

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pakan Alami

Salah satu faktor pendukung dalam keberhasilan usaha budidaya ikan adalah ketersediaan pakan, baik pakan alami maupun pakan buatan. Pakan merupakan unsur penting dalam budidaya ikan. Pakan yang baik memiliki komposisi zat gizi yang lengkap seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral (Cahyono, 2001 *dalam* Novita *et al.*, 2014). Pakan merupakan salah satu faktor pembatas bagi organisme yang dibudidayakan. Sebagian besar stadia awal larva ikan, memerlukan pakan alami (Sari dan Manan, 2012).

Menurut Liviawaty *et al.*(1990) *dalam* Hamdhani (2006), mengatakan bahwa pakan alami merupakan makanan ikan yang dapat diperoleh dari alam tempatnya tumbuh tanpa bantuan manusia, atau dapat pula diperoleh secara buatan melalui usaha budidaya. Pakan alami adalah makanan hidup bagi larva dan benih ikan atau udang. Pakan alami sebagai makanan ikan meliputi fitoplankton, zooplankton dan benthos. Fitoplankton, zooplankton dan benthos berperan sebagai sumber karbohidrat, lemak, protein dengan susunan asam amino yang lengkap serta mineral bagi larva atau benih ikan, udang dan hewan akuatik lainnya (Hadiwigeno, 1990). Pakan alami menjadi kebutuhan pokok dalam budidaya hewan laut baik ikan dan udang. Pakan alami dijadikan sebagai sumber energi yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup (Tyas, 2004 *dalam* Sulistyowati *et al.*, 2007).

Kandungan protein merupakan unsur zat terpenting yang diperlukan untuk pertumbuhan ikan karena jumlah dan kualitas protein sangat mempengaruhi tingkat pertumbuhan ikan. Pemberian pakan pada ikan harus dilakukan seefisien mungkin yakni jumlah kualitas dan sumber bahan pakan harus sesuai dengan

kebutuhan ikan sekitar 60-65% dari biaya produksi adalah biaya untuk pakan (Cahyono, 2000 *dalam* Novita *et al.*, 2014). Menurut Makmur (2004) *dalam* Agus *et al.*(2010), bahwa kandungan nutrisi yang terdapat dalam pakan sangat berpengaruh terhadap hasil panen, yang merupakan tujuan akhir dari proses budidaya.

Fitoplankton merupakan produsen untuk berbagai organisme air. Dengan adanya klorofil, fitoplankton mampu melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis pada suatu ekosistem perairan yang dilakukan oleh fitoplankton (produsen), merupakan sumber protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral bagi kelompok organisme air lainnya yang berperan sebagai konsumen, dimulai dengan zooplankton dan diikuti oleh kelompok organisme lainnya yang membentuk rantai makanan (Barus, 2002 *dalam* Utami *et al.*, 2012).

Menurut Mahmud *et al.*(2012), fitoplankton merupakan komponen biotik yang berperan dalam transfer energi ke tingkat trofik organisme yang lebih tinggi. Sehingga kondisi struktur komunitas fitoplankton pada suatu perairan budidaya tambak dapat mempengaruhi kestabilan rantai makanan hingga tingkat trofik yang lebih tinggi termasuk hewan budidaya yang ada didalamnya.

Fitoplankton (plankton tumbuhan) merupakan organisme autotrof yaitu dapat memenuhi kebutuhan hidupnya dengan memanfaatkan nutrisi anorganik melalui proses fotosintesis (photoautotrof) dan sintesis kimia (chemoautotrof). Fitoplankton sangat baik untuk makanan ikan. Selain disukai oleh ikan-ikan pemakan plankton, fitoplankton diperlukan oleh ikan-ikan dewasa seperti bandeng (Piranti, 2013). Fitoplankton adalah sebagai penyusun produksi primer dan zooplankton atau bentos sebagai penyusun produksi sekunder. Produksi primer dan sekunder secara alamiah berinteraksi dengan jasad hewani dan nabati serta unsur hara membentuk siklus yang utuh dalam berbagai ekosistem (Hadiwigeno, 1990).

2.2 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Klasifikasi ikan bandeng menurut Saanin (1968) dalam Fishbase (2004) adalah sebagai berikut:

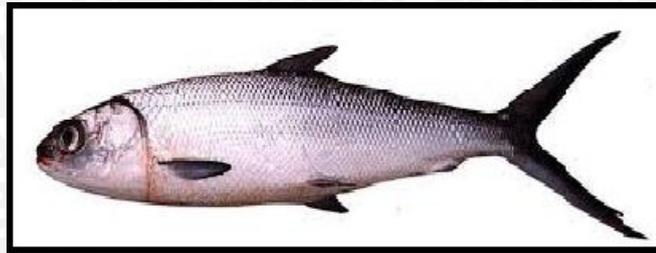
Kongdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Sub Phylum	: Vertebrata
Class	: Pisces
Sub Class	: Teleostei
Ordo	: Malacopterygii
Family	: Chanidae
Genus	: <i>Chanos</i>
Spesies	: <i>Chanos chanos</i>

Ciri-ciri ikan bandeng memiliki tubuh yang panjang, mata agak kecil, dengan kepala yang lonjong. Ikan bandeng memiliki sisik yang kecil-kecil dengan daging yang putih bersih (Purnomowati *et al.*,2007). Secara eksternal ikan bandeng mempunyai bentuk kepala mengecil dibandingkan lebar dan panjang badannya, matanya tertutup oleh selaput lendir (*adipose*). Sisik ikan bandeng yang masih hidup berwarna perak, mengkilap pada seluruh tubuhnya. Pada bagian punggungnya berwarna kehitaman atau hijau kekuningan atau kadang-kadang albino, dan bagian perutnya berwarna perak serta mempunyai sisik lateral dari bagian depan sampai sirip ekor (Novianto, 2011).

Ikan bandeng mempunyai sirip dada yang terbentuk dari lapisan semacam lilin dan tersusun dari tulang lunak berjumlah antara 16-17 batang. Sirip punggung terbentuk dari kulit yang berlapis dan licin, terletak jauh di belakang tutup insang dan tersusun dari tulang sebanyak 14 batang. Sirip perut terletak pada bagian bawah tubuh, sirip anus terletak di bagian depan anus dan sirip ekor

berukuran paling besar dibandingkan sirip-sirip lain (Purnomowati *et al.*,2007).

Gambar ikan bandeng dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ikan Bandeng (Sumber. Google Image, 2015)

Ikan bandeng memiliki sifat *euryhalien*, artinya mudah dan cepat beradaptasi ke daerah air payau bahkan mampu melawan arus hingga mendapatkan air tawar. Ikan ini akan cepat berpindah secara bergerombol apabila banyak ikan pemangsa (predator) ataupun ada perubahan temperatur air yang mendadak (Purnomowati *et al.*,2007).

2.3 Kebiasaan Makan Ikan Bandeng

Menurut Djarijah (1995), berdasarkan macam pakan yang dimakannya, ikan dapat dibedakan menjadi tiga golongan yaitu pemakan tumbuh-tumbuhan (herbivora), pemakan daging (karnivora) dan pemakan campuran (omnivora). Jenis ikan pemakan tumbuh-tumbuhan adalah jenis ikan yang makanan utamanya terdiri dari bahan-bahan pangan yang banyak mengandung sumber nutrisi nabati (tumbuh-tumbuhan). Ikan bandeng termasuk ikan pemakan tumbuh-tumbuhan (herbivora).

Ikan bandeng mempunyai kebiasaan makan pada siang hari. Di habitat aslinya ikan bandeng mempunyai kebiasaan mengambil makanan dari lapisan atas dasar laut, berupa tumbuhan mikroskopis seperti plankton dan tanaman multiseluler lainnya. Makanan ikan bandeng disesuaikan dengan ukuran mulutnya, ikan ini tidak mampu menelan makanan yang berukuran besar dan keras. Ikan bandeng akan menyukai jenis makanan yang berupa unsur tumbuh-

tumbuhan yang membusuk, plankton, dan *klekap* atau sekumpulan ganggang biru yang tumbuh di dasar perairan. *Klekap* ini jika sudah mengapung biasa disebut sebagai *tahi air* (Purnomowati *et al.*, 2007).

2.4 Jenis Pakan Ikan Bandeng

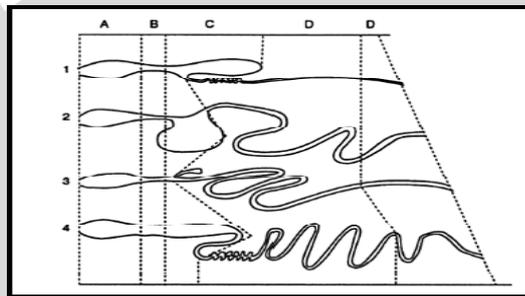
Menurut Murtidjo (2002), larva ikan bandeng memerlukan makanan alami berupa Rotifera dan Artemia. Rotifera diperlukan sebagai makanan larva bandeng mulai usia 2-10 hari. Artemia salina merupakan makanan alami larva ikan bandeng setelah mencapai usia 10-28 hari.

Menurut Aqil (2010), makanan alami bagi ikan bandeng dapat berupa fitoplankton, zooplankton, tumbuhan air ataupun detritus. Isi lambung ikan bandeng juvenil didominasi oleh alga yang terdiri dari alga sel tunggal (Chlorophyta), sel tunggal dan sel berfilamen (Cyanophyta), diatom, crustacea, ciliata, dinoflagellata, rotatoria dan yang terbesar adalah detritus. Sementara di tambak, bandeng dikenal sebagai pemakan klekap (*tahi air* atau bangkai), yaitu kehidupan kompleks yang didominasi oleh ganggang biru (*Cyanophyceae*) dan ganggang kersik (*Baccillariophyceae*) (Kordi, 2010).

Secara umum jenis makanan ikan bandeng yaitu Chlorophyceae, Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Dinophyceae dan potongan tumbuhan. Dalam tiap kelompok ukuran, komposisi makanan yang ditemukan tidak berbeda jauh. Dari nilai indeks makanan penting maka ikan bandeng termasuk kelompok herbivora (Nurnaningsih *et al.*, 2005). Indeks makanan dapat menunjukkan pakan alami yang disukai maupun kurang disukai oleh ikan. Jika nilai positif terjadi pemilihan pakan yang positif terhadap pakan alami dan nilai negatif terjadi pemilihan pakan negatif terhadap pakan alami (Effendie, 1979).

2.5 Saluran Pencernaan Ikan Bandeng

Sistem pencernaan ikan bandeng terdiri atas dua bagian, yakni saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Mulai dari muka sampai kebelakang, saluran pencernaan terdiri atas mulut, kerongkongan, eosofagus, lambung, usus dan dubur, sedangkan kelenjar pencernaan terdiri atas hati dan kantong empedu. Selain itu, lambung dan usus juga berfungsi sebagai kelenjar pencernaan. Saluran pencernaan ikan bandeng lebih panjang dibandingkan dengan saluran pencernaan ikan pemakan daging (Murtidjo, 2002). Gambar ukuran dan susunan alat pencernaan ikan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ukuran dan Susunan Alat Pencernaan Ikan (*Sumber: Djarijah, 1995*)

Keterangan :

- | | |
|------------------|----------------------------------|
| A. Mulut | 1. Ikan Trout – ikan karnivora |
| B. Eosofagus | 2. Ikan Lele – ikan omnivora |
| C. Perut | 3. Ikan Mas – ikan omnivora |
| D. Usus Tengah | 4. Ikan Bandeng – ikan herbivora |
| E. Usus Belakang | |

Menurut Djarijah (1995), ikan herbivora panjang total ususnya melebihi panjang total badannya. Panjang usus ikan ini terkadang mencapai 5 kali panjang total badannya. Sedangkan panjang usus ikan karnivora lebih pendek dari panjang total badannya. Panjang total usus ikan omnivora hanya sedikit lebih panjang dari panjang total badannya.

2.6 Pengertian dan Sistem Budidaya pada Tambak

Tambak merupakan salah satu wadah yang dapat digunakan untuk membudidayakan ikan air payau atau laut. Letak tambak biasanya berada di sepanjang pantai dan mempunyai luas berkisar antara 0,3-2 ha. Luas petak tambak sangat bergantung kepada sistem budidaya yang diterapkan (Alifuddin, 2003). Menurut Wahyudi *et al.*(2013), tambak merupakan salah satu jenis habitat yang dipergunakan sebagai tempat untuk kegiatan budidaya air payau yang berlokasi di daerah pesisir. Manajemen tambak yang berada di Indonesia dilakukan mulai dari pembesaran dan masa panen, sedangkan untuk bibit diperoleh dari penjual atau tangkapan langsung dari alam. Teknologi yang diterapkan dalam pengelolaan tambak terdiri atas tiga tipe tambak yakni tambak tradisional, tambak semi intensif dan tambak intensif.

Umumnya budidaya tambak tradisional selalu mengedepankan luas lahan, pasang surut dan tanpa pemberian makanan tambahan sehingga makanan bagi komoditas yang dibudidayakan harus tersedia secara alami dalam jumlah yang cukup (Murachman *et al.*, 2010). Polikultur adalah sistem pemeliharaan di mana dalam satu kolam terdapat lebih dari satu spesies yang dipelihara. Keuntungan sistem polikultur adalah makanan alami dimanfaatkan oleh ikan secara efektif, penggunaan lahan menjadi efisien, produksi kolam akan meningkat, produksi tiap spesies ikan akan lebih tinggi dan tingkat kepadatan setiap spesies ikan umumnya sama atau sedikit lebih rendah. Salah satu masalah yang dihadapi pada sistem polikultur adalah penentuan kombinasi spesies ikan yang paling efektif dalam memanfaatkan makanan alamiah yang tersedia di kolam. Kombinasi spesies ikan harus dapat hidup bersama tanpa menimbulkan persaingan untuk mendapatkan makanan atau ruang gerak (Afrianto dan Liviawaty, 1991).

2.7 Parameter Kualitas Air

2.7.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Menurut Cholik (2005) dalam Agus (2008), faktor abiotik yang berperan penting dalam pengaturan aktivitas hewan akuatik adalah suhu. Suhu air mempengaruhi proses fisiologi ikan seperti respirasi, metabolisme, konsumsi pakan, pertumbuhan, tingkah laku, reproduksi, kecepatan detoksifikasi dan bioakumulasi serta mempertahankan hidup. Nilai optimum suhu untuk budidaya ikan bandeng berkisar antara 26-32°C (Ahmad *et al.*, 1999).

Kondisi perairan akan mengalami kejenuhan oksigen apabila kenaikan suhu di perairan semakin cepat, akibatnya konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan semakin menurun. Sejalan dengan hal tersebut, konsumsi oksigen pada biota air menurun dan dapat mengakibatkan menurunnya metabolisme dan kebutuhan energi (Boyd, 1990). Menurut Effendi (2003), peningkatan suhu perairan sebesar 10°C dapat menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebanyak dua sampai tiga kali lipat. Perubahan suhu juga berakibat peningkatan dekomposisi bahan-bahan organik oleh mikroba.

Menurut Ghufro dan Kordi (2010), suhu sangat berkaitan erat dengan konsentrasi oksigen terlarut dalam air dan konsumsi oksigen hewan air. Suhu berbanding terbalik dengan konsentrasi jenuh oksigen terlarut, tetapi berbanding lurus dengan laju konsumsi oksigen hewan air dan laju reaksi kimia dalam air. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menekan kehidupan hewan budi daya, bahkan menyebabkan kematian jika peningkatan suhu sampai ekstrem (drastic). Hubungan antara suhu air dan kandungan oksigen terlarut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan Antara Suhu Air Dan Kandungan Oksigen Terlarut

Suhu air ($^{\circ}\text{C}$)	Kandungan oksigen terlarut (ppm)
0	14,18
5	12,34
10	10,92
15	9,79
20	8,88
25	8,12
30	7,48

(Sumber: Jangkaru, 1984 dalam Ghufron dan Kordi, 2010)

b. Kecerahan

Kecerahan adalah sebagian cahaya yang diteruskan ke dalam air dan dinyatakan dengan persen (%). Dari beberapa panjang gelombang di daerah spektrum, terlihat cahaya yang melalui lapisan sekitar satu meter jatuh agak lurus pada permukaan air (Ghufron dan Kordi, 2010). Menurut Effendi (2003), kecerahan air tergantung pada warna dan kekeruhan. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*.

Kecerahan suatu perairan dapat digunakan untuk mengetahui sejauh mana masih ada kemungkinan terjadi proses asimilasi dalam air serta lapisan-lapisan yang tidak keruh, agak keruh dan paling keruh. Air yang tidak terlampau keruh dan tidak terlampau jernih pula baik untuk kehidupan ikan. Bila kecerahan disebabkan oleh plankton, maka kecerahan mencerminkan jumlah individu plankton, yaitu jasad renik yang melayang dan selalu mengikuti gerak air. Semua plankton menjadi berbahaya kalau kecerahan sudah kurang dari 25 cm kedalaman *secchi disk*, pergantian air sebaiknya segera dilakukan sebelum fitoplankton mati berurutan yang diikuti penurunan oksigen terlarut secara drastis. Kecerahan yang baik bagi usaha budi daya ikan berkisar 30-40 cm yang diukur menggunakan *secchi disk* (Ghufron dan Kordi, 2010).

2.7.2 Parameter Kimia

a. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut dalam air tambak berasal dari dua sumber utama yaitu dari proses difusi gas O_2 dari udara bebas saat ada perbedaan tekanan parsial di udara dan masuk kedalam air, dan sumber dari fotosintesa (Boyd, 1990). Difusi gas ini dalam air dipengaruhi oleh suhu dan salinitas, difusi akan menurun sejalan dengan meningkatnya salinitas dan suhu air. Sedangkan pengaruh fotosintesa pada keberadaan oksigen dalam air tergantung pada kelimpahan fitoplankton dan kekeruhan. Plankton akan berpengaruh pada produksi dan konsumsi oksigen sedangkan kekeruhan lebih berpengaruh pada banyaknya produksi oksigen (Agus, 2008).

Kebutuhan oksigen pada ikan mempunyai dua kepentingan yaitu kebutuhan oksigen bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada metabolisme (Ghufron dan Kordi, 2000). Ikan membutuhkan oksigen untuk pembakaran makanan agar menghasilkan aktivitas, seperti aktivitas berenang, pertumbuhan, reproduksi (Ghufron dan Kordi, 2010). Penurunan kadar oksigen terlarut dalam air dapat menghambat aktivitas biota perairan. Oksigen diperlukan untuk pembakaran dalam tubuh. Kebutuhan akan oksigen antara spesies tidak sama. Hal ini disebabkan adanya perbedaan struktur molekul sel darah ikan yang mempunyai hubungan antara tekanan parsial oksigen dalam air dengan keseluruhan oksigen dalam sel darah (Effendi, 2003). Keberadaan oksigen di perairan sangat penting terkait dengan berbagai proses kimia biologi perairan. Oksigen diperlukan dalam proses oksidasi berbagai senyawa kimia dan respirasi berbagai organisme perairan (Dahuri *et al.*, 2004). Menurut Cahyono (2001), oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan ikan bandeng tidak kurang dari 4-5 ppm. Hubungan oksigen terlarut dan kehidupan budidaya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan Oksigen Terlarut Dan Kehidupan Ikan Budidaya

Oksigen terlarut	Pengaruh terhadap ikan budi daya
< 4 mg/l	Ikan masih mampu bertahan hidup, tetapi nafsu makannya mulai menurun.
5 mg/l	Konsentrasi minimum yang masih dapat diterima sebagian besar spesies ikan untuk hidup dengan baik
6 – 7 mg/l	Konsentrasi oksigen yang baik untuk pemeliharaan ikan

(Sumber: Ghufron dan Kordi, 2010)

b. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH menggambarkan aktivitas potensial ion hidrogen dalam larutan yang dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (mol/l) pada suhu tertentu, atau $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$. Air murni mempunyai nilai $\text{pH} = 7$, dan dinyatakan netral, sedangkan pada air payau normal berkisar antara 7-9 (Boyd, 1990). Menurut Cahyono (2001), pH yang baik untuk pertumbuhan ikan bandeng berkisar antara 7,5-8,5.

Konsentrasi pH mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan yang asam cenderung menyebabkan kematian pada ikan demikian juga pada pH yang mempunyai nilai kelewat basa. Hal ini disebabkan konsentrasi oksigen akan rendah sehingga aktivitas pernafasan tinggi dan berpengaruh terhadap menurunnya nafsu makan (Ghufron dan Kordi, 2005). Nilai pH air dipengaruhi oleh konsentrasi CO_2 pada siang hari karena terjadi fotosintesa maka konsentrasi CO_2 menurun sehingga pH airnya meningkat. Sebaliknya pada malam hari seluruh organisme dalam air melepaskan CO_2 hasil respirasi sehingga pH air menurun. Namun demikian air payau cukup ter-*buffer* dengan baik sehingga pH airnya jarang turun mencapai nilai dibawah 6,5 atau meningkat hingga mencapai nilai 9 (Boyd, 1990).

Proses penguraian bahan organik menjadi garam mineral, seperti ammonia, nitrat dan fosfat berguna bagi fitoplankton dan tumbuhan air. Proses ini akan lebih cepat jika kisaran pH berada pada kisaran basa (Afrianto dan Liviawati, 1991). Peningkatan pH akan meningkatkan konsentrasi ammonia, sedangkan pada pH rendah terjadi peningkatan konsentrasi H_2S . Hal ini juga berarti meningkatkan daya racun dari ammonia pada pH tinggi dan H_2S pada pH rendah (ISU, 1992). Hubungan antara pH air dan kehidupan ikan budidaya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan pH Air Dan Kehidupan Ikan Budidaya

pH air	Pengaruh terhadap ikan budi daya
< 4,5	Air bersifat racun bagi ikan
5 – 6,5	Pertumbuhan ikan terhambat dan ikan sangat sensitif terhadap bakteri dan parasit
6,6 – 9,0	Ikan mengalami pertumbuhan optimal
> 9,1	Pertumbuhan ikan terhambat

(Sumber: Ghufron dan Kordi, 2010)

c. Salinitas

Salinitas dapat didefinisikan sebagai total konsentrasi ion-ion terlarut dalam air. Dalam budidaya perairan, salinitas dinyatakan dalam permil (‰) atau ppt (*part per thousand*). Tujuh ion utama penyusun salinitas adalah sodium, potassium, kalium, magnesium, klorida, sulfat dan bikarbonat. Sedangkan unsur lainnya adalah fosfor, nitrogen dan unsur mikro mempunyai kontribusi kecil dalam penyusun salinitas, tetapi mempunyai peran yang sangat penting secara biologis, yaitu diperlukan untuk pertumbuhan fitoplankton (Boyd, 1990).

Salinitas menggambarkan padatan total di air setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromide dan iodide digantikan dengan klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi (Effendi, 2003). Salinitas berpengaruh terhadap reproduksi, distribusi, osmoregulasi. Perubahan salinitas

tidak langsung berpengaruh terhadap perilaku biota tetapi berpengaruh terhadap perubahan sifat kimia air (Brotowidjoyo *et al.*, 1995). Menurut Ghufron dan Kordi (2010), kisaran salinitas optimal untuk ikan bandeng adalah 12-20 ppt. Nilai salinitas yang tetap atau fluktuasinya tidak besar (tidak melebihi angka 5), energi yang digunakan untuk mengatur keseimbangan kepekatan cairan tubuh dan air tambak cukup rendah.

d. Nitrat

Nitrat dalam air dapat terbentuk karena tiga proses, yakni badai listrik, organisme pengikat nitrogen, dan bakteri yang menggunakan amoniak. Peningkatan konsentrasi amoniak disebabkan adanya peningkatan pembusukan sisa tanaman atau hewan (Sastrawijaya, 2004). Nitrat (NO_3) merupakan unsur yang dibutuhkan oleh diatom di tambak (Boyd, 1990). Nitrat masuk dalam tambak lewat fiksasi oleh blue green algae dan penambahan bahan organik. Nitrogen yang terkandung dalam bahan organik akan diuraikan melalui berbagai reaksi biokimia mulai dari amonifikasi hingga nitrifikasi dan proses pembentukan nitrat. Nitrifikasi di perairan tambak melibatkan bakteri pengoksidasi nitrat yaitu *nitrosomonas* dan *nitrospira* (Feliatra, 2001 dalam Agus, 2008).

Menurut Kanna (2002), kisaran nitrat yang layak untuk organisme yang budidayakan tidak kurang dari 0,25. Sedangkan yang paling baik berkisar antara 0,25-0,66 mg/l dan kandungan nitrat yang melebihi 1,5 dapat menyebabkan kondisi perairan kelewat subur.

e. Ortophosphat

Menurut Sastrawijaya (2004), di perairan fosfat berbentuk orthofosfat, organofosfat atau senyawa organik dalam bentuk protoplasma dan polifosfat atau senyawa organik terlarut. Fosfat dalam bentuk larutan dikenal dengan orthofosfat dan merupakan bentuk fosfat yang digunakan oleh tumbuhan air dan

fitoplankton. Oleh karena itu dalam hubungan dengan rantai makanan diperairan orthofosfat terlarut sangat penting. Menurut Boyd (1990), menyatakan orthofosfat merupakan bentuk fosfor yang dimanfaatkan oleh fitoplankton di perairan terdapat tiga macam bentuk ion orthofosfat yaitu H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} dan kesetimbangannya dikendalikan oleh pH air.

Fosfor terlarut biasanya dihasilkan oleh masuknya bahan organik melalui darat atau juga pengikisan fosfor oleh aliran air, dan dekomposisi organisme yang sudah mati (Hutagalung dan Rozak, 1997). Kandungan fosfat 0,01–0,16 mg/l merupakan batas yang layak untuk normalitas kehidupan organisme budidaya (Winanto, 2004). Konsentrasi fosfor dalam air adalah agak rendah, konsentrasi fosfor terlarut biasanya tidak lebih dari 0,03-1,20 mg/l dan jika melampaui 1,20 mg/l air dalam kondisi yang *eutrofik*. Meskipun fosfor dalam air rendah konsentrasinya tetapi dari segi biologi sangat penting sehingga fosfor dikenal sebagai unsur yang membatasi produktivitas ekosistem perairan (*Limiting factor*) (Boyd, 1990).

f. Karbondioksida (CO_2)

Menurut Cahyono (2001), karbondioksida merupakan salah satu unsur makanan penting yang diperlukan oleh semua tumbuhan air untuk berasimilasi, misalnya fitoplankton, alga. Tumbuhan air ini merupakan salah satu faktor penyubur perairan yang bermanfaat untuk pertumbuhan ikan karena dapat menjadi makanan alami ikan. Gas karbondioksida berasal dari proses perombakan bahan organik oleh jasad-jasad renik dan dihasilkan dari proses respirasi (pernafasan) hewan-hewan air dan tumbuhan-tumbuhan air pada malam hari. Peningkatan jumlah bahan organik di suatu perairan akan meningkatkan jumlah karbondioksida bebas di dalam perairan yang dapat

membahayakan kehidupan semua hewan perairan. Kandungan karbondioksida terlarut yang memenuhi syarat untuk kehidupan ikan adalah berkisar 2-12 ppm.

Menurut Effendi (2003), karbondioksida yang terdapat di perairan berasal dari berbagai sumber, yaitu

- Difusi dari atmosfer, karbondioksida yang terdapat di atmosfer mengalami difusi secara langsung ke dalam air.
- Air hujan. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi secara teoritis memiliki kandungan karbondioksida sebesar 0,55-0,60 mg/liter, berasal dari karbondioksida yang terdapat di atmosfer.
- Air yang melewati tanah organik. Tanah organik yang mengalami dekomposisi mengandung relatif banyak karbondioksida sebagai hasil proses dekomposisi. Karbondioksida hasil dekomposisi ini akan larut ke dalam air.
- Respirasi tumbuhan, hewan dan bakteri aerob maupun anaerob. Respirasi tumbuhan dan hewan mengeluarkan karbondioksida. Dekomposisi bahan organik pada kondisi aerob menghasilkan karbondioksida sebagai salah satu produk akhir. Demikian juga, dekomposisi anaerob karbohidrat pada bagian dasar perairan akan menghasilkan karbondioksida sebagai produk akhir.

g. Bahan Organik Total (TOM)

Menurut Hariyadi *et al.*(1992), bahan organik total atau total organic matter (TOM) menggambarkan kandungan bahan organik total suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi (particulate) dan koloid. Kandungan bahan organik yang tinggi akan mempengaruhi tingkat keseimbangan perairan (Perdana *et al.*,2014). Menurut Zulkifli *et al.*(2009) dalam Perdana *et al.*(2014), tingginya kandungan bahan organik akan

mempengaruhi kelimpahan organisme, dimana terdapat organisme-organisme tertentu yang tahan terhadap tingginya kandungan bahan organik tersebut, sehingga dominasi oleh spesies tertentu dapat terjadi.

Kandungan bahan organik di perairan akan mengalami fluktuasi yang disebabkan bervariasinya jumlah masukan baik dari domestik, pertanian, industri, maupun sumber lainnya. Kandungan bahan organik dalam perairan akan mengalami peningkatan yang disebabkan buangan dari rumah tangga, pertanian, industri, hujan dan aliran air permukaan. Pada musim kemarau kandungan bahan organik akan meningkat pula kandungan unsur hara perairan dan sebaliknya pada musim hujan akan terjadi penurunan karena adanya proses pengenceran (Hadinafta, 2009 *dalam* Perdana *et al.*,2014).

