi Sistem Resirkulasi Akuakultur (SAR) Sederhana Dengan 3 Biofilter Untuk Budidaya Ikan Hias Air Tawar
- b. Bidang Penelitian : Keilmuan
- c. Klasifikasi Penelitian : Penelitian Mandiri
- d. Bidang Ilmu : Biologi/ Perikanan
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Ir. Mulyadi, M.Si.
 - b. NIP : 132208594
 - c. Golongan/ Pangkat : Penata Muda/ IIIa.
 - d. Jabatan Akademik : Asisten Ahli
 - e. Fakultas : MIPA
3. Anggota Tim Peneliti
 - a. Jumlah Anggota : 2 (dua) orang
 - b. Nama Anggota : 1. drh. Ida Malati Sadjati, MED
2. Enny Kusumawaty, SP
 - c. Unit Kerja : FMIPA – UT
4. Lokasi Penelitian : Laboratorium Biologi FMIPA-UT
Gedung Fakultas II Lantai 3, Universitas Terbuka
Jl. Cabe Raya Pondok Cabe
Tangerang 15418
5. Lama Penelitian : 6 (enam) bulan
6. Biaya Yang Diperlukan : Rp. 7.620.000.- (tujuh juta enam ratus dua puluh ribu rupiah).

Jakarta, 18 Januari 2007

Ketua Peneliti,



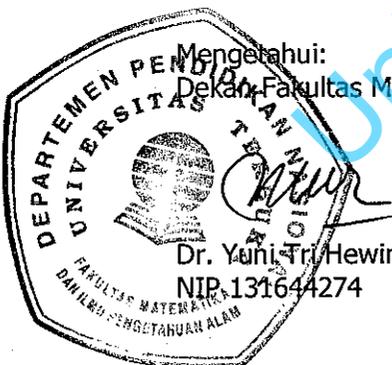
Ir. Mulyadi, M.Si
NIP 132208594

Menyetujui,
Kepala Pusat Keilmuan



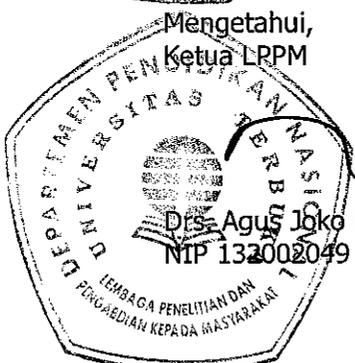
Dra. Endang Nugraheni, M.Ed, M.Si.
NIP 131476464

Mengetahui:
Dekan, Fakultas MIPA - UT



Dr. Yuni Tri Hewindati
NIP.131644274

Mengetahui,
Ketua LPPM



Dr. Agus Joko Purwanto, M.Si.
NIP 132002049

1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kegiatan budidaya organisme akuatik terutama ikan hias mulai beralih dari sistem konvensional ke sistem intensif. Namun, budidaya perikanan intensif dengan padat penebaran dan dosis pakan yang tinggi, berakibat pada penurunan kualitas air sebagai akibat tingginya buangan metabolit dan sisa pakan. Dekomposisi metabolit dan sisa pakan tersebut menghasilkan produk sampingan yang sangat toksik berupa senyawaan nitrogen seperti ammonia dan nitrit terhadap ikan yang dipelihara.

Untuk menanggulangi permasalahan tersebut saat ini telah dikenal sistem resirkulasi akuakultur (SRA). SRA termasuk sistem budidaya intensif yang memanfaatkan ulang air yang sudah digunakan dengan meresirkulasinya (daur ulang) melewati suatu filter, sehingga sistem ini lebih hemat dalam pemakaian air. Aplikasi SRA dalam kegiatan budidaya perikanan intensif termasuk ikan hias di DKI Jakarta semakin meningkat dan populer setelah diketahui memiliki beberapa keunggulan komparatif dibandingkan dengan sistem konvensional. Diantara keunggulan komparatifnya adalah penggunaan air yang relatif lebih hemat (dapat digunakan dalam waktu dan volume yang sama), hanya membutuhkan lokasi/tempat yang sempit dan relatif mudah dalam pengoperasiannya.

Disamping beberapa keunggulan komparatif tersebut, sistem resirkulasi akuakultur (SAR) khususnya model sederhana semi tertutup secara teknis adalah : padat tebar (density) stok ikan yang besar sehingga produksi per unitnya juga besar, dan pengelolaan air serta kualitas air yang terkontrol. Resirkulasi air juga dimaksudkan untuk tidak perlu atau sesedikit mungkin menambahkan air sebagai medium tumbuh ikan. Selain terjadi penghematan air, juga risiko virus atau bakteri yang masuk cenderung hilang. Melalui mekanisme resirkulasi ini air selalu diputar, dan peralatannya dilengkapi dengan berbagai proses mekanik.

Ikan hias memiliki daya tarik tersendiri karena mempunyai keunikan seperti keindahan warna, sirip, ekor, serta gerakan yang lemah lembut. Usaha budidaya ikan hias secara komersil biasanya dimulai dari hanya sekedar hobi, kemudian beralih menjadi sebuah bisnis, dan akhirnya berkembang menjadi bisnis besar dengan tingkat perputaran modal tinggi serta memberikan keuntungan yang cukup menggiurkan. Ditinjau dari aspek investasi dan permodalan bisnis ikan hias tidak membutuhkan investasi yang terlalu besar. Lahan yang diperlukan tidak luas, sehingga cocok untuk diusahakan di pekarangan rumah tangga dengan skala usaha kecil.

Namun demi kelancaran usaha hendaknya diperhitungkan beberapa hal yang penting antara lain: kontinuitas ketersediaan benih dan mudah didapat, harga layak, kualitas memenuhi standar yang ditentukan. Setiap usaha pasti mengandung risiko, namun risiko dapat diperkecil dengan manajemen usaha yang baik. Oleh karena itu, diperlukan sumberdaya manusia yang berkualitas.

Seiring dengan kemajuan teknologi di bidang akuakultur, pembudidayaan ikan hias secara konvensional untuk wilayah DKI Jakarta dengan permasalahan utama keterbatasan jumlah air dan kualitasnya sepertinya perlu ditingkatkan dengan sistem resirkulasi. Teknik pemeliharaan ikan hias dengan sistem resirkulasi merupakan intensifikasi budidaya yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan keterbatasan air di DKI Jakarta. Selain itu permasalahan keterbatasan sumberdaya air tersebut, beberapa permasalahan utama dalam budidaya ikan hias yang masih banyak dijumpai antara lain adalah kematian yang tinggi pasca pembenihan, penanganan penyakit ikan dan kualitas air yang buruk.

Aplikasi SRA ini diharapkan dapat mengatasi kendala seperti tersebut di atas. Untuk itu perlu diadakan percobaan atau penelitian yang berkaitan dengan permasalahan kualitas air melalui SRA. Hasil-hasil penelitian dengan aplikasi SRA ini selain diharapkan dapat mendukung upaya pemecahan masalah ketersediaan air berkualitas adalah penelitian tentang teknik pengawetan air.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya dan aplikasi SRA 2 model untuk budidaya pembesaran larva ikan hias mas koki hingga mencapai ukuran "fingerling" (juvenil), disusun rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana Sistem Resirkulasi Akuakultur (SRA) model seri dan paralel menunjukkan hasil yang layak untuk kegiatan budidaya ikan hias?
- b. Seberapa SRA 2 model dalam memicu pertumbuhan larva ikan dilihat dari bobot tubuh dan panjangnya?
- c. Berapa tingkat efisiensi penggunaan air (pengawetan) dalam SRA?

1.3. Tujuan Penelitian

Pelaksanaan penelitian tahap II ini bertujuan untuk :

- a. Mengetahui pertambahan bobot dan panjang tubuh larva ikan hias mas koki yang dipelihara dalam SRA 2 model.
- b. Mengetahui tingkat kelangsungan hidup (SR) larva ikan hias mas koki yang dipelihara dalam SRA 2 model.
- c. Mengetahui tingkat efisiensi (dalam persen) SRA dalam mempertahankan kualitas air yang dipakai selama masa pemeliharaan ikan hias.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

- a. Sebagai informasi dasar tentang laju pertumbuhan dilihat dari bobot dan panjang tubuh larva ikan yang dipelihara dalam SRA 2 model.
- b. Aplikasi model SRA yang dapat dikembangkan pada penelitian ini dapat berguna untuk penelitian berikutnya tentang sistem resirkulasi yang hemat lahan dan hemat air, namun tetap mempertahankan kualitas air.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Resirkulasi Akuakultur

Metabolisme pada tubuh ikan menghasilkan senyawa sekresi yang dapat bersifat toksik bagi kehidupannya. Selain itu, sisa-sisa pakan yang membusuk juga akan mengakumulasi senyawa toksik tersebut, misalnya amonia. Pada kondisi iklim tropis, proses metabolisme dan pembusukan sisa-sisa pakan ini berlangsung sangat cepat akibat suhu lingkungan yang cukup tinggi. Penanganan sisa-sisa metabolisme sangat penting pada penanganan ikan hidup, khususnya pada tahap larva. Untuk menjaga dan mempertahankan larva ikan tetap hidup dan sehat, perlu dilakukan perlakuan alternatif yang dapat mengurangi stres pada larva ikan yang mengakibatkan pertumbuhannya menjadi terhambat. Salah satu pilihan yang cukup ekonomis dan tepat dalam upaya mempertahankan kelangsungan hidup larva ikan adalah pengadaan pasokan air yang bermutu baik dan berkesinambungan, sekaligus menggantikan air pada bak penampung yang sudah tidak baik mutunya. Air bak yang sudah tidak baik mutunya disaring menggunakan filter. Cara ini dikenal dengan sistem resirkulasi akuakultur (SRA). Berbagai perlakuan dapat diterapkan pada SRA, salah satu di antaranya adalah filter biologis.

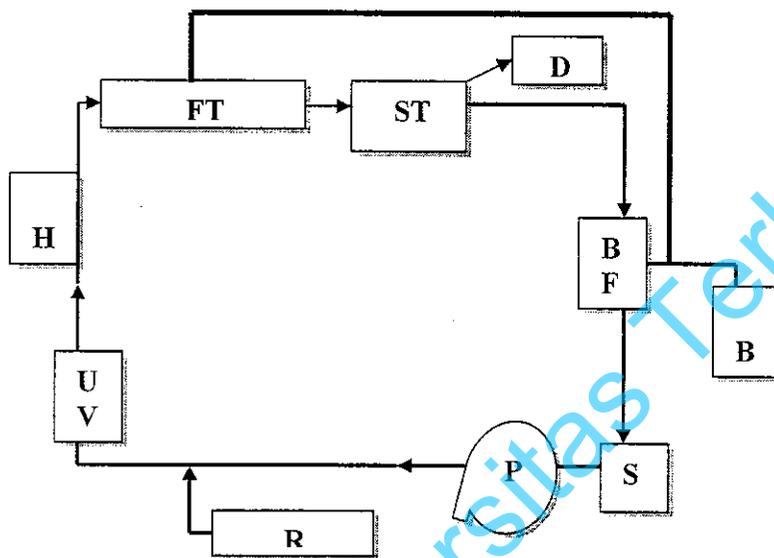
Secara historis aplikasi SRA dikarenakan budidaya perikanan konvensional membutuhkan air yang berkualitas bagus dalam jumlah yang besar. Penurunan sumber-sumber air yang ideal untuk kegiatan budidaya perikanan menyebabkan berkembangnya penggunaan teknologi resirkulasi yang lebih hemat air. Meskipun teknologi resirkulasi pada umumnya memerlukan biaya yang besar, namun karena potensi keuntungan yang dihasilkannya tinggi menyebabkan teknologi resirkulasi ini semakin diminati. Keberhasilan sistem resirkulasi secara ekonomi dapat dicapai dengan masukan energi minimal untuk menjalankan sistem operasional serta sistem pemurnian air yang baik dan murah (Kugelman dan Van Gorder, 1991 dalam Lawson, 1995). Sistem ini secara praktis telah banyak digunakan dalam kegiatan akuakultur skala komersial mulai dari pembenihan, pendederan dan pembesaran ikan di berbagai negara seperti, Taiwan, Jepang, Korea Selatan, Philipina dan negara-negara Eropa, Australia dan Amerika, namun masih sangat jarang di Indonesia.

SRA pada umumnya ditujukan untuk budidaya perikanan skala intensif dengan tingkat kepadatan yang tinggi. Sebelum masuk dalam SRA, air menjalani beberapa proses *treatment* terlebih dahulu. Prinsip utama *treatment* air untuk resirkulasi adalah *screening*, pengendapan (*sedimentation*), penyaringan, filter biologis, aerasi, dan desinfeksi.

SRA merupakan suatu sistem pengelolaan air dalam suatu wadah tertentu pada kegiatan akuakultur. Sistem ini merupakan jenis sistem tertutup, dimana air yang telah digunakan dalam wadah budidaya akan digunakan kembali (*recirculated*) setelah diolah dengan satu atau beberapa perlakuan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas airnya seperti semula saat pertamakali digunakan. Untuk memahami SRA, Hart dan O'Sullivan (1993) menyatakan bahwa tidak hanya dibutuhkan sekedar latar belakang teori-teori tentang desain sistem filtrasi (penyaringan) air saja, melainkan juga pengetahuan tentang pengelolaan kualitas air yang dibutuhkan oleh organisme perairan secara umum.

Penggunaan sistem resirkulasi sederhana yang umum kita lihat adalah pada akuarium pemeliharaan ikan hias di rumah-rumah. Pada awal perkembangan sejarahnya, sistem ini banyak digunakan untuk penanganan dan penyimpanan species-species dari alam seperti abalon, lobster karang dan ikan. Namun seiring dengan meningkatnya arti penting SRA dalam akuakultur, penggunaannya semakin meluas untuk mengkultur ikan dengan tingkat kepadatan yang tinggi. Hal ini ditandai dengan meningkatnya penggunaan dan inovasi peralatan filtrasi yang digunakan pada sistem resirkulasi modular pada skala industri akuakultur komersil untuk memproduksi beberapa spesies seperti *eels*, *catfish* dan *carp*, *silver perch*, serta *baramundi* di Australia (Hart dan O'Sullivan, 1993).

SRA umumnya terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu : bak pemeliharaan, filter mekanik atau bak pengendapan, filter biologis (biofilter), pompa, dan penampungan air (*reservoir*) (Gambar 1).



Gambar 1

Skema sitem resirkulasi pada umumnya
(Sumber Hart dan O'Sullivan, 1993)

Keterangan gambar :

- B = Blower
- BF = Filter biologi
- D = Generator
- S = Sump
- P = Pompa
- R = Reservoir
- UV = Ultra Violet
- H = Heater(pengatur panas)
- FT = Filter Tank
- ST = Settlement tank

Komponen umum lainnya yang digunakan dalam sistem resirkulasi, seperti pemanas (*heater*), sinar Ultra Violet (UV), dan ozone generator. Setiap komponen ini berperan penting dalam sistem resirkulasi walaupun ada beberapa sistem resirkulasi yang dirancang tanpa menggunakan satu atau lebih komponen tersebut.

2.2. Budidaya Ikan Hias Mas Koki (*Carassius auratus*, Lin)

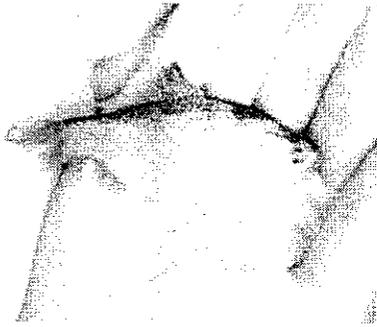
Mas Koki atau *Carassius auratus* merupakan family dari ikan-ikan Cyprinid, seperti koi, mas, barbir, koan dan lain-lain. Species ini dapat tumbuh mencapai panjang maksimum 23 inchi atau 59 cm, dan berat maksimum 9,9 pon atau 4,5 kg. Namun secara umum pertumbuhan individu ikan mas koki jauh dibawah ukuran tersebut. Secara alamiah, dalam kondisi optimalnya ikan mas koki dapat mencapai umur 20 tahun (rekor dunia mencatat sampai 49 tahun), namun pada umumnya hanya mencapai 6 - 8 tahun.

Ikan mas koki dapat tumbuh dengan baik dan produktif pada lingkungan yang hangat, yaitu antara 23 - 30°C. Perubahan suhu yang mendadak akan mempengaruhi kehidupannya, khususnya pada telur dan larva. Kebutuhan oksigen ikan mas koki bergantung pada suhu lingkungan tempat hidupnya. Sumber oksigen ikan mas koki yang dipelihara dalam akuarium umumnya berasal dari aerator, fotosintesis tanaman air atau difusi oksigen sebagaimana pada kolam air deras. Melihat kebutuhannya akan cahaya, ikan mas koki membutuhkan pancaran cahaya yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 4 - 6 jam sehari.

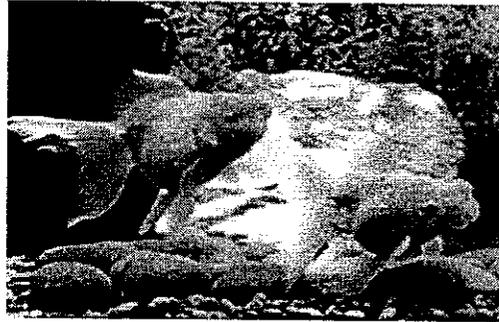
Ikan mas koki dalam dunia perikanan umum dikenal dengan sebutan *goldenfish* atau *goldfish*. Ikan yang diduga berasal dari daratan china ini dianggap dapat memberikan keberuntungan atau berkah bagi yang memliharanya. Karenanya di China ikan ini disebut dengan *chin-yii* yang artinya ikan berwarna emas pembawa keberuntungan.. Adapun klasifikasi ikan mas koki adalah sebagai berikut:

Kingdom:	Animalia
Filum:	Chordata
Klas:	Actinopterygii
Ordo:	<u>Cypriniformes</u>
Famili:	<u>Cyprinidae</u>
Genus:	<u>Carassius</u>
Species:	<u><i>C. auratus</i></u>

Jenis ikan mas koki kini semakin beragam dan masing-masing memiliki keunikan tersendiri, baik bentuk tubuh, warna dan pola sisiknya. Beberapa jenis ikan mas koki yang dikenal secara umum adalah: Black Moor, Bubble Eye, Celestial Eye, Comet, Fantail, Lionhead, Oranda, Pearlscale, Pompom, Ryukin, Tosakin, Mutiara, Rancu, calico dan lain-lain (Gambar 3).



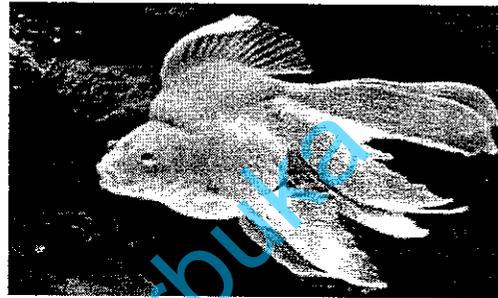
Common goldfish



Pompano



Black moor



Red ryukin



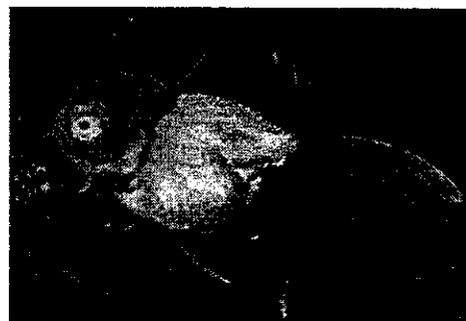
Tri-colour



Panda



Red-cap



Lion head

Gambar 3
Beberapa jenis ikan mas koki (*Carassius auratus*) yang umum dikenal

Ikan hias Mas Koki (*C. auratus*, Lin) merupakan salah satu komoditas perikanan yang potensial sebagai penambah devisa negara dari sektor non migas. Ikan ini memiliki daya tarik tersendiri karena mempunyai keunikan seperti keindahan warna, sirip, ekor, serta gerakan yang lemah lembut. Para penggemar jenis ini biasanya memulai dari hobi, kemudian beralih menjadi sebuah bisnis, dan akhirnya berkembang menjadi bisnis besar dengan tingkat perputaran modal tinggi serta memberikan keuntungan yang cukup menggiurkan. Ditinjau dari aspek investasi dan permodalan bisnis ikan hias tidak membutuhkan investasi yang terlalu besar. Lahan yang diperlukan tidak luas, sehingga cocok untuk diusahakan di pekarangan rumah tangga dengan skala usaha kecil.

Pada tahun 1997, produksi ikan hias di Jakarta hanya dapat memenuhi 20% dari kebutuhan ekspor sebesar 60 juta ekor per bulan. Permintaan pasar domestik khususnya DKI Jakarta juga terus meningkat sejalan dengan peningkatan penduduk. Dalam perkembangan agribisnis ikan hias di DKI Jakarta kendala dan masalah yang di hadapi adalah keterbatasan lahan yang dari tahun ke tahun semakin berkurang. Kondisi tersebut mengakibatkan kegiatan budidaya ikan hias bergerak ke arah penggunaan yang hemat lahan dan hemat air. Lahan budidaya ikan hias di DKI Jakarta terbatas (100-300 m²) dan merupakan lahan pekarangan. Sedangkan media pemeliharaan ikan hias umumnya dari air sumur dan air yang berasal dari PDAM.

Keterbatasan sumber air tersebut menyebabkan pembudidaya hanya memelihara jenis ikan hias tertentu saja seperti cupang dan ikan kecil lainnya (*black molly*, *tetra*, *platys*), yang lebih tahan terhadap kualitas air yang kurang baik. Kualitas air untuk budidaya ikan hias umumnya cukup memenuhi syarat bagi kehidupan ikan, walaupun jenis cupang dapat bertahan hidup pada kadar oksigennya dibawah 3 ppm.

Budidaya ikan Mas Koki mempunyai prospek yang sangat baik karena dapat menambah pendapatan dan meningkatkan taraf hidup pembudidaya ikan. Permintaan akan ikan hias terus meningkat dari tahun ke tahun (ikan hias air tawar), sehingga sudah seharusnya diperlukan dukungan melalui pengembangan teknologi dan sentra-sentra produksi ikan hias di DKI Jakarta. Daerah di DKI Jakarta yang dapat dikembangkan dan berpotensi sebagai sentra-sentra ikan hias adalah Jakarta Selatan dan Jakarta Timur. Namun untuk ketancaran usaha hendaknya diperhitungkan beberapa hal yang penting antara lain: kontinuitas ketersediaan benih dan mudah didapat, harga layak, kualitas memenuhi standar yang ditentukan. Salah satu aspek teknis yang dapat diharapkan untuk memenuhi kriteria tersebut adalah aplikasi SRA dalam pemeliharaan benih ikan Mas Koki.

a. Kebutuhan Sarana Dan Prasarana

Sarana dan bahan yang diperlukan untuk budidaya (produksi) ikan Mas Koki (*Carrasius auratus*) adalah sebagai berikut:

1. Wadah pemeliharaan dan perlengkapan

- a. Akuarium ukuran (90 x 50 x 40) cm sebagai tempat pemeliharaan induk dan sekaligus tempat pemijahan dilengkapi dengan substrat untuk telur

- b. Akuarium ukuran (60 x 40 x 40) cm sebagai tempat penetasan telur.
- c. Instalasi aerasi berupa blower, selang aerasi dan batu aerasi.
- d. Peralatan lain seperti selang untuk mengganti air, *scoope net* dan alat-alat pembersih akuarium.

2. Teknik Pembuatan Akuarium

Akuarium umum digunakan sebagai wadah untuk pemeliharaan dan proses pemijahan dalam kegiatan budidaya ikan hias. Berbagai tipe dan ukuran akuarium yang dipergunakan untuk wadah pemeliharaan ikan tersebut bergantung pada aspek teknis dan keperluannya, seperti ketersediaan sumber air dan lahan. Adapun teknik atau cara pembuatan sebuah akuarium secara umum terdiri dari 8 langkah seperti diilustrasikan pada gambar 4 berikut ini :

Langkah 1.

Potong lembaran kaca sesuai dengan keinginan. Gosok tepi-tepi potongan kaca tersebut dengan batu asahan atau gurinda untuk menghaluskan pinggiran kaca yang tajam.

Langkah 2.

Susun kaca seperti pada gambar, selanjutnya permukaan kaca tersebut (terutama bidang permukaan yang akan direkat/dilem) dibersihkan dari kotoran dengan larutan pembersih seperti acetone.

Langkah 3.

Tempelkan lem kaca (silicon) pada bidang pertemuan potongan kaca yang akan direkatkan.

Langkah 4.

Apabila lem sudah terpasang dengan baik (lihat gambar), kaca bagian sisi kecil bisa mulai dipasang (langkah 5 dan 6).

Langkah 5 dan 6.

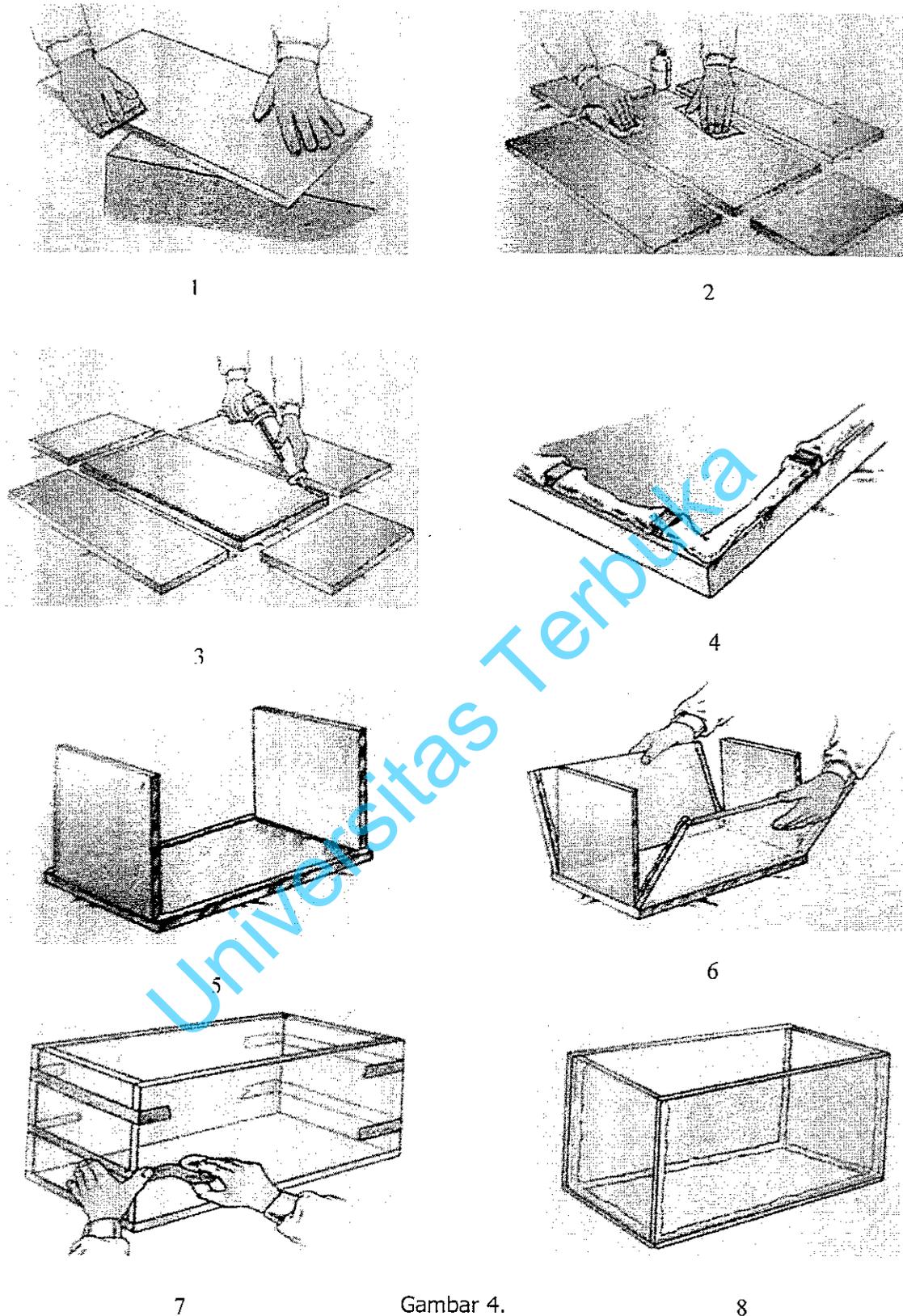
Kedua sisi lainnya selanjutnya bisa dipasang, dimulai dari sisi lebar kemudian pada sisi panjang akuarium.

Langkah 7.

Setelah semua kaca menempel, jaga posisi mereka dengan menggunakan "lak band". Biarkan dalam kondisi demikian hingga lem mengering.

Langkah 8.

Tambahkan lem pada setiap sisi bagian dalam akuarium untuk mencegah adanya kebocoran (rembesan air) sebagai akibat tidak meratanya lem.



Gambar 4.
Langkah-langkah pembuatan akuarium
(Sumber: www.O-Fish.com, ilustrator Teton, J (1994))

3. Pakan

Adapun jenis-jenis pakan alami yang umum digunakan dalam kegiatan budidaya ikan hias adalah :

- a. Cacing darah atau 'Blood worm' yang digunakan sebagai pakan induk.
- b. Cacing rambut yang digunakan sebagai pakan ikan mulai umur \pm 2 minggu sampai dewasa.
- c. *Daphnia*, yang digunakan untuk pakan larva.

b. Kegiatan Operasional Pembenihan

Kegiatan operasional pembenihan meliputi pemeliharaan induk dan calon induk, pemijahan serta perawatan larva.

1. Pemeliharaan Induk

Perbedaan jantan dan betina ikan dewasa terutama dapat dilihat dari panjang dagunya (jarak antara ujung mulut dengan tutup insang). Pada ikan jantan, dagunya relatif lebih panjang dibandingkan dengan ikan betina. Ikan jantan relatif lebih langsing dibandingkan dengan ikan betina yang mempunyai bentuk perut yang gendut. Pada induk jantan dewasa, terdapat cairan putih (sperma) apabila diurut bagian perutnya. Induk Mas Koki dapat matang telur setelah berumur sekitar satu tahun dengan panjang \pm 15 cm.

Induk betina dan jantan dipelihara dalam satu wadah berupa akuarium berukuran (80x40x50) cm, yang dilengkapi dengan instalasi aerasi dengan pakan berupa 'Blood Warm' yang diberikan dengan frekuensi 3 kali/hari secara (*ad libitum*). Pergantian air harus dilakukan setiap hari untuk membuang kotoran-kotoran yang terdapat di dasar akuarium dan menjaga kualitas media pemeliharaan.

2. Pemijahan

Pemijahan dilakukan secara masal di dalam akuarium yang sekaligus sebagai tempat pemeliharaan induk. Perbandingan induk betina dan jantan adalah 2 : 1. Pada wadah pemijahan tersebut, ditempatkan baki plastik berukuran (30x20x7) cm yang diisi dengan batu sebagai tempat penempelan telur dan pada bagian tengah baki ditutup dengan baki berlubang (20x15x10) cm untuk melindungi telur dari pemangsaannya sendiri. Untuk akuarium ukuran (90x 50x40) cm dapat dipelihara 10 ekor induk betina dan paling sedikit 5 ekor jantan.

Lingkungan tempat pemeliharaan dan pemijahan ikan Mas Koki biasanya dibuat relatif gelap, dan ikan ini memijah pada malam hari. Menjelang terbit matahari, tempat penempelan telur berupa baki harus segera diambil dan dipindahkan ke tempat penetasan, untuk menghindari pemangsaannya telur tersebut oleh induknya.

3. Penetasan telur dan perawatan larva

Penetasan telur dilakukan di akuarium, dan akan menetas pada hari ketiga. Makanan berupa naupli *Daphnia* mulai diberikan pada hari ke-10 setelah penetasan dan selanjutnya diberi cacing rambut secara *ad-libitum*.

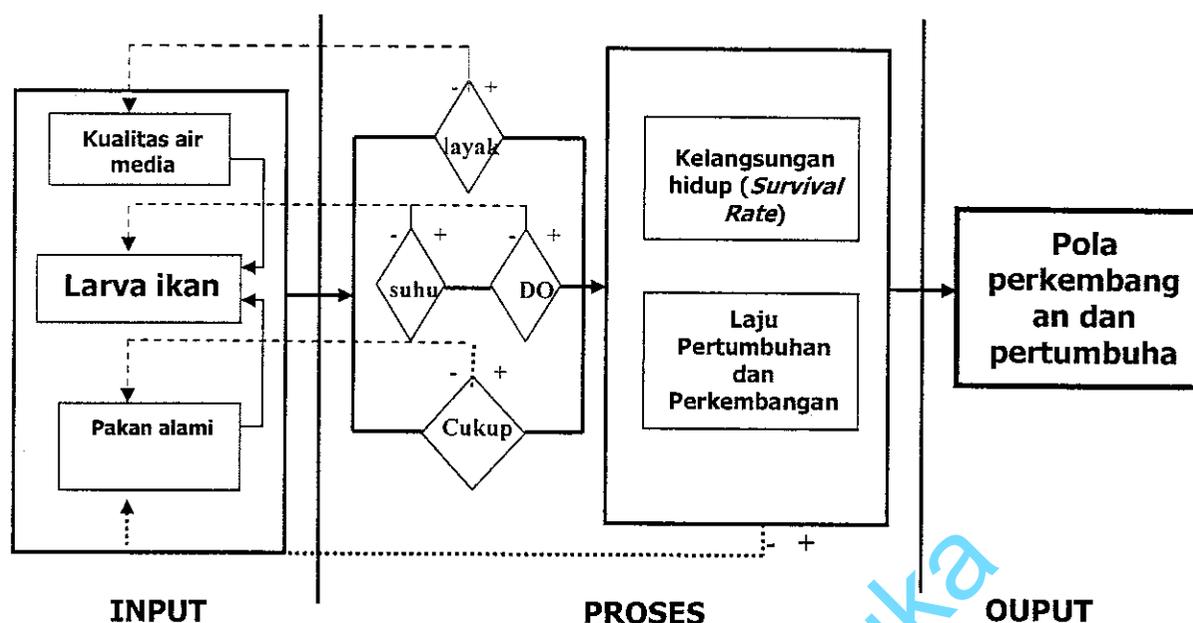
d. Pendederan dan Pembesaran

Kegiatan pendederan dilakukan setelah larva dapat memakan cacing rambut, yaitu \pm berumur 2 minggu, sampai ikan mencapai ukuran \pm 1 inchi dengan lama pemeliharaan 1 - 15 bulan sedangkan kegiatan pembesaran ikan Mas Koki dilakukan untuk mencapai ukuran komersial, yaitu 2-3 inchi. Wadah yang digunakan dapat berupa akuarium atau bak dengan padat tebar 2 - 5 ekor / l. Pakan yang diberikan selama pemeliharaan adalah cacing rambut secara ad libitum. Ikan Mas Koki dengan ukuran 2 inchi dapat dicapai dalam waktu dua bulan. Sedangkan ukuran 3 inchi dapat dicapai dengan menambah waktu pemeliharaan selama tiga minggu. Penyiphonan untuk membuang kotoran harus dilakukan setiap hari agar kualitas media tetap terjaga.

2.3. Kerangka Pemikiran

Beberapa permasalahan utama ikan hias di DKI Jakarta antara lain kematian yang tinggi pasca pembenihan, penanganan penyakit ikan dan kualitas air. Disamping itu, lahan dan sumber air untuk budidaya ikan hias di DKI Jakarta terbatas dan merupakan lahan pekarangan dengan media pemeliharaan ikan hias umumnya berasal dari air sumur dan air PDAM. Terbatasnya lahan dan sumber air tersebut menyebabkan petani memelihara jenis ikan hias tertentu (cupang dan ikan kecil lainnya), yang tahan terhadap kualitas air yang kurang baik, namun memiliki nilai ekonomis yang rendah.

Permasalahan yang dapat diidentifikasi pada budidaya ikan dengan SRA secara umum adalah : efisiensi penggunaan (pengawetan) air dalam wadah, menjaga kualitas air terhadap pola perkembangan dan pertumbuhan larva ikan. Hal ini dapat dijelaskan bahwa, bila dukungan media kultur (kualitas air) tidak layak, maka kelangsungan hidup (sintasan) larva ikan menjadi rendah. Sejalan dengan kondisi tersebut, pertumbuhan dan perkembangannya terhambat. Hal ini dimungkinkan karena kondisi lingkungan yang tidak sesuai dengan kemampuan fisiologis pada perkembangan larva. Di samping itu, tahapan perkembangan dan pertumbuhan larva ikan diketahui dari seberapa tepat manajemen pakan alami yang diberikan. Permasalahan di atas dapat diilustrasikan pada diagram alir berikut ini (Gambar 5).



Gambar 4.

Diagram alir kerangka pemikiran pada budidaya ikan dengan SRA.

Keterangan gambar :

- Garis \dashrightarrow : kembali ke perbaikan perlakuan awal
 Garis \longrightarrow : lanjut ke perlakuan berikutnya

Untuk memecahkan permasalahan tersebut, pendekatan yang akan ditempuh adalah mengkaji kaitan antara input, proses (pengaruh perlakuan) terhadap output yang diinginkan, yaitu pola pertumbuhan dan perkembangan larva yang optimum. Kajian diarahkan pada teori yang ada serta laporan hasil dari beberapa penelitian sebelumnya. Selanjutnya dikembangkan melalui rumusan kerangka pemikiran sebagai berikut :

- Larva ikan memiliki pola perkembangan dan pertumbuhan semenjak ditetaskan hingga sampai ukuran *fingerling* (*juvenile*).
- Ukuran dan lama waktu untuk pertumbuhan dan perkembangannya bergantung kepada kondisi media kultur dalam hal ini adalah kualitas air serta sumber pakan yang meliputi jenis, jumlah dan kualitasnya (Rippingale & Payne 2001).
- Pada tahapan awal kultur, keberhasilan perkembangan larva hingga ukuran *fingerling* dan pertumbuhan mencapai dewasa akan sangat ditentukan oleh kualitas telur yang dihasilkan dari induk (Rippingale & Payne 2001).

Hal ini berarti bahwa pola perkembangan dan pertumbuhan larva ikan sangat dipengaruhi oleh kondisi media kultur (kualitas air), volume air dan ketersediaan pakan yang sesuai cukup. Berdasarkan pola pengaturan kualitas air SRA dan penggunaan *input* (pakan) pada kultur larva, pengamatan akan dilakukan terhadap dua proses produksi (struktur perkembangan), yaitu :

1. Persentase sintasan (tingkat kelangsungan hidup) larva, dan
2. Perkembangan dan pertumbuhan larva yang diukur dari bobot dan penambahan panjangnya.

Beberapa faktor penentu yang digunakan untuk mengendalikan *output* pada penelitian ini adalah : Larva ikan Mas Koki (*Carrasius auratus*, Lin), pengaturan kualitas media kultur, dan konsentrasi pemberian pakan (*Daphnia*) yang cukup sesuai perkembangan larva, dan dari kerangka teori yang dikembangkan. Dari pendekatan tersebut diharapkan dapat diungkap pola perkembangan dan pertumbuhan larva pada kondisi kultur dengan aplikasi SRA.

2.4. Hipotesis

Berdasarkan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, tinjauan pustaka dan kerangka berpikir, maka dirumuskan hipotesis penelitian Tahap 1 sebagai berikut:

Berdasarkan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, tinjauan pustaka dan kerangka berpikir, maka dirumuskan hipotesis penelitian Tahap 1 sebagai berikut:

1. Aplikasi desain dan konstruksi SRA model 1 (serial model) dan SRA model 2 (paralel model) berjalan memiliki kemampuan yang sama dalam mempertahankan tingkat kelangsungan hidup larva ikan dan pertumbuhan (bobot dan panjang tubuh).
2. Paling tidak aplikasi SRA model 1 atau 2 mampu mempertahankan tingkat kelangsungan hidup larva ikan dan pertumbuhan (bobot dan panjang tubuh) selama masa pemeliharaannya.

3. Metode Penelitian

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara bertahap di Laboratorium Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Terbuka, Gedung Fakultas II lantai 4. Kegiatan penelitian tahap I dilakukan selama 2 (dua) bulan, yaitu mulai Juni - Juli 2007. Sedangkan Penelitian Tahap II, dilaksanakan selama 1 (satu) bulan, yaitu mulai tanggal 27 November 2007 - 27 Desember 2007.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: larva ikan Mas Koki berukuran rata-rata 1,5 cm, pakan buatan pabrik ukuran larva, pakan alami (cacing chironomus beku). Adapun peralatan yang digunakan adalah: akuarium, timbangan elektronik, pH meter, DO meter, tabung titrasi, jaring berukuran, galon/ jerigen kapasitas 20 - 25 l air, kapas, aerator, *submersible aquarium pump*, pemanas (*heater*), *blower*, dan slang akuarium.

3.3. Desain Rancangan Penelitian

Penelitian dirancang melalui metode penelitian laboratorium ('experimental laboratory') dan didesain dengan menggunakan rancangan percobaan "RAK" Rancangan Acak Kelompok (Mattjik & Sumertajaya 2000).

Pada tahap II, pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mengikuti prosedur sebagai berikut ini:

- a. Penelitian didesain dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan dua kelompok, yaitu : SRA sistem SERI dan SRA sistem paralel. Dimana SRA SERI dan SRA PARALEL terdiri dari 5 buah akuarium yang disusun secara serial dan paralel.
- b. Pembuatan 10 unit percobaan berdasarkan pola perlakuan yang diberikan dan variabel yang diamati.
- c. Unit percobaan berupa akuarium yang masing-masing diisi hewan uji berupa larva ikan mas koki sebanyak 200 ekor pada tiap akuarium.
- d. Mengamati dan mengukur respon perkembangan dan pertumbuhan larva dilihat dari pertambahan panjang dan bobot setiap 5 kali sehari dan kelangsungan hidup berdasarkan variabel yang telah ditetapkan sebelumnya.

3.4. Metode Penelitian

A. Penyediaan bahan dan peralatan

Kegiatan ini meliputi pembuatan akuarium, desain dan konstruksi SRA, serta aplikasinya. Wadah kultur yang digunakan berupa 10 buah akuarium untuk wadah pembesaran larva ikan.

Media kultur diperoleh dari sumber air laboratorium (air tanah, PDAM). Air ditampung dalam galon dengan kapasitas 20 - 25 liter dan dibiarkan selama 48 jam kemudian disimpan

dalam ruangan tanpa cahaya. Hal ini dimaksud untuk menghentikan laju proses fotosintesis di dalamnya. Air tersebut selanjutnya disaring (filtrasi) dan kemudian dijadikan sebagai media kultur untuk mikroalga dan hewan uji.

B. Persiapan Hewan Uji (Ikan Mas Koki Mutiara)

1. Hewan uji berupa ikan mas koki yang diambil (dibeli) dari petemak ikan hias di wilayah Pasar Rebo Jakarta Timur sebanyak 2000 ekor.
2. Larva diaklimatisasi sebelum di tebar dalam akuarium.
3. Larva ikan mas koki tersebut kemudian dipisahkan dan dimasukkan ke dalam unit-unit percobaan berupa akuarium masing-masing berjumlah 200 ekor.
4. Aklimatisasi larva ikan mas koki pada suhu $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$, dan diberi pakan (buatan dan alami) pada 2 kali dalam sehari, yaitu pada pagi (alami) hari dan sore hari (buatan).
5. Untuk meminimalkan fluktuasi suhu, maka wadah diberi pemanas ('heater') dengan pengatur suhu dan pompa air akuarium ('submersible aquarium pump').

C. Variabel dan Pengukuran

Pada penelitian ini larva ikan mas koki dikultur dengan menggunakan SRA dalam kondisi laboratorium dan pengamatan diarahkan pada pola pertumbuhan dan perkembangannya. Adapun variabel yang diamati dan diukur antara lain adalah :

1. Panjang tubuh

Panjang tubuh yang diukur dalam penelitian ini adalah panjang tubuh total (PTT). PTT pada larva ikan mas koki adalah panjang dalam cm yang dimulai dari ujung kepala hingga ujung ekor. Pengukuran PTT dilakukan untuk mengetahui panjang rata-rata yang dimiliki oleh larva ikan mas koki betina setelah mulai makan pertama kalinya. Adapun pengamatan terhadap variabel ini dilakukan setiap hari sampai larva berukuran juvenil (30 hari).

2. Bobot tubuh

Bobot tubuh (BT) adalah berat tubuh larva ikan mas koki dalam gram. Pengamatan dan pengukuran terhadap BT larva tersebut dilakukan setiap hari yang dimulai pada saat setelah mulai makan pertama kalinya.

3. Tingkat Kelangsungan Hidup

- a. Tingkat kelangsungan hidup larva diukur berdasarkan banyaknya larva ikan yang mati (mortalitas). Pengamatan dan pengukuran mortalitasnya dilakukan setiap hari dengan perhitungan akumulasinya setiap 5 hari sekali.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan terhadap variabel yang diamati dimulai saat larva ditaruh dalam akuarium sampai mencapai ukuran juvenil/ *fingerling* (umur 1 bulan). Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan terhadap variabel yang diamati adalah sebagai berikut :

- a. Data tentang panjang tubuh total (PTT) larva dalam penelitian ini dilakukan setiap 5 hari. Adapun larva diambil secara random dengan menggunakan *scoop net* (jaring skop) sebanyak 5 ekor, diukur dengan menggunakan penggaris dan dinyatakan dalam satuan cm. Kemudian dari jumlah PTT 5 ekor larva dirata-ratakan, hasilnya lah yang selanjutnya dibuatkan datanya. Pengambilan data PTT larva dihentikan ketika larva sudah berukuran juvenil.
- b. Data tentang bobot tubuh (BT) larva dilakukan setiap 5 hari. Larva diambil secara random dengan menggunakan jaring skop sebanyak 5 ekor, diukur dengan menggunakan timbangan elektronik dan dinyatakan dalam satuan gram. Kemudian jumlah BT larva dirata-ratakan, dan hasil rata-rata tersebut yang diambil sebagai datanya. Pengambilan data BT larva dihentikan ketika larva sudah berukuran juvenile.
- c. Data tentang tingkat kelangsungan hidup dilakukan setiap hari dengan akumulasi perhitungan kematian larva setiap 5 hari.

E. Pengendalian dan Pengelolaan

Sebelum digunakan, medium kultur terlebih dahulu diaerasi minimal selama 24 jam. Hal ini dimaksud untuk mengeluarkan gas-gas yang mungkin masih terikat dalam volume air. Temperatur pada penelitian ini dipertahankan dengan mesin AC untuk suhu larva $28 \pm 1^\circ\text{C}$ dengan menggunakan pemanas ('heater') yang dilengkapi dengan sensor pengatur suhu. Untuk mempertahankan kelarutan oksigen (DO) pada media kultur diberi aerasi.

F. Analisis Data

Data hasil pengamatan diolah dengan menggunakan analisis sidik ragam (Steel & Torrie 1980). Jika pola pertumbuhan dan perkembangan ikan mas koki menunjukkan adanya interaksi antara perbedaan antarperlakuan (SRA seri dan SRA paralel) terdapat perbedaan yang nyata, akan dilanjutkan dengan uji wilayah berganda Duncan yang dimaksud untuk melihat perbandingan pasangan-pasangan nilai tengah perlakuan dengan mempertimbangkan jumlah perlakuan yang terlibat dalam susunan terurut nilai tengah dari seluruh perlakuan yang diberikan.

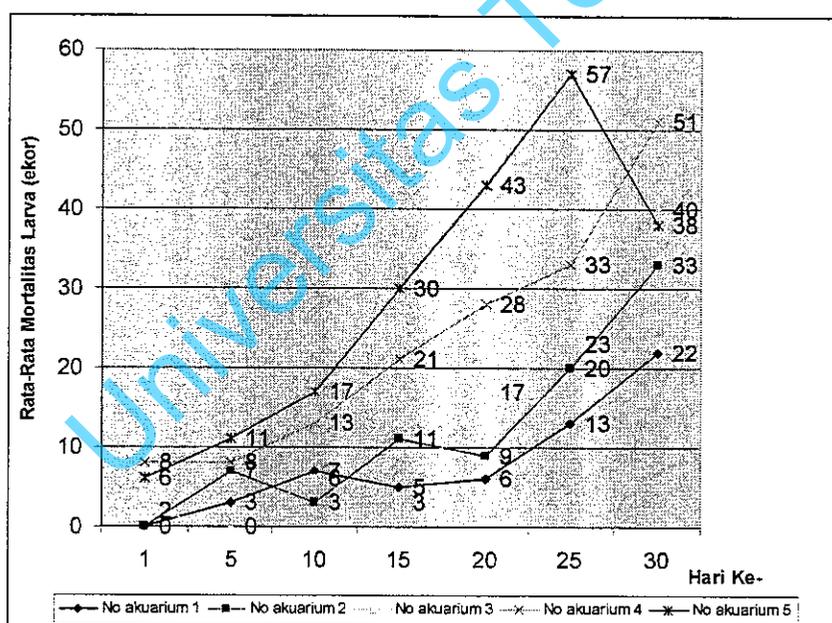
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tingkat Kematian (Mortalitas)

a. SRA Model Seri

Hari ke-	No. Akuarium				
	1	2	3	4	5
1	0	0	2	8	6
5	3	7	0	8	11
10	7	3	6	13	17
15	5	11	3	21	30
20	6	9	17	28	43
25	13	20	23	33	33
30	22	33	40	51	27
Jumlah	56	83	91	162	167

Dari tabel tampak bahwa tingkat kematian larva pada secara keseluruhan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 menunjukkan adanya peningkatan (lihat grafik gambar berikut). Hal ini diduga bahwa tingkat kematian larva yang meningkat selama masa pemeliharaan terjadi penurunan kualitas air didalam wadah kultur. Artinya, makin bertambah masa pemeliharaan makin meningkat jumlah kematian yang terjadi pada larva.



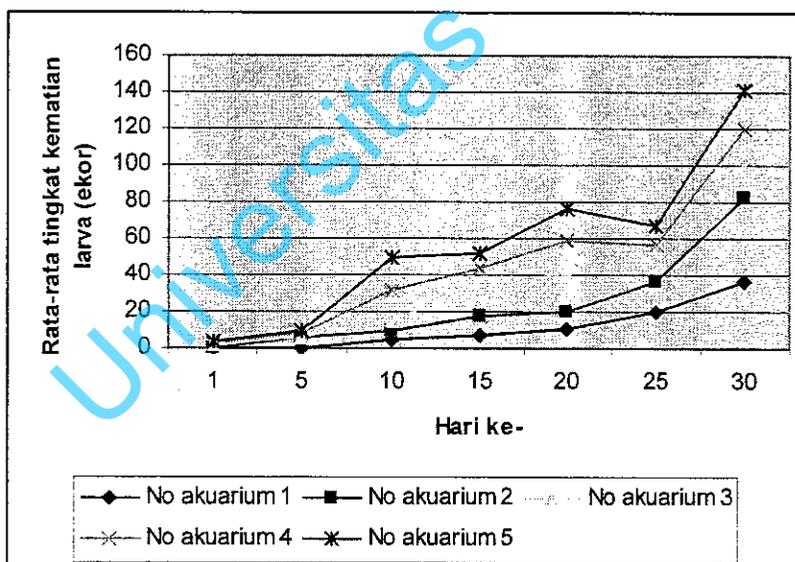
Dari data pada tabel tampak bahwa tingkat kematian larva (akuarium 1 - 5) berkisar antara 56 - 167, dimana tingkat kematian larva terendah (56 ekor) terjadi pada akuarium ke-1, sedang yang tertinggi pada akuarium ke-5 (167). Hal ini bisa diduga karena sistem SRA yang merupakan model seri dimana setiap akuarium saling mempengaruhi antar satu akuarium dengan yang lainnya. Artinya, akuarium ke-1

lebih baik kualitas airnya dibanding akuarium ke-2, ke-3, ke-4, dan akuarium ke-5. Akumulasi buangan sisa metabolisme terjadi pada akuarium ke-5 sehingga bisa diduga bahwa tingkat kematian yang tinggi

b. SRA Model Paralel

Hari ke-	No. Akuarium				
	1	2	3	4	5
1	0	0	2	0	1
5	0	6	0	2	2
10	5	4	6	7	17
15	7	11	16	7	9
20	11	9	21	11	18
25	20	17	10	24	10
30	37	45	17	44	21
Jumlah	80	92	72	95	78

Dari tabel tambak bahwa tingkat kematian larva pada secara keseluruhan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 menunjukkan adanya fluktuasi (lihat grafik gambar berikut). Hal ini diduga bahwa fluktuasi tingkat kematian larva selama masa pemeliharaan terjadi akibat penurunan kualitas air didalam wadah kultur. Artinya, makin bertambah masa pemeliharaan makin meningkat jumlah kematian yang terjadi pada larva.



Dari data pada tabel tampak bahwa tingkat kematian larva (akuarium 1 - 5) berkisar antara 72 - 95, dimana tingkat kematian larva terendah (72 ekor) terjadi pada akuarium ke-1, sedang yang tertinggi pada akuarium ke-5 (95). Terjadinya fluktuasi (ketidaksamaan tingkat kematian) ini bisa diduga karena sistem SRA yang merupakan model paralel dimana setiap akuarium tidak saling mempengaruhi antar satu akuarium dengan yang lainnya. Artinya, akuarium ke-1 tidak lebih baik kualitas airnya dibanding akuarium ke-2, ke-3, ke-4, dan akuarium ke-5. Akumulasi buangan

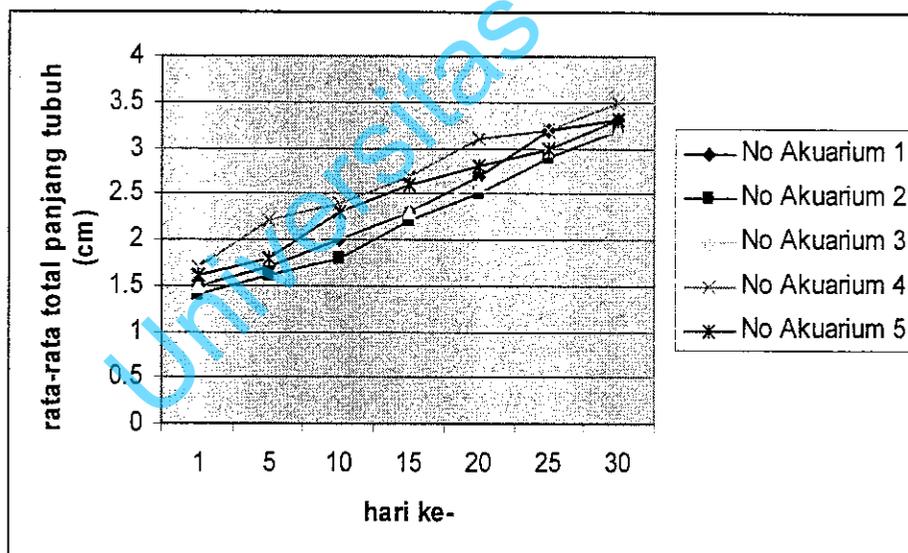
sisanya metabolisme terjadi pada akuarium itu sendiri bisa diduga bahwa tingkat kematian yang tinggi

2. Rata-Rata Total Panjang Tubuh Larva Ikan Mas Koki (cm)

a. SRA Model Seri

Hari ke-	No. Akuarium				
	1	2	3	4	5
1	1.5	1.4	1.5	1.7	1.6
5	1.7	1.6	1.8	2.2	1.8
10	2.0	1.8	2.1	2.4	2.3
15	2.3	2.2	2.3	2.7	2.6
20	2.7	2.5	2.6	3.1	2.8
25	3.2	2.9	3.0	3.2	3.0
30	3.3	3.2	3.2	3.5	3.3

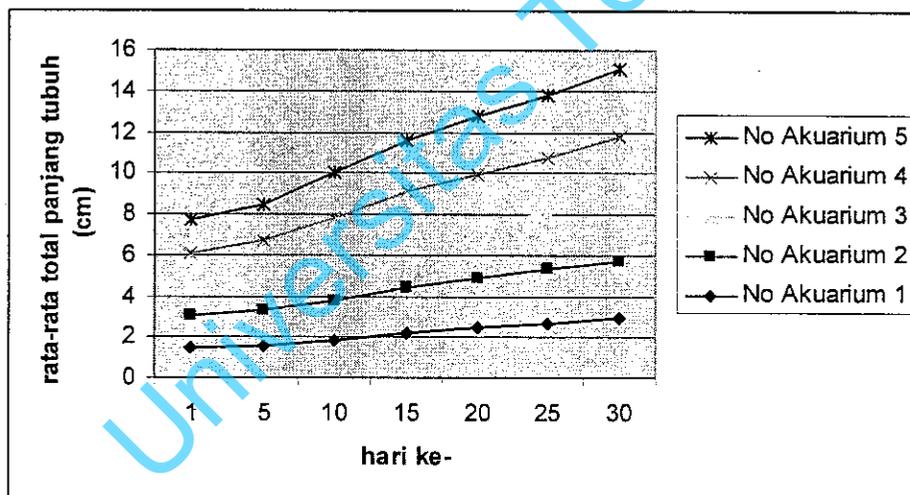
Dari tabel tambak bahwa panjang tubuh total (PTT) larva secara keseluruhan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 menunjukkan adanya pertambahan panjang (lihat grafik gambar berikut). Hal ini diduga bahwa peningkatan PTT larva sebagai pengaruh dari pemberian pakan berupa pakan buatan dan pakan alami selama masa pemeliharaan dan kualitas air didalam wadah kultur. Artinya, makin bertambah masa pemeliharaan makin meningkat PTT pada larva.



b. SRA Model Paralel

Hari ke-	No. Akuarium				
	1	2	3	4	5
1	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6
5	1.6	1.7	1.6	1.8	1.8
10	1.8	2.0	2.0	2.0	2.2
15	2.2	2.2	2.5	2.2	2.5
20	2.5	2.4	2.6	2.4	2.9
25	2.7	2.6	2.8	2.7	3.0
30	2.9	2.8	3.1	3.0	3.3

Dari tabel terlihat bahwa panjang tubuh total (PTT) larva secara keseluruhan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 menunjukkan adanya pertambahan panjang (lihat grafik gambar berikut). Hal ini diduga bahwa peningkatan PTT larva sebagai pengaruh dari pemberian pakan berupa pakan buatan dan pakan alami selama masa pemeliharaan dan kualitas air didalam wadah kultur. Artinya, makin bertambah masa pemeliharaan makin meningkat PTT pada larva. Adapun rata-rata PTT larva ikan yang dipelihara dalam SRA model paralel berkisar antara 2.9 - 3.3 cm.



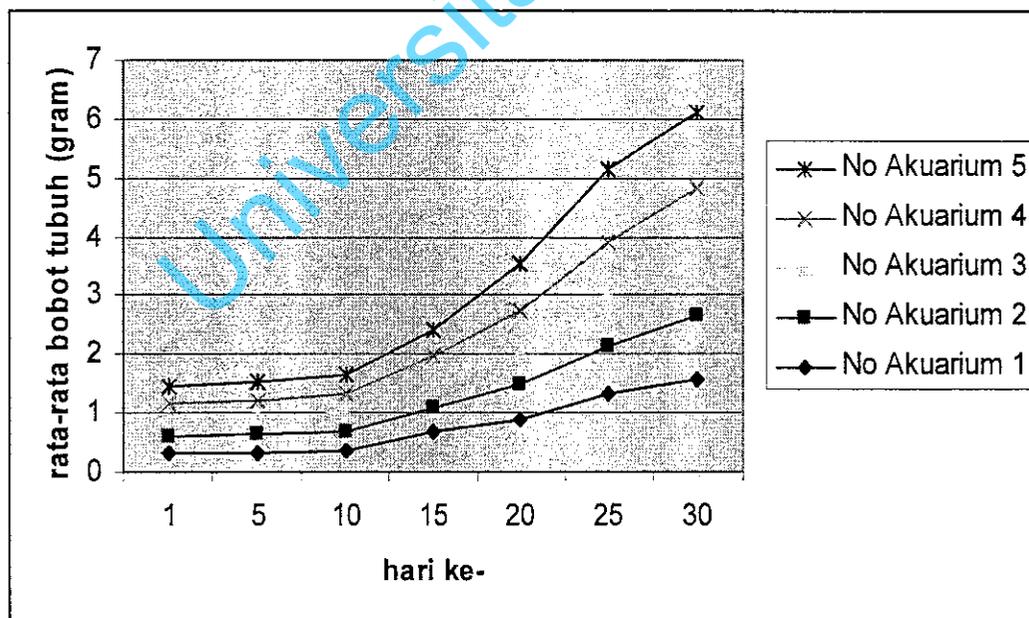
Terjadinya perbedaan rata-rata PTT larva ikan mas koki yang dipelihara dengan model SRA seri (3.2 - 3.5 cm) dibanding PTT larva yang dipelihara dalam SRA model paralel (2.9 - 3.5 cm), yaitu berkisar 0.2 - 0.3 cm diduga karena adanya perbedaan kualitas air antara kedua model SRA tersebut. Dimana model seri ternyata memberikan pengaruh terhadap PTT larva lebih panjang 0.2 - 0.3 cm daripada model paralel.

3. Bobot Tubuh Larva Ikan Mas Koki (gram)

a. SRA Model Seri

Hari ke-	No. Akuarium				
	1	2	3	4	5
1	0.31	0.3	0.29	0.26	0.28
5	0.32	0.31	0.31	0.28	0.29
10	0.35	0.33	0.31	0.33	0.33
15	0.67	0.43	0.35	0.51	0.44
20	0.88	0.59	0.54	0.73	0.79
25	1.34	0.81	0.87	0.89	1.22
30	1.56	1.1	0.98	1.19	1.27

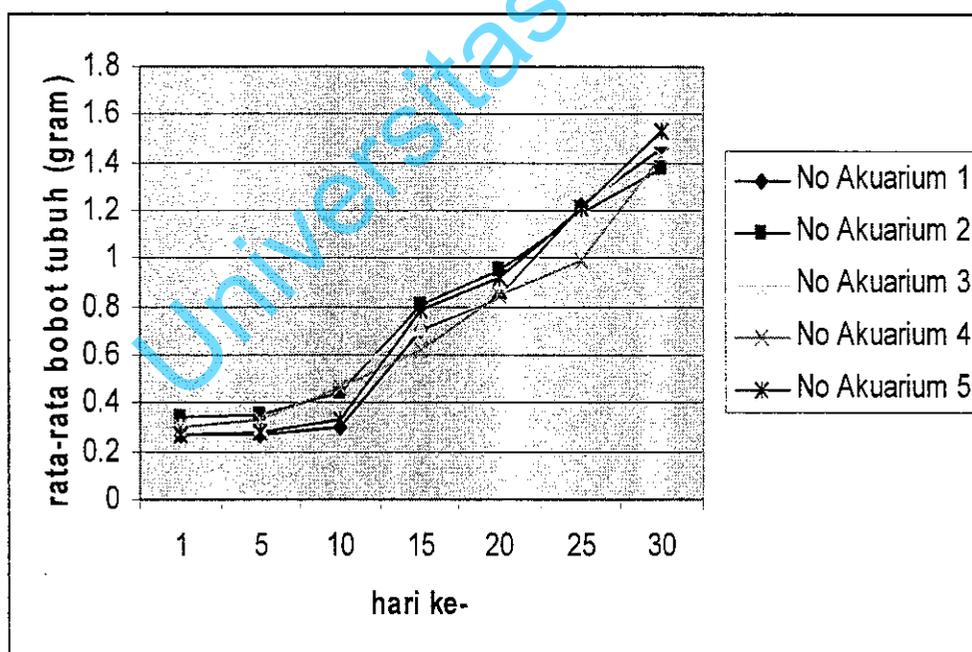
Dari tabel terlihat bahwa berat tubuh (BT) larva secara keseluruhan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 menunjukkan adanya pertambahan bobot (lihat grafik gambar berikut). Hal ini diduga bahwa peningkatan BT larva sebagai pengaruh dari pemberian pakan berupa pakan buatan dan pakan alami selama masa pemeliharaan dan kualitas air didalam wadah kultur. Artinya, makin bertambah masa pemeliharaan makin meningkat BT pada larva. Adapun rata-rata BT larva setelah hari ke 30 masa pemeliharaan dalam SRA model seri berkisar antara 0.98 - 1.56 gram.



b. SRA Model Paralel

Hari ke-	No. Akuarium				
	1	2	3	4	5
1	0.27	0.34	0.3	0.3	0.27
5	0.27	0.35	0.3	0.33	0.28
10	0.3	0.45	0.51	0.47	0.33
15	0.70	0.81	0.71	0.62	0.79
20	0.84	0.95	0.84	0.85	0.92
25	1.22	1.19	1.2	0.99	1.21
30	1.46	1.38	1.5	1.43	1.53

Dari tabel terlihat bahwa berat tubuh (BT) larva secara keseluruhan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 menunjukkan adanya pertambahan bobot (lihat grafik gambar berikut). Hal ini diduga bahwa peningkatan PTT larva sebagai pengaruh dari pemberian pakan berupa pakan buatan dan pakan alami selama masa pemeliharaan dan kualitas air didalam wadah kultur. Artinya, makin bertambah masa pemeliharaan makin meningkat BT pada larva. Adapun rata-rata BT larva setelah hari ke 30 masa pemeliharaan dalam SRA model paralel berkisar antara 1.38 - 1.53 gram.



Terjadinya perbedaan rata-rata BT larva ikan mas koki yang dipelihara dengan model SRA seri (0.98 - 1.56 gram) dibanding PTT larva yang dipelihara dalam SRA model paralel (1.38 - 1.53), yaitu berkisar 0.3 - 0.5 cm diduga karena adanya perbedaan kualitas air

antara kedua model SRA tersebut. Dimana model seri ternyata memberikan pengaruh terhadap BT larva lebih panjang 0.2 - 0.3 cm daripada model paralel.

Tolak ukur keberhasilan budidaya ikan adalah produksi ikan dengan pertumbuhan yang cepat dalam waktu yang singkat. Target produksi dapat berupa jumlah ikan yang dihasilkan (menghitung tingkat kelangsungan hidupnya) khususnya untuk sekuen kegiatan pembenihan dan dapat pula berupa bobot yang dihasilkan (menghitung biomassa) pada sekuen kegiatan pembesaran. Untuk mendapatkan produksi yang tinggi, maka faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan perlu dikaji.

Setiap spesies ikan mempunyai kemampuan tumbuh yang berbeda-beda. Perbedaan pertumbuhan ini dapat tercermin, baik dalam laju pertumbuhannya maupun potensi tumbuh dari ikan tersebut. Perbedaan kemampuan tumbuh ikan pada dasarnya disebabkan oleh perbedaan faktor genetik (gen). Ikan mempunyai gen khusus yang dapat menghasilkan organ atau sel organ tertentu dan gen umum yang memberikan turunan kepada jenisnya. Baik gen khusus maupun gen umum dari setiap ikan terdiri dari bahan kimia yaitu DNA (*deoxyribonucleic acid*) dan RNA (*ribonucleic acid*). Ekspresi dari gen-gen tersebut dan sel yang terbentuk menjadi satu paket yang selanjutnya mempengaruhi pertumbuhan.

Karakteristik genetik tertentu yang dimiliki oleh seekor ikan biasanya menyatu dengan sejumlah sifat bawaan yang mempengaruhi pertumbuhan seperti kemampuan ikan menemukan dan memanfaatkan pakan yang tinggi, ketahanan terhadap penyakit dan dapat beradaptasi terhadap perubahan lingkungan yang luas. Semua hal tersebut akhirnya tercermin pada laju pertumbuhan ikan, yang secara sederhana dapat dilihat dari laju panjang tubuh total dan bobot tubuhnya.

Pertumbuhan merupakan proses biologi yang kompleks, dapat terjadi apabila ada kelebihan energi dan materi yang berasal dari pakan yang dikonsumsi. Pertumbuhan terjadi pada beberapa tingkat materi biologi seperti sel, jaringan, organ, organisme, populasi dan komunitas. Pertumbuhan didefinisikan sebagai perubahan pada ukuran atau jumlah materi tubuh, baik temporal atau jangka panjang. Kuantifikasi untuk pertumbuhan dapat berupa panjang, bobot (basah atau kering) atau kandungan nutrisi tubuh seperti: protein, lemak, karbohidrat dan kandungan energi.

Dalam satu dasawarsa terakhir ini salah satu parameter pertumbuhan yang mulai banyak digunakan oleh saintis adalah ratio RNA : DNA. Pengukuran parameter ini dilandasi oleh teori atau pemikiran bahwa pertumbuhan merupakan ekspresi dari proses sintesis protein yang terjadi pada kelompok-kelompok sitoplasmik yang sangat kecil yang disebut ribosom. Pada proses sintesis protein, RNA dan DNA memegang peranan yang sangat penting, hal ini dapat diamati dengan adanya hubungan langsung antara konsentrasi RNA dengan sintesis protein dan pertumbuhan pada jaringan sehingga konsentrasi RNA dapat digunakan dalam pengukuran laju pertumbuhan (Busacker *et al.*, 1990). Hal tersebut berawal dari suatu hipotesis yang menyatakan bahwa laju input pakan menentukan konsentrasi RNA pada jaringan sebagaimana laju input pakan menentukan laju sintesis protein (Houlin *et al.*, 1990).

Pertumbuhan digambarkan sebagai penambahan jumlah sel (hiperplasia) dan ukuran sel (hipertrofi), dimana jumlah sel dapat diduga dari konsentrasi DNA pada jaringan, sedangkan konsentrasi RNA digunakan untuk menduga ukuran sel. Adapun kandungan DNA relatif konstan dalam sel sedangkan konsentrasi RNA akan berfluktuasi tergantung pada aktivitas sintesis protein. Dengan demikian, rasio RNA : DNA dapat

dijadikan penduga bagi aktivitas sintesis protein yang berakhir dalam bentuk penambahan bobot (pertumbuhan).

Pengaturan nutrisi pada ikan budidaya berkaitan dengan pentingnya mengubah kapasitas pencernaan ikan seperti kemampuan untuk meningkatkan pencernaan karbohidrat dan protein nabati. Hasil penelitian yang telah dilakukan pada ikan-ikan teleostei memberikan sumbangan yang berarti. Hal ini memungkinkan pemberian ijin kepada para pengusaha industri pakan untuk menggunakan komponen pakan yang sedikit lebih rendah kualitasnya. Seperti halnya pada ekspresi enzim phytase dalam ikan-ikan budidaya yang memungkinkan peningkatan kemampuan mencerna posfor asam phytic (Mayer dan McLean, 1994) yang memungkinkan penggabungan protein nabati dalam pakan, dengan konsekuensi dapat mengurangi bahan pencemar yang mengandung posfor.

Masalah utama yang berhubungan dengan studi teknologi transgenik pada ikan sampai saat ini berhubungan dengan jumlah dan jenis-jenis ikan yang diuji. Salah satu pembatas studi utama berasal dari efisiensi konversi pakan sepanjang siklus hidup ikan. Pemasukan dari konstruksi gen kepada ikan dapat memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap efisiensi konversi pakan. Keuntungan-keuntungan dari teknik ini bervariasi pada berbagai spesies ikan.

Universitas Terbuka

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- a. Tingkat kematian larva pada secara keseluruhan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 menunjukkan adanya peningkatan. Hal ini diduga bahwa tingkat kematian larva yang meningkat selama masa pemeliharaan terjadi penurunan kualitas air didalam wadah kultur.
- b. Tingkat kematian larva (akuarium 1 - 5) berkisar antara 56 - 167, dimana tingkat kematian larva terendah (56 ekor) terjadi pada akuarium ke-1, sedang yang tertinggi pada akuarium ke-5 (167). Hal ini bisa diduga karena sistem SRA yang merupakan model seri dimana setiap akuarium saling mempengaruhi antar satu akuarium dengan yang lainnya.
- c. Tingkat kematian larva pada secara keseluruhan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 menunjukkan adanya fluktuasi. Hal ini diduga bahwa fluktuasi tingkat kematian larva selama masa pemeliharaan terjadi akibat penurunan kualitas air didalam wadah kultur.
- d. Tingkat kematian larva (akuarium 1 - 5) berkisar antara 72 - 95, dimana tingkat kematian larva terendah (72 ekor) terjadi pada akuarium ke-1, sedang yang tertinggi pada akuarium ke-5 (95). Terjadinya fluktuasi (ketidaksmaan tingkat kematian) ini bisa diduga karena sistem SRA yang merupakan model paralel dimana setiap akuarium tidak saling mempengaruhi antar satu akuarium dengan yang lainnya.
- e. Panjang tubuh total (PTT) larva secara keseluruhan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 menunjukkan adanya pertambahan panjang. Hal ini diduga bahwa peningkatan PTT larva sebagai pengaruh dari pemberian pakan berupa pakan buatan dan pakan alami selama masa pemeliharaan dan kualitas air didalam wadah kultur. Adapun rata-rata PTT larva ikan yang dipelihara dalam SRA model Seri berkisar antara 3.2 - 3.5 cm.
- f. Panjang tubuh total (PTT) larva secara keseluruhan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 menunjukkan adanya pertambahan panjang (lihat grafik gambar berikut). Hal ini diduga bahwa peningkatan PTT larva sebagai pengaruh dari pemberian pakan berupa pakan buatan dan pakan alami selama masa pemeliharaan dan kualitas air didalam wadah kultur. Adapun rata-rata PTT larva ikan yang dipelihara dalam SRA model paralel berkisar antara 2.9 - 3.3 cm.
- g. Terjadinya perbedaan rata-rata PTT larva ikan mas koki yang dipelihara dengan model SRA seri (3.2 - 3.5 cm) dibanding PTT larva yang dipelihara dalam SRA model paralel (2.9 - 3.5 cm), yaitu berkisar 0.2 - 0.3 cm diduga karena adanya perbedaan kualitas air antara kedua model SRA tersebut. Dimana model seri ternyata

- memberikan pengaruh terhadap PTT larva lebih panjang 0.2 - 0.3 cm daripada model paralel.
- h. Berat tubuh (BT) larva secara keseluruhan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 menunjukkan adanya pertambahan bobot. Hal ini diduga bahwa peningkatan BT larva sebagai pengaruh dari pemberian pakan berupa pakan buatan dan pakan alami selama masa pemeliharaan dan kualitas air didalam wadah kultur. Adapun rata-rata BT larva setelah hari ke 30 masa pemeliharaan dalam SRA model seri berkisar antara 0.98 - 1.56 gram.
 - i. Berat tubuh (BT) larva secara keseluruhan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 menunjukkan adanya pertambahan bobot. Hal ini diduga bahwa peningkatan PTT larva sebagai pengaruh dari pemberian pakan berupa pakan buatan dan pakan alami selama masa pemeliharaan dan kualitas air didalam wadah kultur. Adapun rata-rata BT larva setelah hari ke 30 masa pemeliharaan dalam SRA model paralel berkisar antara 1.38 - 1.53 gram.
 - j. Terjadinya perbedaan rata-rata BT larva ikan mas koki yang dipelihara dengan model SRA seri (0.98 - 1.56 gram) dibanding PTT larva yang dipelihara dalam SRA model paralel (1.38 - 1.53), yaitu berkisar 0.3 - 0.5 cm diduga karena adanya perbedaan kualitas air antara kedua model SRA tersebut. Dimana model seri ternyata memberikan pengaruh terhadap BT larva lebih panjang 0.2 - 0.3 cm daripada model paralel.
 - k. Secara keseluruhan SRA model Seri lebih baik dalam mempertahankan kualitas air yang berpengaruh secara langsung pada peningkatan laju pertumbuhan larva dilihat dari peningkatan panjang tubuh dan bobot tubuh larva. Hal ini diduga bahwa pada SRA model seri antara akuarium yang satu dengan yang lain tidak saling memberi pengaruh. Sedangkan pada SRA model paralel, antara akuarium yang satu dan yang lainnya saling mempengaruhi, sehingga akuarium yang ditaruh paling belakang dalam sistem mengalami penumpukkan sisa-sisa metabolisme.

5.2 Saran

Dalam melakukan penelitian ini, penulis menemui beberapa hambatan yang perlu di informasikan kepada para peneliti (khususnya sejawat di UT) yang akan meneliti bidang kajian yang sama, atau berkehendak untuk melanjutkan model penelitian tentang SRA ini, yaitu :

1). Teknis

- a. Sarana-prasarana peralatan laboratorium yang belum lengkap. Kalupun ada, namun alat tersebut belum dapat digunakan. Hal ini karena belum didata (kodifikasi) dan di tera sesuai dengan standar yang ada.
- b. Ruang laboratorium yang terbatas (khusus untuk penambahan alat misalnya, penempatan akuarium).
- c. Laboran (asisten peneliti) yang akan membantu apabila diperlukan kontrol yang intensif.

- d. Sedikit hambatan di masalah pembiayaan, khususnya tentang pengadaan bahan dan alat yang harus dibeli baru. Hal ini harus mengikuti prosedur yang ada di Pusat Keilmuan LPPM-UT.

2). Non-Teknis

- a. Perijinan penggunaan Laboratorium perlu dikonfirmasi secara jelas, sebab pengguna Laboratorium UT ada di dua Fakultas berbeda yaitu FKIP dan FMIPA, dimana masing-masing memiliki perbedaan visi dalam pengoperasian/ pemanfaatan Laboratorium (khususnya Lab. Biologi). Sehingga perlu dikoordinasikan khususnya masalah penjadwalan penggunaan Laboratorium.
- b. Masalah pengawasan bahan dan alat penelitian, apabila libur (cuti bersama) laboratorium termasuk gedung yang disegel (pengamanan institusi selama libur), sehingga apabila ada penelitian yang memerlukan pengontrolan (penelitian hewan/ tumbuhan hidup) dan pemberian pakan sulit dilaksanakan. Hal ini berkaitan dengan perijinan dan koordinasi antar unit, yang perlu memberitahukan tentang adanya penelitian yang harus datang ke laboratorium pada saat liburan (cuti bersama).

Adapun saran yang penulis sampaikan untuk penelitian berikut adalah :

1. Perlu meneliti tentang tingkat efisiensi pengawetan air SRA baik model seri maupun paralel, sehingga dapat diduga seberapa jumlah (kuantitas) air yang digunakan dalam satu sistem resirkulasi dan kualitas air.
2. Perlu meneliti tentang kualitas air selama masa pemeliharaan larva. Hal ini berguna untuk mengetahui laju atau fluktuasi kualitas air selama masa pemeliharaan larva.
3. Perlu meneliti SRA model paralel yang setiap wadah saling memengaruhi satu dengan yang lain (terdapat penumpukkan hasil metabolisme hewan uji yang dipelihara). Atau, SRA model paralel dipergunakan untuk berbagai jenis ikan, sesuai dengan tingkat ketahanannya terhadap parameter kualitas air tertentu. Misalnya, SRA model paralel tipe wadah terdapat beberapa jenis species, seperti akuarium 1 (kualitas air terbaik) untuk ikan mas, akuarium 2 untuk ikan nila, akuarium ke 3 untuk *cat fish*, begitu seterusnya hingga akuarium terakhir terdapat species yang tahan terhadap kualitas air yang buruk.

DAFTAR PUSTAKA

- Ban S and M. Takashi. 1991. The effect of temperature on the development and hatching of diapause and subitaneous eggs in *Eurytemora affinis* (copepod: calanoida) in lake Ohnuma, Hokaido, Japan. Proceeding of the 4th International Conference on Copepoda. Bull. Plankton Soc. Japan. p. 299 -307.
- Barnes RP. 1988. Invertebrate zoology. W.B. Saunders Company. Philadelphia. USA. p. 450 - 457.
- Brown MR. 1991. The amino acid and sugar composition of 16 species of microalgae used in mariculture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 145: p. 79-99.
- Buckley, K.J. 1979. Relationship Between RNA-DNA Ratio, Prey Density, and Growth Rate in Atlantic Cod (*Gadus morhua*) Larvae. J. Fish. Res. Board. Can., 30: 195-199.
- Buscker, G.P., I.R. Adelman and E.M. Goolish. 1990. Growth. p: 363-387 in C.B. Schreck and P.B. Moyle. Methods for Fish Physiology. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland
- D'Abramo LR and RT. Lovell. 1991. Aquaculture research needs for the year 2000: Fish and crustacean nutrition. World Aquaculture., 22, 57-82.
- Dhert P. 1999. Culture and manipulation techniques in live food production. Advanced Bio-technology in hatchery production workshop proceedings (abstract). Honolulu, HI: Oceanic Institute.
- Dhert P, Lavens., P., Duray., and Sorgeloos, P., 1990. Improved larval survival at metamorphosis of Asian seabass (*Lates calcarifer*). *Aquaculture* 90, 63-75
- Enright CT, Newkirk GF, Craigie, JS, and Castell JD. 1986. Evaluation of phytoplankton as diets for juvenile *Ostrea edulis* L. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 96, p. 1-13.
- Fukusho GH., M Kenslow and LA Rose. 1973. A mass culture method for *Tetraselmis* sp. a promising food for crustacean larvae. National Marine Fisheries Service, Gulf Coastal Fisheries Center, Galveston Laboratory, Texas.
- Goldman CR. And AJ Horne. 1983. Limnology. Mc Graw-Hill Book Company. Tokyo.
- Isnansetyo H dan Kurniastuty. 1995. Teknik kultur fitoplankton dan zooplankton. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Kanazawa A, Teshima S and Kazuo O. 1979. Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. *Comp. Biochem Physiol* 63:295-298. 1979
- Kimoto K, S-I Uye and T Onbe. 1996. Growth characteristic of brackish-water calanoid copepod *Sinocalanus tennelus* in relation to temperature and salinity. Bulletin of plankton society of Japan. Vol 31, no. 1. pp. 43 - 57.