

2.KEBUTUHAN NUTRISI INDUK IKAN

Semua jenis ikan membutuhkan zat gizi yang baik, biasanya terdiri dari protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral serta energi untuk aktivitas. Jumlah zat gizi yang dibutuhkan bergantung kepada jenis, ukuran, lingkungan hidup ikan dan stadia reproduksi. Pakan berfungsi sebagai sumber energi antara lain digunakan untuk mempertahankan hidup, pertumbuhan dan untuk proses reproduksi. Pakan yang dimakan pertama-tama akan digunakan untuk memelihara tubuh dan pergantian jaringan tubuh yang rusak, aktivitas, pertumbuhan dan kelebihan dari pakan baru digunakan untuk reproduksi. Pakan merupakan komponen penting dalam proses pematangan gonad, karena proses vitelogenesis membutuhkan nutrien, kualitas telur sangat ditentukan oleh kandungan nutrien yang ada dalam pakan, baik kualitas maupun kuantitasnya.

Kebutuhan Protein

Protein merupakan nutrisi utama yang mengandung nitrogen. Protein adalah unsur utama dari jaringan dan organ tubuh hewan dan juga senyawa nitrogen lain seperti asam nukleat, enzim, hormon, vitamin dan lain-lain. Jadi persediaan protein yang terus menerus diperlukan dalam makanan untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan yang rusak. Protein merupakan molekul kompleks yang terdiri dari asam-asam amino, baik esensial maupun non-esensial. Asam amino esensial tidak dapat disintesis dalam tubuh, sehingga asam amino tersebut perlu diberikan melalui pakan. Protein dengan kandungan asam-asam aminonya diperlukan untuk pertumbuhan, pemeliharaan jaringan tubuh, pembentukan enzim dan beberapa hormon serta antibodi dalam tubuh, disamping itu juga berfungsi sebagai sumber energi. Kebutuhan protein untuk ikan berbeda-beda menurut spesiesnya dan pada umumnya berkisar antara 25 sampai 40%.

Protein merupakan komponen esensial yang dibutuhkan untuk reproduksi. Protein merupakan

komponen dominan kuning telur, sedangkan jumlah dan komposisi telur menentukan besar kecil ukuran telur dan ukuran telur merupakan indikator kualitas telur. Sedangkan komposisi kimia kuning telur bergantung kepada status nutrien yang diberikan dan kondisi induk itu sendiri.

Kebutuhan Lemak

Lemak adalah senyawa organik yang tidak larut dalam air tetapi dapat diekstraksi dengan pelarut nonpolar seperti kloroform, eter dan benzena. Senyawa organik ini terdapat didalam semua sel dan berfungsi sebagai komponen struktur sel, penyimpan bahan bakar metabolik, untuk mengangkut bahan bakar, sebagai komponen pelindung dinding sel, dan juga sebagai komponen pelindung kulit vertebrata. Beberapa senyawa lipid mempunyai aktivitas biologi yang penting didalam tubuh, diantaranya vitamin dan hormon. Dari sudut pandang nutrisi lemak merupakan sumber kalori penting di samping berperan sebagai pelarut berbagai vitamin. Lemak termasuk bahan biokimia yang paling banyak dipelajari

dari organisme akuatik. Hal ini karena tingginya kadar lipid pada kebanyakan organisme akuatik dan karena lemak akuatik mengandung ω -3 poly unsaturated fatty acids (PUFA)/asam lemak tidak jenuh dalam konsentrasi yang tinggi. Di antara hewan yang dibudidayakan, ikan adalah sumber yang paling kaya akan ω -3 PUFA dan memberikan dampak yang sangat mendasar terhadap nutrisi ikan.

Lemak mempunyai peranan yang penting bagi ikan, karena selain sebagai sumber energi non protein dan asam lemak esensial juga berfungsi memelihara struktur dan fungsi membran sel. Di samping itu lemak pakan juga berguna untuk mempertahankan daya apung tubuh. Peranan asam lemak esensial bagi perkembangan embrio adalah sebagai penyusun struktur membran sel dan sebagai prekursor prostaglandin, selain sebagai sumber energi. Lemak dalam satu unit yang sama mengandung energi dua kali lipat dibandingkan dengan protein dan karbohidrat. Apabila lemak dapat menyediakan energi untuk metabolisme, maka sebagian besar protein yang dikonsumsi dapat digunakan untuk pertumbuhan dan bukan digunakan sebagai sumber energi. Penambahan lemak ke

dalam pakan perlu diperhatikan kuantitasnya, karena kadar lemak yang berlebihan akan menyebabkan penyimpanan lemak pada tubuh ikan.

Pakan harus mengandung asam lemak tidak jenuh seperti linoleat dan linolenat. Kadar asam lemak ikan red seabream sangat dipengaruhi oleh kadar asam lemak pakan yang diberikan sebelum pemijahan. Kebutuhan ikan akan asam lemak berbeda untuk setiap spesies. Dari berbagai penelitian telah diketahui bahwa ada tiga kelompok ikan jika ditinjau dari kebutuhan asam lemak pakannya. *Kelompok pertama* adalah ikan yang hanya memerlukan asam lemak linoleat, seperti ikan tilapia. *Kelompok ke dua*, hanya memerlukan asam lemak linolenat, seperti ikan red seabream dan yellow tail, dan *kelompok ketiga* adalah yang memerlukan kedua asam lemak tersebut, seperti ikan lele.

Kebutuhan Karbohidrat

Karbohidrat merupakan salah satu makro nutrien dan menjadi sumber energi utama bagi manusia dan hewan darat. Pada ikan, tingkat pemanfaatan karbohidrat dalam

pakan umumnya lebih rendah khususnya pada ikan karnivora. Ikan yang hidup di perairan tropis dan di air tawar lebih mampu memanfaatkan karbohidrat daripada ikan yang hidup di perairan dingin dan air laut. Sebagai sumber energi, ikan laut lebih banyak memanfaatkan protein dan lemak daripada karbohidrat. Namun demikian, peranan karbohidrat dalam pakan terhadap kehidupan dan pertumbuhan ikan juga sangat penting. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan yang diberi pakan dengan kandungan protein tinggi tanpa karbohidrat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan dan retensi protein tubuh. Selain itu pakan yang mengandung karbohidrat terlalu sedikit akan menyebabkan terjadinya tingkat katabolisme protein dan lemak yang tinggi untuk mensuplai kebutuhan energi ikan dan menyediakan metabolisme lanjutan (intermedier) untuk sintesis senyawa biologi penting lainnya, sehingga pemanfaatan protein untuk pertumbuhan menjadi berkurang. Oleh karena itu, perlu adanya keseimbangan antara kandungan protein, lemak dan karbohidrat didalam pakan.

Karbohidrat didalam pakan ikan dalam bentuk serat kasar dan bahan ekstrak tanpa N. Karbohidrat merupakan sumber energi yang relatif murah dan berguna sebagai prekursor berbagai hasil metabolit intermedier yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan seperti untuk biosintesis asam-asam amino non esensial dan asam-asam nukleat. Dibandingkan dengan lemak dan protein, karbohidrat menghasilkan energi yang lebih kecil setiap gramnya, tetapi karbohidrat dapat digunakan sebagai sumber energi dan kebutuhan karbohidrat berkaitan dengan aktivitas protein. Ikan mempunyai kemampuan lebih rendah dalam memanfaatkan karbohidrat dibandingkan hewan darat, namun karbohidrat harus tersedia di dalam pakan. Apabila karbohidrat tidak tersedia maka nutrien yang lain seperti protein dan lemak akan di metabolisme untuk dijadikan energi sehingga pertumbuhan ikan akan menjadi lambat. Kemampuan ikan untuk memanfaatkan karbohidrat bergantung kepada kemampuannya dalam menghasilkan enzim amilase. Umumnya ikan air tawar memerlukan karbohidrat lebih besar dari 20%.

Kebutuhan Vitamin dan Mineral

Vitamin dan mineral merupakan elemen mikro bahan makanan. Elemen mikro vitamin dalam pakan hewan diperlukan sebagai fungsi katalisator yang berperan untuk pertumbuhan atau reproduksi. Tidak semua vitamin diperlukan oleh ikan, vitamin menjadi esensial apabila tubuh tidak dapat mensintesisnya. Vitamin merupakan zat gizi esensial yang dibutuhkan ikan dari makanannya, karena ikan tidak dapat mensintesa sendiri di dalam tubuhnya. Kebutuhan vitamin oleh ikan bervariasi menurut spesies, ukuran, dan umur. Dari beberapa penelitian terlihat bahwa nutrisi penentu dalam perkembangan induk agar menghasilkan telur dan sperma dengan kualitas dan kuantitas yang baik adalah asam lemak esensial, vitamin A, C dan E serta mineral Zn.

Kandungan vitamin A dalam pakan yang optimum untuk mendukung pertumbuhan beberapa jenis ikan telah diketahui dan berbeda antara satu spesies dengan spesies yang lainnya. Sebagai contoh, ikan guppy membutuhkan vitamin A sebanyak 2000-4000 IU/kg pakan dan rainbow

trout membutuhkan 2500 IU/kg pakan. Nilai optimum tersebut ternyata lebih rendah dari yang dibutuhkan ikan mas, yaitu berkisar antara 4000-20000 IU/kg dan channel catfish yaitu 5500 IU/kg. Sementara itu untuk kebutuhan reproduksinya, *Penaeus indicus* memerlukan vitamin A sebesar 50000 IU/kg pakan. Pemberian vitamin A dalam pakan induk sangat besar pengaruhnya terhadap kadar vitamin A didalam telur ikan. Nilai kritikal vitamin A yang dapat menentukan kualitas telur ikan salmon adalah 1 - 3 μ g karotenoid/gram telur. Pada kadar tersebut prosentase penetasan lebih dari 80%, disamping itu karotenoid juga berfungsi untuk respirasi didalam telur.

Vitamin C secara struktural merupakan vitamin yang paling sederhana, dibutuhkan untuk mempertahankan proses-proses fisiologi hewan, termasuk juga ikan. Vitamin C memainkan peranan yang penting sebagai koenzim didalam berbagai reaksi hidroksilasi yang meliputi hidroksilasi triptofan, tirosin, lisin, penilalanin dan prolin. Vitamin C atau asam askorbat (AAs) sangat mudah teroksidasi menjadi dehidro-asam askorbat (d-AAs),

reaksi ini bersifat dua arah sehingga dapat kembali menjadi bentuk AAs. Tetapi oksidasi d-AAs bersifat satu arah yang akan menghasilkan asam diketogulonat yang merupakan bentuk yang tidak aktif dan tidak mempunyai aktivitas secara biologi.

Kehilangan vitamin C dapat terjadi ketika proses pembuatan dan penyimpanan pakan. Kehilangan AAs selama proses pembuatan dan penyimpanan pakan lebih kurang sebesar 50%. Beberapa upaya telah dilakukan untuk meningkatkan stabilitas vitamin C ini seperti melalui pelapisan atau menggunakan senyawa-senyawa turunan AAs seperti L-askorbil-2-monofosfat (L-Amf), L-askorbil-2-polifosfat (L-Apf), L-askorbil-6-palmiat (L-AP), dan L-askorbil-2.

Kebutuhan vitamin C untuk ikan bergantung kepada spesies, kondisi lingkungan, ada atau tidaknya stres fisiologis, umur ikan dan komposisi pakan. Untuk induk ikan nila merah membutuhkan vitamin C sebesar 2000 mg/kg pakan dalam bentuk L-AFMg. Sedangkan untuk pemeliharaan induk rainbow trout pemberiannya paling sedikit 100 mg AAs/kg pakan. Kebutuhan vitamin C

tersebut ternyata lebih rendah dibanding ikan salmon yaitu 300 mg AAs/kg pakan, tetapi lebih tinggi daripada ikan mas yang kebutuhannya antara 30-50 mg AAs/kg pakan. Dilain pihak untuk induk udang *Penaeus japonicus* jumlah vitamin C yang dibutuhkan untuk perkembangan gonadnya adalah 500 mg AAs/kg pakan.

Vitamin E (α -tokoferol) adalah salah satu unsur nutrien yang harus ada dalam pakan, karena dibutuhkan sebagai bahan struktur somatik, gonadik dan penentu kualitas telur. Apabila oosit atau telur dalam perkembangannya tidak memperoleh vitamin dalam jumlah yang cukup, maka telur akan menjadi busuk, diameter telur relatif kecil dan derajat penetasan rendah, selanjutnya memungkinkan terjadinya derajat kelangsungan hidup larva yang rendah. α -tokoferol berperan dalam melindungi unit-unit oosit atau telur akibat kerusakan oleh proses oksidasi. Jadi dengan adanya α -tokoferol, maka asam lemak tidak jenuh terutama asam lemak esensial tidak teroksidasi, sehingga selanjutnya hasil reproduksi dapat ditingkatkan.

Vitamin C dan E dapat berfungsi secara sinergis sebagai antioksidan, melindungi asam lemak secara *in vitro* dan *in vivo*. Nitrosamin yang dibentuk dari reaksi nitrit (NO_2) dengan amin dalam kondisi pH 2-4 didalam lambung memerlukan antioksidan vitamin C dan E. α -tokoferol merupakan salah satu bentuk vitamin E yang secara praktis tidak larut dalam air tetapi hampir secara keseluruhan larut dalam minyak, lemak, aseton, alkohol, kloroform, eter, benzene dan pelarut lemak lainnya. Salah satu fungsi utama α -tokoferol adalah sebagai antioksidan. Sebagai antioksidan, α -tokoferol mencegah terjadinya oksidasi pada unit-unit lemak, terutama asam lemak tidak jenuh dan fosfolipid membran sel. Sifat vitamin E (α -tokoferol) yang hanya larut dalam lemak menyebabkan transpor vitamin ini didalam tubuh sejalan dengan transpor lemak.

Pada masa reproduksi, α -tokoferol akan didistribusikan ke jaringan adiposa oosit. Sebelum sampai ke jaringan tersebut, α -tokoferol bersama asam lemak berantai panjang yang berbentuk micelles terlebih dahulu diabsorpsi pada segmen usus. Selanjutnya oleh enterosit

dalam bentuk gabungan kilomikron (α -tokoferol dengan mono, di dan trigliserida), vitamin tersebut dibawa ke saluran limfatik. Dari sistem limfatik α -tokoferol bersama very low density lipoprotein (VLDL) akan masuk ke dalam sirkulasi darah, Pada sistem sirkulasi vena, α -tokoferol langsung dikirim sebagian ke bagian yang membutuhkan. Sebagian lagi α -tokoferol terlebih dahulu masuk ke hati melalui ductus toracicus dan bergabung dengan VLDL yang kaya akan trigliserida dan high density lipoprotein (HDL) yang kaya akan fosfolipid, kolesterol dan ester. VLDL dan low density lipoprotein (LDL) ini disintesa oleh hati. Kemudian α -tokoferol kembali dikirim ke pembuluh darah vena yang datang dari hati, dikonversi menjadi LDL oleh bantuan enzim lipoprotein lipase dalam serum darah. Selanjutnya α -tokoferol dalam LDL siap di kirim ke jaringan adipose. Kadar α -tokoferol dalam serum di ukur pada VLDL, LDL, HDL dan VHDL (vitelogenin high density lipoprotein). Ternyata ikan salmon atlantik menyimpan α -tokoferol sebagian besar didalam dagingnya, sebab bobot basah ototnya 50% atau lebih. Selama vitelogenesis kandungan α -tokoferol dalam tubuh menurun sampai kira-

kira 10% sampai kepada tingkat pematangan. Dengan mengidentifikasi transpor lipid selama vitelogenesis, diduga bahwa α -tokoferol ditranspor dari jaringan ke hati oleh HDL dan selanjutnya ditranspor dari hati ke ovarium oleh LDL.

Kebutuhan ikan terhadap vitamin E dalam ransum berbeda-beda bergantung kepada jenis dan umur ikan. Jenis ikan-ikan catfish kebutuhan vitamin E berkisar antara 60-240 mg/kg ransum ikan. Sedangkan untuk jenis salmonid membutuhkan vitamin E 35 mg/kg hingga 300 mg/kg pakan. Vitamin E dan asam lemak esensial dibutuhkan secara bersamaan untuk pematangan gonad ikan dan dosis vitamin E didalam pakan akan bergantung kepada kandungan asam lemak esensial yang ada didalam pakan tersebut. Semakin tinggi kandungan asam lemaknya, maka kebutuhan vitamin E juga semakin tinggi. Sebagai antioksidan, vitamin E mencegah terjadinya oksidasi pada unit-unit asam lemak terutama asam lemak tidak jenuh dan fosfolipid membran sel. Pada tingkat seluler vitamin E, d- α -tokoferol mempunyai peranan sebagai antioksidan terhadap asam lemak tidak jenuh (PUFA) yang berada

pada membran sel sehingga meningkatkan efisiensi permeabilitas membran tersebut. Vitamin E dan asam lemak esensial dibutuhkan secara bersamaan untuk pematangan gonad ikan dan dosis vitamin E didalam pakan akan bergantung kepada kandungan asam lemak esensial yang ada didalam pakan tersebut.

Mineral merupakan unsur pokok bagi pembentukan gigi, tulang dan menjaga keseimbangan asam basa serta berperan dalam proses osmotik antara hewan dengan lingkungan perairan, disamping itu juga berperan dalam pembekuan darah, fungsi otot dan sebagai kofaktor dalam reaksi enzimatik. Dinyatakan juga apabila kekurangan fosfor, terutama pada ikan mas dapat menyebabkan tulang belakang bengkok dan rapuh serta kandungan lemak dalam daging meningkat. Mineral merupakan unsur yang dapat menjaga keseimbangan asam basa, juga berperan dalam proses osmotik. Selain itu, mineral juga penting untuk fungsi pembekuan darah, fungsi otot dan sebagai ko-faktor dalam reaksi enzimatik. Beberapa kelainan yang timbul akibat defisiensi vitamin E dapat dicegah dengan pemberian asam amino yang mengandung sulfur dan

mineral selenium. Percobaan pemberian pakan berprotein rendah terhadap induk red seabream tanpa penambahan fosfor menghasilkan produksi telur yang rendah. Kebutuhan mineral Zn dan Cu sangat dipengaruhi oleh vitamin E. Mineral Zn berfungsi sebagai stabilisator biomembran. Penambahan Zn dalam pakan dapat meningkatkan kestabilan tokoferol plasma.

Pada ikan mineral seng (Zn) dapat di peroleh dari lingkungan (air) dan dari pakan yang dikonsumsi. Mineral seng yang diperoleh dari air diserap melalui insang, ginjal, kulit, lapisan mukosa rongga mulut. Sedangkan bahan pakan yang banyak mengandung mineral seng antara lain adalah tepung ikan, tepung biji sereal, pupuk ternak kering, kulit biji gandum, beras gilingan, tepung kepiting, tepung bunga matahari, tepung jagung dan lain-lain. Seperti unsur mineral lainnya selain diperoleh dari lingkungan perairan, mineral seng perlu ditambahkan ke dalam sumber pakannya agar kebutuhan ikan akan mineral seng terpenuhi. Untuk menghindari kekurangan mineral seng dalam tubuh ikan, maka harus diberikan mineral seng dalam jumlah yang cukup atau sesuai dengan kebutuhan

ikan. Untuk ikan yang kekurangan mineral seng biasanya dalam pakan dapat ditambahkan $ZnSO_4$ dan $Zn(NO_3)_2$.

Kebutuhan mineral seng dalam pakan bergantung kepada bahan baku yang digunakan. Kebutuhan Cannel Catfish akan mineral Zn adalah 20 mg/kg pakan (murni), sedangkan dalam pakan direkomendasikan penambahan Zn sebesar 150 mg/kg pakan, karena ada faktor asam fitat dan tingginya kandungan kalsium dalam pakan dapat mempengaruhi penyerapan seng dalam tubuh. Sedangkan untuk ikan mas dengan bobot awal 1.5-1.9 gram membutuhkan Zn (murni) sebesar 15-30 mg/kg pakan dan untuk ikan nila dengan bobot awal 8.4 gram membutuhkan Zn (murni) sebesar 30 mg/kg pakan. Kebutuhan ikan eel akan mineral seng untuk pertumbuhannya adalah 50 - 100 mg/kg pakan.

Kebutuhan ikan akan mineral seng bervariasi, dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain stadium (umur), kematangan seks, komposisi pakan, suhu air dan kualitas kimia air. Komposisi seng dalam pakan dapat mempengaruhi daya cerna protein dan karbohidrat, karena defisiensi seng dapat menurunkan aktivitas beberapa

enzim. Selanjutnya dinyatakan bahwa peningkatan kadar seng dalam pakan ikan mas dan rainbow trout dapat mempengaruhi penyimpanan protein dalam tubuhnya.

Ikan-ikan air tawar memerlukan kandungan Zn dalam pakan sebesar 15-30 ppm untuk pertumbuhannya, apabila bahan baku pakan rendah kalsium dan asam fitat. Hasil penelitian terhadap benih ikan gurame menunjukkan bahwa untuk mencapai pertumbuhan yang optimal perlu penambahan 25-50 mg Zn/kg pakan, apabila dalam bahan baku pakan sudah mengandung 26,99 mg seng.

Dampak dari defisiensi mineral Zn untuk setiap spesies ikan berbeda-beda. Defisiensi seng dapat mempengaruhi konsentrasi Zn pada ovarium dan testis ikan rainbow trout serta ikan mas. Pada ikan channel catfish dapat menyebabkan pertumbuhan menurun, nafsu makan rendah dan menurunkan tingkat serum alkaline phosphatase. Pada ikan mas menyebabkan pertumbuhan lambat, selera makan menurun, kematian tinggi, pengikisan kulit dan sirip serta menaikkan kadar besi dan tembaga di usus dan hepatopankreas. Kekurangan seng pada rainbow trout dapat menyebabkan pertumbuhan menurun,

mortalitas tinggi, pengikisan pada sirip dan kulit serta katarak pada mata dan bentuk tubuh menjadi kecil dan pendek (dworfish). Pada japanese eel akan menyebabkan bentuk tubuh yang kerdil sedangkan pada channel catfish juga menyebabkan pertumbuhan lambat.