

# 9. EVALUASI KUALITAS PAKAN

Mutu pakan ikan dapat diketahui dengan cara pengujian kualitas. Pengujian ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu uji fisik, uji chemic (kimia), uji biologis, dan uji respon pada ikan.

## A. Pengujian Fisik

Pengujian fisik ini dilakukan dengan mengukur tingkat kehalusan bahan penyusunnya, kekerasan dan daya tahan hasil cetakan didalam air (*water stability*). Kehalusan bahan penyusun pelet dapat dilihat dengan mata. Cara pengujian ini dilakukan dengan menggiling atau menghancurkan contoh pelet yang akan diuji. Alat penghancur yang digunakan dapat berupa gilingan daging yang plat penutupnya di buka (tidak dipasang), kemudian hasil gilingan tersebut diamati.

Berdasarkan ukuran butirannya, maka tingkat kehalusan pelet dapat dibedakan menjadi beberapa

macam, yaitu: sangat halus, halus, agak kasar, kasar, sangat kasar, dan lain-lain. Makin halus bahan penyusun pelet, makin baik kualitasnya. Pakan ikan yang dibuat sendiri tidak perlu dilakukan uji fisik karena sejak bahan diseleksi sampai proses telah diketahui tingkat kehalusannya.

Pengujian tingkat kepadatan (kekerasan) dapat dilakukan dengan memberi beban pada contoh pelet yang akan diuji. Pemberian beban ini dapat dilakukan dengan pemberat yang bobotnya berbeda-beda. Pelet yang diuji ditindih dengan beban pemberat paling ringan. Jika sampel tidak pecah, maka perlu diulang lagi dengan pemberat yang bobotnya lebih besar. Demikian seterusnya, pengujian ini diulang-ulang sampai pelet pecah saat ditindih dengan pemberat yang memiliki bobot tertentu. Pelet yang baik umumnya tingkat kekerasan cukup tinggi. Biasanya tingkat kekerasan berhubungan dengan tingkat kehalusan bahan penyusunnya. Makin halus bahan penyusun pelet, makin tinggi tingkat kekerasannya.

Pengujian daya tahan (stabilitas) pelet dilakukan dengan cara merendam contoh pelet yang akan diuji selama beberapa waktu di dalam air. Tingkat daya tahan pelet dalam air (*water stability*) diukur sejak pelet direndam sampai pecah. Makin lama waktu yang dibutuhkan untuk membuyarkan pelet dalam proses perendaman, berarti makin baik mutunya. Pelet ikan yang baik mempunyai daya tahan dalam air minimal 10 menit. Sedangkan pelet pakan udang harus mempunyai daya tahan lebih lama lagi, yaitu sekitar 30 – 60 menit.

## **B. Pengujian Chemic (Kimia)**

Pengujian secara kimia dilakukan di laboratorium. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kandungan nutrisi pakan ikan. Beberapa zat gizi yang perlu diketahui adalah kandungan protein, lemak, karbohidrat, abu, serat kasar, dan kadar air serta energi. Pengujian kimia ini tidak perlu dilakukan sendiri, tetapi dapat mengirim sampel pelet (pakan) ikan yang akan diuji ke laboratorium kimia terdekat.

Pelet yang baik memiliki kadar air maksimal 10%, kandungan abu dan serat kasar maksimal 5%.

Sedangkan kandungan protein, lemak, dan karbohidrat tergantung kepada kebutuhan nutrisi ikan/udang yang akan diberi pakan. Sebagai patokan untuk pelet pakan ikan sebaiknya mengandung protein lebih dari 25%, lemak 5 – 7% dan karbohidrat antara 30 - 40% (lihat kebutuhan nutrisi ikan). Adapun prosedur uji proksimat pakan adalah sebagai berikut:

a. Prosedur analisis kadar protein pakan dan tubuh ikan (metode semi mikro Kjeldahl; Takeuchi 1988).

1. 0.5 – 1.0 g sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl nomor 1, kemudian salah satu labu (nomor 2) digunakan sebagai blanko.
2. Ke dalam labu nomor 1 ditambahkan 3 g katalis ( $K_2SO_4 + CuSO_4 \cdot 5H_2O$  dengan rasio 9 : 1 (w/w), dan 10 ml  $H_2SO_4$  pekat.
3. Labu nomor 2 dipanaskan 3 – 4 jam, sampai cairan dalam labu berwarna hijau, setelah itu pemanasan dilanjutkan selama 30 menit.

4. Larutan didinginkan, lalu ditambahkan air destilata 30 ml. Selanjutnya larutan nomor 2 dimasukkan ke dalam labu takar, tambahkan larutan destilata sampai volume larutan menjadi 100 ml.
5. Dilakukan proses destilasi untuk membebaskan kembali  $\text{NH}_3$  yang berasal dari proses destruksi pada nomor 4.
6. Labu Erlenmeyer diisi 10 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.05 N dan ditambahkan 2 – 3 tetes indikator methyl red/methylen blue, dipersiapkan sebagai penampung  $\text{NH}_3$  yang dibebaskan dari labu nomor 4.
7. Labu destilasi diisi 5 ml larutan nomor 4, lalu ditambahkan larutan natrium hidroksida 30%.
8. Pemanasan dengan uap terhadap labu destilasi (nomor 7) dilakukan minimum 10 menit, setelah kondensasi uap terlihat pada kondensor.

9. Larutan dalam labu Erlenmeyer dititrasi dengan 0.05 N larutan natrium hidroksida.

$$10. \% \text{ Protein} = \frac{0.0007 * x (V_b - V_s) x F x 6.25^{**} x 20}{S} x 100\%$$

Keterangan :  $V_s$  = ml 0.05 N titer NaOH untuk sampel  
 $V_b$  = ml titer NaOH untuk blanko  
 $F$  = Faktor koreksi dari 0.05 N larutan NaOH  
 $S$  = Bobot sampel (g)  
 $*$  = 1 ml Na OH = 0.0007 g nitrogen  
 $**$  = Faktor nitrogen

b. Prosedur analisis kadar lemak pakan dan tubuh ikan (metode ether ekstraksi Soxhlet; Takeuchi 1988).

1. Labu ekstraksi dipanaskan pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam. Kemudian didinginkan selama 30 menit dalam eksikator. Panaskan kembali selama 30 menit, lalu didinginkan, kemudian ditimbang. Proses tersebut diulang sampai tidak ada perbedaan bobot labu lebih dari 0.3 mg. Bobot labu ekstraksi ditimbang (A).

2. 1 – 2 g sampel dimasukkan ke dalam tabung filter, lalu dipanaskan pada suhu 100<sup>0</sup>C selama 2 – 3 jam.
3. Tempatkan tabung filter pada no. 2 ke dalam ekstraksi dari alat Soxhlet. Kemudian sambungkan kondensor labu ekstraksi pada no. 1 yang telah diisi 100 ml petrolelum ether.
4. Panaskan ether pada labu ekstraksi dengan menggunakan water bath pada suhu 70<sup>0</sup>C selama 16 jam.
5. Panaskan labu ekstraksi pada suhu 100<sup>0</sup>C, kemudian ditimbang (B).

$$6. \% \text{ lemak} = \frac{\text{B} - \text{A}}{\text{Bobot sampel}} \times 100\%$$

c. Prosedur analisis kadar abu pakan dan tubuh ikan (Takeuchi 1988).

1. Cawan porselen dipanaskan pada suhu  $600^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam dengan menggunakan muffle furnace, kemudian dibiarkan sampai suhu muffle furnace turun hingga  $110^{\circ}\text{C}$ , lalu cawan porselin dikeluarkan dan disimpan dalam eksikator selama 30 menit, lalu ditimbang (A).
2. Masukkan sampel lalu ditimbang (B), penimbangan sampai empat desimal.
3. Panaskan dalam muffle furnace pada suhu  $600^{\circ}\text{C}$  sampai bahan berwarna putih.
4. Cawan porselin dikeluarkan lalu didinginkan dalam eksikator selama 30 menit, lalu ditimbang (C).

$$5. \text{ \% Kadar abu} = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

d. Prosedur analisis kadar air pakan dan tubuh ikan (Takeuchi 1988).

1. Cawan dipanaskan dalam oven (suhu 105-110<sup>0</sup>C) selama 1 jam, didinginkan dalam eksikator 10 menit dan ditimbang ( $X_1$ ).
2. Timbang pakan sebanyak 2 – 3 g (A), masukkan ke dalam cawan  $X_1$ .
3. Cawan dan pakan dipanaskan dalam oven, 4 sampai 6 jam pada suhu 105 – 110<sup>0</sup>C. Di eksikator selama 10 menit dan ditimbang.
4. Ulang prosedur (3) sampai diperoleh bobot yang stabil ( $X_2$ ).
5. Persentase kadar air diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{X_1 - X_2}{A} \times 100\%$$

e. Prosedur analisis serat kasar pakan (Takeuchi 1988).

1. Bahan (A g) dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 350 ml, ditambahkan dengan 50 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.3 N, kemudian dipanaskan di atas hot plate selama 30 menit.
2. Tambahkan 25 ml NaOH 1.5 N, kemudian dipanaskan kembali selama 30 menit.
3. Panaskan kertas saring di dalam oven, di eksikator selama 10 menit, kemudian ditimbang ( $X_1$ ). Pasang kertas saring pada corong Buchner yang dihubungkan dengan vacuum pump.
4. Larutan yang telah dipanaskan dituang ke dalam corong Buchner. Lakukan pembilasan berturut-turut menggunakan 50 ml air panas, 50 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.3 N, 50 ml air panas, dan 25 ml aseton.

5. Panaskan cawan porselen pada suhu 105 – 110<sup>0</sup>C selama 1 jam dan didinginkan dalam eksikator.
6. Masukkan kertas saring dari corong Buchner ke dalam cawan, panaskan pada suhu 105<sup>0</sup>C, di eksikator dan ditimbang (X<sub>2</sub>).

$$7. \text{ Serat kasar} = \frac{X_1 - X_2}{A} \times 100\%$$

### C. Pengujian Biologi

Pengujian biologis ini dapat dilakukan sesuai dengan tahapan kegiatan budidaya yakni :

1. Pemeliharaan induk, pada fase tersebut ikan diberi pakan yang disebut pakan induk
2. Pemeliharaan larva, pada fase tersebut ikan diberi pakan yang disebut pakan larva/benih
3. Pemeliharaan pembesaran, pada fase tersebut ikan diberi pakan yang disebut pakan pembesaran (pakan ikan).

## **1. Evaluasi Mutu Pakan Induk**

Kecukupan gizi protein dan lemak serta vitamin dalam pakan induk merupakan faktor penting yang mempunyai hubungan erat dengan kecepatan proses pematangan gonad, jumlah telur dan kualitas telur. Saat perkembangan sel telur, terjadi distribusi material ke dalam telur yang merupakan bahan awal untuk perkembangan embrio dan larva, bahan tersebut diperoleh dari pakan yang diberikan pada induk. Mutu telur merupakan refleksi keadaan kimia nutrisi kuning telur yang sangat dipengaruhi oleh gizi pakan yang diberikan dan kesehatan induk. Adapun refleksi pakan induk dapat dilihat antara lain pada parameter sebagai berikut:

### **a. Kecepatan Pematangan Gonad**

Defenisi dari kecepatan pematangan gonad adalah lama waktu dari satu pemijahan ke pemijahan berikutnya. Kecepatan proses pematangan gonad ini sangat ditentukan oleh kandungan nutrisi pakan yang di makan oleh induk, dan prosesnya dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama suhu. Pada kadar protein dan energi

yang memadai pengaruh kadar asam lemak esensial dan vitamin, terutama vitamin C dan E sangat menentukan kecepatan pematangan gonad. Efek suplementasi vitamin C dan E memperlihatkan produksi telur yang lebih tinggi dari pada tanpa vitamin. Ikan trout yang menerima suplementasi vitamin C sebanyak 1000 mg/kg pakan dapat memproduksi telur lebih banyak dibandingkan dengan kontrol (Sandes et al. 1984).

Vitamin C sangat berperan dalam reaksi sintesis steroid hormon. Steroid hormon reproduksi (estrogen) sangat berperan dalam menstimulasi perkembangan oosit (sel telur). Vitamin C juga esensial untuk perkembangan jaringan kolagen yang banyak terdapat dalam ovarium (Djojosoebagio, 1990). Vitamin C berperan melindungi oksidasi asam lemak dalam jaringan dan adanya vitamin C dapat meningkatkan absorpsi vitamin E.

Vitamin E dapat mencegah terjadinya oksidasi dari senyawa asam lemak yang terdapat pada membran sel. Vitamin E berfungsi mengatur transportasi senyawa material ke dalam sel. Kecukupan vitamin C dan E dapat melindungi sel ovarium dan menstimulir perkembangan

ovarium yang menyebabkan ikan mencapai kematangan gonad lebih cepat dan produksi telur tinggi. Penambahan vitamin dalam pakan induk digambarkan dari keeratan hubungan vitamin E atau asam lemak dengan efektivitas hormon pada waktu vitelogenesis, kemungkinan berhubungan dengan aktivitas Luteinizing Hormone (LH) dan prostaglandin. LH memacu cAMP, hormon LH pada gilirannya akan memacu folikel memproduksi estrogen dan progesteron (Djojosoebagio, 1990).

Induk ikan yang memasuki fase pematangan oosit akan dipengaruhi oleh hormon tropik hipotalamus dan kelenjar pituitari. Folikel yang sedang tumbuh mensintesis dan mengekskresikan hormon steroid ke dalam peredaran darah. Salah satu sasaran hormon steroid, terutama  $17 \alpha$  estradiol adalah hati. Hormon ini merangsang dan mentransfer vitelogenin ke gonad. Komponen yang disimpan dalam oosit adalah protein, lemak, karbohidrat, fosfat dan garam-garam mineral. Perkembangan oosit dapat dipengaruhi oleh kadar vitamin E, karena vitamin E berfungsi mempertahankan ketersediaan asam-asam lemak dan prekursor

prostaglandin. Prostaglandin sebagai mediator dari aksi gonadotropin saat pecahnya folikel (ovulasi) pada ikan (Verakumpriya et al. 1995).

### **b. Gonad somatik indeks (GSI)**

GSI individu ikan, dihitung dengan menggunakan rumus, yaitu :

$$GSI (\%) = \frac{\text{Bobot gonad (g)}}{\text{Bobot tubuh (g)}} \times 100$$

Nilai GSI ikan akan berkaitan dengan tingkat kematangan gonadnya. Pada tingkat kematangan gonad tertinggi (misalnya TKG IV menurut Casie), maka nilai GSI akan mencapai nilai maksimal. Nilai GSI untuk setiap jenis ikan akan berbeda-beda. Untuk suatu jenis ikan tertentu, nilai GSI terkait dengan mutu pakan yang dikonsumsi. Makin baik mutu pakan, maka nilai GSI akan lebih tinggi.

### **c. Fekunditas**

Fekunditas individu adalah jumlah telur yang dikeluarkan pada saat distripping. Untuk menghitung fekunditas, perlu menimbang bobot ikan sebelum dan

setelah distripipng. Melalui penimbangan ini akan diketahui bobot gonad total pada individu ikan yang akan ditentukan fekunditasnya, kemudian diambil 0,05 g sampel telur dan telur dihitung satu persatu. Jadi fekunditas dihitung dengan menggunakan rumus modifikasi dari Effendi (1979), yaitu :

$$F = \frac{BG(g)}{Q(g)} \times X$$

**Keterangan** :

- F = Fekunditas (butir telur /g bobot tubuh
- G = Bobot telur individu/gonad (g)
- X = Jumlah telur sampel
- Q = Bobot telur sampel (g) = 0.05
- W= Bobot tubuh individu (g)

#### **d. Warna dan Diameter Telur**

Telur yang baik dan normal memiliki warna yang transparan dan terang contohnya pada ikan mas, pada ikan kerapu telur yang baik adalah jernih dan transparan. Sedangkan warna telur ikan gurame jernih dan coklat. Warna telur ikan yang baik, dapat dipengaruhi oleh

kualitas pakan induk terutama zat warna seperti  $\beta$  carotin.

Telur yang mempunyai diameter lebih besar, biasanya memiliki diameter kuning telur dan gelembung minyak yang besar. Kedua bahan tersebut merupakan cadangan makanan sebelum larva dapat memakan makanan dari luar, larva mempunyai cukup waktu hingga dapat mencari pakan dari luar sehingga peluang larva untuk hidup cukup besar.

Telur dengan diameter yang lebih besar akan menghasilkan larva yang berukuran lebih besar dan larva yang berukuran lebih besar akan lebih mampu memanfaatkan makanan yang ada dilingkungannya dan akibat akhirnya adalah tingkat kelangsungan hidup larva akan lebih tinggi.

#### **e. Daya Apung Telur**

Penambahan vitamin E dalam pakan induk dapat mempengaruhi komponen lipid telur sekaligus akan mempengaruhi daya apung telur. Pemberian vitamin E dalam pakan induk dapat berfungsi sebagai antioksidan dan dapat meningkatkan penyimpanan asam lemak atau

asam lemak esensial telur. Pada oosit atau telur yang mengandung vitamin E (*α tokoferol*) relatif lebih lambat mengalami oksidasi. Persentase telur-telur red seabream yang mengapung hanya 42,7% bila pakan induk tanpa pemberian vitamin E, namun bila pakan induk ditambahkan vitamin E maka terjadi peningkatan daya apung telur menjadi 77,9% (Watanabe et al. 1985a). Kadar vitamin E yang optimal dalam pakan induk akan menghasilkan telur yang normal (mengapung di permukaan air) dan abnormal (tenggelam), daya tetas telur mencapai 95,0% serta kelangsungan hidup larva 95,7%.

#### **f. Komposisi Kimia Telur**

Komponen kimia dalam sebutir telur adalah jumlah komponen yang dinyatakan dengan konsentrasinya. Komponen yang terkandung dalam bahan kering telur adalah protein, lipid, karbohidrat, mineral, vitamin dan energi. Protein ini merupakan komponen terbesar yang menyusun sebutir telur. Protein sangat penting sebagai penyusun organ-organ tubuh ketika telur berkembang menjadi embrio dan larva. Rata-

rata kadar protein dalam bahan kering telur adalah 66,3%. Lemak total merupakan komponen kedua dari bahan kering telur ikan. Lemak yang terkandung dalam telur berkisar antara 10-35%. Lemak pada telur digunakan untuk menyusun membran sel larva dan berfungsi dalam pengaturan permeabilitas membran sel. Selain itu lemak akan digunakan sebagai sumber energi ketika larva belum mendapatkan pakan dari luar. Komponen kimia telur lain yang dapat diamati adalah kadar asam lemak, lemak total, vitamin E dan C. Kadar asam lemak yang sering dipantau adalah kadar asam lemak n-6, asam lemak n-3 HUFA dan lemak total.

#### **g. Derajat penetasan telur (DPT)**

Derajat penetasan telur (DPT) merupakan jumlah telur yang berhasil dibuahi oleh sperma sampai menetas. Derajat tetas telur dihitung menggunakan rumus/persamaan yaitu :

$$DPT (\%) = \frac{\text{jumlah yang menetas (ekorlarva)}}{\text{jumlah telur yang ditetaskan (butir)}} \times 100$$

Nilai DPT juga dapat menggambarkan dampak dari pakan induk, karena mutu pakan induk yang baik

akan menghasilkan mutu telur yang baik dan akibat akhirnya akan berpengaruh kepada proses penetasan telur.

#### **h. Kelangsungan Hidup dan Daya Tahan Larva**

Kelangsungan hidup larva sangat ditentukan dari ukuran kuning telur dan butiran minyak. Kuning telur merupakan cadangan pakan bagi larva untuk tumbuh dan berkembang dan sebagai sumber energi bagi metabolisme basal dan aktivitas larva. Larva dengan kuning telur besar dapat hidup lebih lama tanpa pakan dari luar dibandingkan larva dengan kuning telur kecil. Keberadaan butiran minyak yang lebih lama setelah penyerapan semua kuning telur merupakan suatu keuntungan bagi larva bila gagal pada saat pertama kali makan. Rendahnya peluang untuk mendapatkan pakan pada saat pertama kali makan mempengaruhi kelangsungan hidup larva.

Penambahan vitamin E dalam pakan induk dapat meningkatkan kelangsungan hidup larva. Kadar lemak dalam telur atau larva digunakan untuk memenuhi kebutuhan energinya. Semakin banyak cadangan lemak

dalam telur atau larva semakin banyak energi tersedia dan semakin besar kesempatan larva untuk hidup.

Kelangsungan hidup larva dipengaruhi oleh ketersediaan makanan dalam jumlah cukup setelah kuning telur tereduksi. Kelangsungan hidup larva sangat ditentukan pada masa peralihan fase *endogeneous* ke fase *eksogeneous*, dimana kuning telur telah habis terserap dalam waktu 3 hari, sehingga terjadi perubahan energi dari kuning telur ke pakan tambahan dari luar tubuh.

Kandungan protein dan energi yang seimbang pada pakan induk dapat memberikan daya tahan yang cukup bagi larva untuk kondisi pada masa peralihan sumber energi dari dalam ke luar tubuh. Larva yang dihasilkan dari induk yang diberi pakan dengan kandungan nutrisi cukup dan lengkap akan memiliki daya tahan tubuh lebih tinggi, dimana tersedianya energi yang cukup untuk perkembangan embrio sampai telur menetas. Larva hasil pemijahan dari induk-induk yang menerima suplementasi vitamin, hidupnya relatif lebih tahan karena energi yang tersedia untuk mempertahankan diri lebih besar.

Laju perubahan diameter kuning telur dapat diukur dengan rumus:

$$D_t = D_0 \cdot e^{-zt}$$

**Keterangan :**

$D_t$  = Diameter kuning telur saat  $t$  (um)

$D_0$  = Diameter kuning telur saat  $t = 0$  (um)

$e$  = Bilangan natural

$-z$  = Laju perubahan diameter kuning telur (%)

$t$  = Waktu pengamatan

Tingkat kelangsungan hidup larva dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

**Keterangan :**

$SR$  = Tingkat kelangsungan hidup (%)

$N_t$  = Jumlah larva yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

$N_0$  = Jumlah larva yang hidup pada awal pemeliharaan

## **2. Evaluasi Mutu Pakan Larva**

Evaluasi terhadap pakan larva dapat dilihat dari perkembangan larva secara morfologis dan morphometrik.

### **a. Perkembangan Morphologis**

Perkembangan larva dimulai dari fase makan dari endogen hingga fase makan dari eksogen atau mencapai benih muda, memerlukan waktu 55 sampai 60 hari (kasus pada kerapu macan). Ciri setiap perkembangan adalah sebagai berikut: fase makan endogen, *yolk sac*, umur 0 sampai 4 hari larva bergerak lambat menggunakan ekor, bukaan mulut sampai gigi taring mulai tumbuh, usus berbentuk tabung pendek, melanofora tumbuh menyebar dan mata belum berpigmen. Fase makan eksogen, umur 5 sampai dengan hari 22 ditandai dengan pertumbuhan duri punggung dan duri pelvik, warna tubuh mulai nampak dengan badan memendek dan kepala besar tidak simetris, usus terlihat berkembang ke arah dorsal dan bergerak secara peristaltik, sedangkan pigmen mata belum penuh (Purba dan Mayunar, 1995).

Kemampuan pemangsaan larva terhadap jumlah pakan yang besar juga dipengaruhi oleh pertumbuhan diameter mata. Pada periode larva pertumbuhan komponen morfometrik mengarah ke fungsi sinergis, seperti pertumbuhan lebar bukaan mulut, diameter mata dan panjang tubuh. Pertumbuhan komponen-komponen tersebut bersifat saling mendukung fungsi energetik, yakni pertumbuhan diameter mata dan lebar bukaan mulut untuk melihat dan memangsa pakan yang didukung oleh panjang tubuh dan sirip ekor untuk gerak aktif melakukan pemangsaan, sehingga yang diperoleh untuk pertumbuhan tercukupi (Gaughan dan Potter 1997).

Diameter mata yang besar pada larva akan mampu mengakomodasi penglihatan menjadi lebih tajam, serta sangat sensitif menerima difraksi dan iluminasi cahaya dan aberasi warna dari cahaya kromatik, sehingga larva mampu mendeteksi keberadaan pakan secara tepat dari efek kontras, kekeruhan dan warna lain (Fernald, 1993). Pertumbuhan diameter mata yang besar pada larva ikan laut bersifat substansial,

karena berfungsi meningkatkan kemampuan *stereoskopik* dari sudut reaksi penglihatan terhadap mangsa.

## **b. Perkembangan Morphometrik**

Pertumbuhan larva dalam hal ini digambarkan dari perkembangan larva, hal ini dapat dilihat dari jumlah pakan yang dikonsumsi larva, laju pertumbuhan morfometrik dan kelangsungan hidup larva. Jumlah pakan larva adalah total jumlah pakan yang berada dalam lambung yang dikonsumsi larva selama sehari dapat ditentukan dengan rumus :

$$TP = t \cdot A$$

### **Keterangan :**

TP = Total jumlah pakan dalam lambung larva (Ind/ekor/hari)

t = Jumlah periode saat kepenuhan lambung tercapai

A = Rataan jumlah rotifer/artemia (ind/ekor)

Laju pertumbuhan morfometrik merupakan presentase penambahan harian ukuran suatu komponen morfologis larva selama masa pertumbuhan dengan

selang waktu tertentu (hari). Komponen morfometrik larva yang diukur adalah panjang rahang, diameter mata, tinggi badan, panjang baku tubuh, panjang total tubuh, lebar sirip ekor, panjang duri punggung dan panjang duri dada.

Laju pertumbuhan harian satu komponen morfologik (%)

$$\alpha = \sqrt[t]{\frac{ktm_2}{ktm_1} - 1} \times 100$$

**Keterangan**

$\alpha$  = Laju pertumbuhan harian

t = Jumlah hari selama pengukuran

km t<sub>1</sub> = Panjang satu komponen morfologik pada waktu awal pertumbuhan larva

km t<sub>2</sub> = Panjang satu komponen morfologik pada waktu akhir pertumbuhan larva

(Sumber: Busacker, Adelman dan Goodfish 1990).

Lebar bukaan mulut maksimal larva dapat diukur menggunakan rumus:

$$L_{bm} = P_{jr} \sqrt{2}$$

### **Keterangan**

L<sub>bm</sub> = Lebar bukaan mulut maksimal (μm)

P<sub>jr</sub> = Panjang rahang larva pada waktu awal pengukuran (μm)

## **3. Evaluasi Mutu Pakan Benih/Pembesaran**

### **a. Tingkat Konsumsi Pakan**

Jumlah pakan yang dikonsumsi ikan sangat dipengaruhi oleh:

- Kualitas pakan, kondisi ikan dan kondisi lingkungan. Pada kondisi kesehatan ikan yang prima dan kondisi lingkungan yang normal (optimal), jumlah pakan yang dikonsumsi ditentukan oleh mutu pakan (fisik, kimia dan biologis). Dengan demikian jumlah pakan yang dikonsumsi dapat menggambarkan mutu pakan yang diberikan pada ikan.
- Jumlah pakan yang dikonsumsi dihitung dari jumlah pakan yang diberikan dikurangi dengan

pakan yang masih tersisa pada setiap pemberian pakan.

- Kekurangan pakan ikan menurunkan laju pertumbuhan, karena energi yang masuk melalui suplai pakan terbatas.

## **b. Pertumbuhan**

Pertumbuhan ikan adalah perubahan ukuran bobot dan panjang ikan selama masa pemeliharaan tertentu. Pertumbuhan ini secara fisik diekspresikan dengan perubahan jumlah atau ukuran sel penyusun yang diwujudkan dengan pertumbuhan pada waktu tertentu. Secara kimia, pertumbuhan diwujudkan dengan penambahan kandungan protein, lemak, karbohidrat, abu dan air pada tubuh ikan. Ditinjau dari segi energi, pertumbuhan terjadi apabila energi yang dikonsumsi lebih besar dari energi yang dibelanjakan untuk berbagai aktivitas tubuh.

Apabila lingkungan optimal, pertumbuhan ikan sangat dipengaruhi oleh pakan yang diberikan. Pakan yang mengandung nutrisi lengkap dan seimbang akan memacu pertumbuhan ikan. Pertumbuhan ikan akan

terjadi bila pakan yang dikonsumsi memiliki kadar protein dan imbalan protein-energi yang tepat. Dengan tersedianya protein dan keseimbangan energi protein, maka protein digunakan sebagai bahan penyusun tubuh untuk pertumbuhan, sedangkan energi non protein dari lemak dan karbohidrat digunakan sebagai sumber energi. Protein pakan dapat dimanfaatkan dengan efisien untuk pembentukan jaringan baru. Ketersediaan energi dari non protein di dalam pakan lebih banyak, maka protein yang dikonsumsi dapat dimanfaatkan lebih efisien untuk penambahan protein tubuh sehingga jumlah protein yang disimpan di dalam tubuh juga bertambah.

Pertumbuhan ikan dapat digambarkan dengan berbagai persamaan di bawah ini:

- Pertumbuhan Individu (Growth = G)

$$G = \Delta W = W_t - W_o \text{ (dalam g)}$$

**Keterangan :**

$W_t$  = berat badan pada waktu akhir pemeliharaan

$W_o$  = berat badan awal pemeliharaan

- Laju Pertumbuhan (Growth Rate = GR)

$$GR = \Delta W / \Delta t = (W_t - W_o) / t \text{ (dalam g/hari)}$$

**Keterangan :**

W<sub>t</sub> = berat badan pada waktu akhir pemeliharaan

W<sub>o</sub> = berat badan awal pemeliharaan

t = waktu

- Laju Pertumbuhan Spesifik (Spesifik Growth Rate = SGR)

$$SGR = (\ln W_t - \ln W_o) / t \times 100\% \text{ (dlm \% BW/hr)}$$

**Keterangan :**

BW = Berat badan

**c. Efisiensi Pemberian Pakan**

Efisiensi pemanfaatan pakan bagi ikan ditentukan oleh kesesuaian kuantitas dan kualitas pakan. Efisiensi pemanfaatan (energi) pakan untuk pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor lingkungan, umur dan bahan pakan yang digunakan. Pembelanjaan energi dapat ditekan bila ikan dipelihara pada kondisi lingkungan yang optimal. Ikan-ikan yang dipelihara pada kondisi lingkungan yang mendekati isotonis/iso-osmotik maka

pembelanaan energi dapat ditekan, sehingga pemanfaatan pakan menjadi lebih efisien yang pada akhirnya pertumbuhan ikan akan meningkat.

Efisiensi pemberian pakan (FE) (Takeuchi 1998)

$$FE = \frac{(Bt + Bd) - Bo}{F} \times 100$$

**Keterangan :**

FE = Efisiensi Pakan (%)

Bt = Biomassa ikan pada akhir percobaan (g)

Bo = Biomassa ikan pada awal percobaan (g)

Bd = Biomassa ikan yang mati selama percobaan (g)

F = Jumlah pakan yang dikonsumsi selama percobaan (g)

**d. Konversi Pakan**

Mutu pakan selain dapat diekspresikan dalam bentuk efisiensi pakan, dapat juga diekspresikan dalam bentuk konversi pakan. Konversi pakan artinya berapa kg pakan dapat diubah menjadi satu kg daging.

$$KP = \frac{F}{B_t - B_o}$$

**Keterangan :**

KP = Konversi pakan

F = Jumlah pakan yang diberikan (g)

B<sub>t</sub> = Biomassa akhir (g)

B<sub>o</sub> = Biomassa awal (g)

Makin kecil nilai konversi pakan berarti mutu pakan akan lebih baik dan sebaliknya.

**e. Retensi Protein dan Lemak**

Retensi protein dan lemak merupakan persentase jumlah protein pakan yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Sedangkan retensi energi merupakan persentase jumlah energi pakan yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Pakan yang diberikan apakah mencukupi untuk kebutuhan pokok dan pertumbuhan ikan dapat dilihat dari nilai retensi protein dan lemak oleh tubuh ikan. Adanya peningkatan kadar protein pada tubuh ikan, berarti terjadi pembentukan jaringan baru di dalam tubuh ikan. Jika pakan yang diberikan mempunyai kandungan energi dan komponen-komponen pakan terutama protein

yang cukup maka pemberian pakan tersebut dapat menyebabkan terjadi pertumbuhan pada ikan.

Retensi lemak dan energi yang tinggi akan berperan menyediakan energi untuk metabolisme, sehingga sebagian besar protein yang dikonsumsi dapat digunakan tubuh untuk pertumbuhan. Peningkatan kadar lemak dan energi di dalam tubuh ikan memberikan indikasi terjadi peningkatan energi cadangan di dalam tubuh ikan.

Retensi Protein (RP) dan Retensi Lemak (LR)

$$RP = \frac{\text{Pertambahan bobot protein tubuh (g)}}{\text{Bobot total protein yang dikonsumsi (g)}} \times 100$$

$$RL = \frac{\text{Pertambahan bobot lemak tubuh (g)}}{\text{Bobot total lemak yang dikonsumsi (g)}} \times 100$$

#### **f. Kecernaan Pakan**

Pakan yang masuk ke dalam saluran pencernaan akan dicerna menjadi senyawa sederhana berukuran mikro. Protein akan dihidrolisis menjadi asam-asam amino atau peptida sederhana, lemak menjadi gliserol dan asam lemak, dan karbohidrat menjadi gula sederhana

(Halver 1988). Senyawa-senyawa tersebut kemudian diabsorpsi melalui sel-sel enterosit yang terdapat di dinding usus, selanjutnya melalui sistem peredaran darah diedarkan ke seluruh tubuh.

Pakan yang dicerna oleh tubuh ikan dapat diukur sehingga diperoleh nilai pencernaan (koefisien pencernaan). Nilai pencernaan ini menggambarkan kemampuan ikan dalam mencerna suatu pakan dan juga menggambarkan kualitas pakan yang dikonsumsi ikan. NRC (1983) mengemukakan bahwa kemampuan cerna ikan terhadap suatu jenis pakan bergantung kepada kualitas dan kuantitas pakan, jenis bahan pakan, kandungan gizi pakan, jenis serta aktivitas enzim-enzim pencernaan pada sistem pencernaan ikan, ukuran dan umur ikan serta parameter fisik dan kimia perairan.

Pengukuran pencernaan pakan pada ikan, dimulai dengan terlebih dahulu memuasakan ikan selama 24 jam. Selanjutnya ikan diberi pakan yang mengandung indikator  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  sebanyak 0,7 % (Watanabe 1988) dan diberikan 2 kali sehari. Adaptasi ikan terhadap pakan yang mengandung  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  dilakukan selama 4 hari dan

setelah hari kelima dilakukan pengumpulan feses ikan. Feses yang telah terkumpul disentrifuse dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit kemudian disimpan di freezer untuk dianalisis pencernaan total (bahan keringnya).

Kecernaan total pakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kecernaan total (\%)} = (1 - b/a) \times 100$$

**Keterangan:**

b = Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%) dalam pakan

a = Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%) dalam feses

**g. Ekskresi Amonia**

Protein yang dikonsumsi ikan akan dicerna dan diserap dengan efisien. Asam amino yang tercerna yang berlebih dari yang dibutuhkan serta tidak digunakan dalam sintesis protein, akan dideaminasi sedangkan rantai karbon akan dioksidasi atau dikonversi menjadi lemak, karbohidrat atau senyawa lainnya. Selanjutnya nitrogen hasil deaminasi tersebut tadi dikeluarkan dari tubuh karena asam amino tidak disimpan dalam tubuh

sebagaimana halnya lemak dan karbohidrat (Jobling 1994). Nitrogen yang diekskresikan oleh ikan teleostei sebagian besar berupa amonia (75-90%), selebihnya berupa urea (5-15%), asam laurat, kreatin, kretinin, tri metil amin oksida (TMAO), inulin, asam para-aminohipurik dan asam amino (Jobling 1994; Ming 1985). Tinggi rendahnya amonia yang dikeluarkan ikan bergantung kepada kadar protein pakan, keberadaan energi non-protein (rasio protein energi), kualitas protein bahan pakan dan kondisi lingkungan hidupnya (pH dan suhu). Cai, Wemweskirchen dan Adelman (1996) mengemukakan bahwa amonia yang diekskresikan merupakan indikator yang baik dalam menentukan kadar protein pakan khususnya jika dihubungkan dengan pertumbuhan ikan. Hal ini dapat diterima karena nitrogen yang diekskresikan berkorelasi dengan total nitrogen yang dikonsumsi (Khosio et al. 1993). Ekskresi amonia juga dapat menunjukkan jumlah relatif protein pakan yang dicerna untuk sintesis protein atau sumber energi (Ming 1985).

Pengukuran ekskresi amonia dapat dilakukan untuk mengetahui banyaknya protein yang dikatabolisme di dalam tubuh ikan. Untuk melihat gambaran jenis nutrien yang dipakai dan dimanfaatkan oleh ikan pada proses metabolisme dalam menghasilkan energi dapat dilakukan pengukuran produksi CO<sub>2</sub> dan konsumsi O<sub>2</sub>. Pengukuran produksi CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> untuk mendapatkan nilai koefisien respirasi (RQ) yang merupakan perbandingan antara CO<sub>2</sub> yang diproduksi dengan O<sub>2</sub> yang dikonsumsi ikan. Dalam pengukuran ini, ikan dipuasakan selama 4 jam, kemudian ditimbang bobot tubuhnya. Pada waktu pengukuran akan dilakukan, ikan diberi pakan sampai kenyang. Kemudian dipindahkan ke wadah lain yang telah berisi air dan telah diaerasi selama 24 jam. Sampel air diambil setiap jam, pengukuran dilakukan selama lima jam, dan diukur kadar amonia, CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Selama pengukuran berlangsung, aerasi dimatikan dan ikan tidak diberi makan. Berdasarkan data tersebut dihitung nilai RQ nya.

$$RQ = \frac{\text{mg CO}_2 \text{ yang diproduksi/g ikan/jam}}{\text{mg O}_2 \text{ yang dikonsumsi/g ikan/jam}}$$

**Keterangan :**

Nilai RQ = 1.0 berarti karbohidrat digunakan (dikatabolisir) sebagai sumber energi

= 0.9 berarti protein digunakan sebagai sumber energi

= 0.71 berarti lemak digunakan sebagai sumber energi