

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lele Dumbo

Klasifikasi ikan Ikan Lele Dumbo (*C. gariepinus*) (Gambar 1) menurut Rosmaniar (2011), adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Sub Kingdom	: Metazoa
Filum	: Chordata
Kelas	: Pisces
Sub kelas	: Teleostei
Ordo	: Osthariophysi
Sub-ordo	: Siluroidae
Famili	: Clariidae
Genus	: Clarias
Spesies	: <i>C. gariepinus</i>



**Gambar 1.** Ikan Lele Dumbo (*C. gariepinus*) (Rosmaniar, 2011)

Ikan lele dumbo mempunyai bentuk tubuh memanjang, agak bulat, kepala gepeng, tidak bersisik, memiliki 4 pasang kumis, mulut besar, warna kelabu sampai hitam. Lele Dumbo banyak ditemukan di rawa-rawa dan sungai, terutama di dataran rendah sampai sedikit payau. Ikan ini mempunyai alat pernafasan

tambahan yang disebut aborescent, sehingga mampu bertahan hidup dalam air yang rendah oksigen (Sugihartono, 2012).

Menurut Puspowardoyo dan Djarijah (2003), ikan lele dumbo memiliki patil tidak tajam dan giginya tumpul. Sungut ikan lele dumbo relatif panjang dan tampak lebih kuat dari pada lele lokal. Kulit dadanya terdapat bercak-bercak kelabu seperti jamur kulit pada manusia (panu). Kepala dan punggungnya berwarna gelap kehitam-hitaman atau kecoklat-coklatan. Menurut Najiyati (2007), ikan lele dumbo memiliki alat pernafasan tambahan yang disebut aborescent, organ ini terletak dibagian kepala. Alat pernafasan ini berwarna kemerahan dan berbentuk seperti tajuk pohon rimbun yang penuh dengan kapiker-kapiler darah. Mulutnya terdapat di bagian ujung moncong dan dihiasi oleh empat sungut, yaitu 1 pasang sungut hidung, 1 pasang sungut maksila (berfungsi sebagai tentakel) dan dua pasang sungut mandibula. Insangnya berukuran kecil dan terletak pada kepala bagian belakang.

### **2.1.2 Habitat Ikan Lele Dumbo**

Habitat atau lingkungan hidup ikan lele ialah semua perairan tawar, di sungai yang airnya tidak terlalu deras atau perairan yang tenang seperti danau, waduk, telaga, rawa serta genangan-genangan kecil. Kolam juga merupakan lingkungan hidup ikan lele. Ikan ini relatif tahan terhadap pencemaran bahan-bahan organik, sehingga dapat bertahan hidup diselokan yang airnya kotor. Ikan lele hidup dengan baik di dataran rendah, bila tempat hidupnya terlalu dingin semisal dibawah 20°C maka pertumbuhannya agak lambat. Ikan lele tidak pernah ditemukan hidup di air payau atau asin (Wartono, 2011).

Ikan lele merupakan ikan air tawar yang memiliki habitat hidup dan berkembang yang baik pada sungai dengan aliran air yang tidak terlalu deras, kolam dengan sumber air dari air tanah maupun sumur, diperairan yang tenang seperti danau, telaga dan rawa. Ikan lele juga dapat hidup dengan baik diperairan

dengan kondisi yang buruk, seperti air comberan, perairan yang berlumpur, maupun di sawah dengan ketinggian air 10-15 cm, namun tidak dapat hidup pada air yang mengandung zat kimia seperti air sabun, detergen dan bahan racun lainnya. Ikan lele mampu bertahan hidup di perairan yang miskin kandungan oksigen terlarutnya, karena ikan lele memiliki aborescent atau labyrinth yang memungkinkan ikan lele mampu mengambil oksigen langsung dari udara untuk pernafasannya. Pada dasarnya ikan lele mampu tumbuh optimal di perairan dengan kandungan oksigen terlarut 4 mg/liter, kandungan CO<sub>2</sub> antara 0-10 mg/liter, pH berkisar 6-8 dan suhu antara 26-29°C (Suryaningsih, 2014).

### **2.1.3 Kebiasaan Makan Ikan Lele Dumbo**

Muchlisin *et al.* (2003) menyatakan bahwa kebiasaan makan ikan lele tergolong dalam kelompok hewan pemakan segalanya (*omnivorous*) dengan cenderung lebih menyukai makanan yang mengandung protein hewani. Ikan lele juga dapat digolongkan dalam golongan hewan pemakan daging (*carnivorous*) karena ikan lele lebih efektif mencerna protein hewani. Menurut Mahyuddin (2008), ikan lele mempunyai kebiasaan makan di dasar perairan atau kolam. Berdasarkan jenis pakannya, lele digolongkan sebagai ikan yang bersifat karnivora (pemakan daging). Ikan lele pada habitat aslinya akan memakan cacing, belatung dan laron. Pakan tambahan yang baik untuk lele karena bersifat karnivora adalah pakan yang banyak mengandung protein hewani.

Ikan lele termasuk dalam ikan yang bersifat nokturnal atau ikan yang aktif pada malam hari. Sifat ini membuat ikan lele senang untuk bergerak mencari makan pada malam hari, sedangkan pada siang hari ikan lele hanya berdiam diri dan mencari tempat-tempat gelap untuk berlindung (Sugihartono, 2012). Ikan lele jarang menampakkan aktivitasnya pada siang hari dan lebih menyukai tempat yang gelap, agak dalam dan teduh. Hal ini, karena ikan lele adalah binatang nokturnal, yaitu mempunyai kecenderungan beraktivitas dan mencari makan pada

malam hari. Pada siang hari, ikan lele lebih memilih berdiam diri atau berlindung ditempat-tempat yang gelap. Akan tetapi pada kolam pemeliharaan, lele dapat dibiasakan diberi pakan pellet pada pagi dan siang hari walaupun nafsu makannya tetap lebih tinggi jika diberikan pada malam hari (Mahyuddin, 2008).

#### **2.1.4 Sistem Pencernaan Ikan Lele Dumbo**

Fujaya (2002) menyatakan bahwa pencernaan merupakan proses yang berlangsung secara terus-menerus. Bermula setelah pengambilan makanan dan berakhir dengan pembuangan sisa makanan. Sistem pencernaan makanan ikan Lele (*Clarias* sp.) dimulai dari mulut, rongga mulut, faring, esophagus, lambung, pylorus, usus, rektum dan anus. Struktur anatomi mulut ikan, erat kaitannya dengan cara mendapatkan makanan. Sungut terletak di sekitar mulut ikan lele, berperan sebagai alat peraba atau pendeteksi makanan, sungut terdapat pada ikan yang aktif mencari makan pada malam hari (nokturnal). Rongga mulut pada ikan lele diselaputi sel-sel penghasil lendir yang mempermudah jalannya makanan ke segmen berikutnya, terdapat pula organ pengecap yang berfungsi menyeleksi makanan. Faring pada ikan (*filter feeder*) berfungsi untuk menyaring makanan.

Proses pencernaan membutuhkan suatu katalisator untuk membantu proses hidrolisa nutrient menjadi bahan yang lebih sederhana, katalisator itu berupa enzim. Enzim merupakan katalisator biologis dalam reaksi-reaksi kimia dalam kehidupan. Aktivitas enzim pencernaan dinyatakan dalam bentuk unit enzim. Aktivitas enzim berkorelasi positif dengan kebiasaan makan (herbivore, karnivor, omnivore dan planktoner). Spesies omnivora mempunyai aktivitas amylase dan rasio amylase-protease yang lebih tinggi dari pada karnivor. Hal ini disebabkan ikan-ikan omnivore memiliki kemampuan memanfaatkan karbohidrat yang tinggi dibandingkan ikan karnivor (Kuncoro, 2006).

### **2.1.5 Enzim Pencernaan Ikan Lele Dumbo**

Enzim sangat berperan pada proses pencernaan ikan terutama pada larva ikan. Ikan pada stadium larva, belum memiliki organ pencernaan yang sempurna dan aktivitas *endogenous enzym* yaitu enzim yang ada dalam saluran pencernaan belum optimal. Oleh karena itu, biasanya larva memanfaatkan enzim yang ada pada makanan (Muchlisin *et al.*, 2003). Effendi (1995) berpendapat bahwa aktivitas enzim protease, lipase dan amylase saluran benih ikan akan meningkat sejalan dengan meningkatnya umur ikan.

Menurut Kuncoro (2006) bahwa aktivitas enzim pada pencernaan ada tiga yaitu enzim protease, enzim ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu endopeptidase (enzim yang memutuskan ikatan peptida yang berada didalam rantai protein sehingga dihasilkan peptida dan polipeptida) dan eksopeptidase (enzim yang menguraikan protein dari ujung rantai sehingga dihasilkan satu asam amino dan sisa peptida) berperan dalam hidrolisa protein menjadi lebih sederhana. Enzim lipase, yang merupakan enzim pengurai lemak dan minyak, secara fisiologis enzim tersebut menghidrolisis lemak sehingga dihasilkan asam lemak dan gliserol yang sangat penting dalam metabolisme. Enzim amylase, enzim yang ditemukan di seluruh saluran pencernaan dan digunakan untuk menghidrolisis karbohidrat.

## **2.2 Probiotik**

### **2.2.1 Pengertian Probiotik**

Probiotik adalah produk yang tersusun oleh biakan mikroba atau pakan alami mikroskopik yang bersifat menguntungkan dan memberikan dampak bagi peningkatan keseimbangan mikroba saluran usus hewan. Bakteri probiotik menghasilkan enzim yang mampu mengurai senyawa kompleks menjadi sederhana, sehingga siap digunakan ikan. Dalam meningkatkan nutrisi pakan, bakteri yang terdapat dalam probiotik memiliki mekanisme dalam menghasilkan beberapa enzim untuk pencernaan pakan seperti amylase, protease, lipase dan

selulose. Enzim tersebut yang akan membantu menghidrolisis nutrisi pakan (molekul kompleks), seperti memecah karbohidrat, protein dan lemak menjadi molekul yang lebih sederhana, sehingga akan mempermudah proses pencernaan dan penyerapan dalam saluran pencernaan ikan (Arief *et al.*, 2014).

Probiotik merupakan mikroba hidup yang dapat mempengaruhi kesehatan dengan cara menyeimbangkan mikroflora dalam usus dan mencegah serta menyeleksi mikroba yang tidak berfungsi (Prastyaharasti dan Elok, 2014). Hal ini sesuai dengan pernyataan Dhingra (1993) bahwa probiotik bermanfaat dalam mengatur lingkungan mikroba pada usus, menghalangi mikroorganisme patogen usus dan memperbaiki efisiensi pakan dengan melepas enzim yang membantu proses pencernaan makanan. Penggunaan probiotik menjadi solusi internal untuk menghasilkan pertumbuhan dan efisiensi pakan yang optimal, mengurangi biaya produksi dan pada akhirnya dapat mengurangi beban lingkungan karena akumulasi limbah perairan.

### **2.2.2 Aplikasi dan Mekanisme kerja Probiotik**

Ada dua macam cara aplikasi probiotik yaitu: 1) melalui lingkungan (air dan dasar tambak) dan 2) melalui oral (dicampurkan ke dalam pakan). Aplikasi cara kedua dapat meningkatkan kualitas pakan dengan menambahkan bahan aditif berupa probiotik yang berisi mikroba pengurai ke dalam pakan yang dapat berfungsi untuk memperbaiki kualitas pakan dengan cara penguraian sehingga dapat meningkatkan pencernaan pakan (Mansyur dan Tangko, 2008). Sesuai dengan pernyataan Anggriani *et al.* (2012), pemberian probiotik dalam pakan akan berpengaruh terhadap kecepatan fermentasi pakan dalam saluran pencernaan, sehingga akan sangat membantu proses penyerapan makanan dalam pencernaan ikan. Menurut Basir dan Surlanti (2013), penambahan bakteri probiotik ke dalam pakan menyebabkan adanya peningkatan aktivitas enzim dalam saluran

pencernaan yang dapat meningkatkan daya cerna. Daya cerna yang baik akan mengoptimalkan pemanfaatan pakan yang dikonsumsi, sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pakan dan mengurangi limbah organik pakan berupa feses dan sisa metabolisme lain, seperti urin.

Menurut Mansyur dan Tangko (2008) menyatakan bahwa ada tiga model kerja probiotik yaitu: 1) menekan populasi mikroba melalui kompetisi dengan memproduksi senyawa-senyawa anti mikroba atau melalui kompetisi nutrisi dan tempat pelekatan di dinding intestinum, 2) merubah metabolisme mikrobial dengan meningkatkan atau menurunkan aktivitas enzim dan 3) menstimulasi imunitas melalui peningkatan kadar anti bodi atau aktivitas makrofag.

Menurut Verschuere *et al.* (2000), probiotik adalah agen mikroba hidup yang mampu memberikan keuntungan bagi inang yakni dengan memodifikasi komunitas mikroba atau berasosiasi dengan inang, memperbaiki nilai nutrisi dan pemanfaatan pakan, meningkatkan respon inang terhadap penyakit dan memperbaiki kualitas lingkungan inangnya. Berdasarkan pengertian tersebut maka aplikasi probiotik tidak hanya berfungsi sebagai agen biokontrol untuk mengurangi serangan penyakit atau bioremediasi untuk memperbaiki kualitas lingkungan, melainkan dapat pula meningkatkan nilai nutrisi pakan dan laju penyerapan nutrisi sehingga memungkinkan mencapai pertumbuhan yang maksimum. Menurut Anugraheni (2016), penggunaan probiotik dalam budidaya ikan diketahui dapat meningkatkan pertahanan tubuh ikan, meningkatkan imunostimulan atau daya tahan tubuh ikan, meningkatkan pertumbuhan dan ukuran ikan, mempertahankan kualitas lingkungan serta aman dan ramah lingkungan. Probiotik juga diketahui dapat meningkatkan kadar protein dalam pakan.

### 2.2.3 Bakteri Probiotik

Saluran pencernaan ikan terdapat beberapa jenis bakteri yang memiliki peranan penting dalam rangka meningkatkan pemanfaatan pakan, kesehatan ikan dan perbaikan mutu lingkungan dan mikroorganismenya. Selain itu, beberapa bakteri juga menghasilkan beberapa jenis enzim dalam saluran pencernaan yang kemungkinan turut berperan dalam metabolisme ikan. Jenis mikroba yang dapat memproduksi enzim amilase, selulase, protease dan lipase yaitu *B. subtilis* dan *B. circulans*. Pikoli *et al.* (2010) menyebutkan bahwa jenis-jenis bakteri dari genus *Bacillus* yang mampu mendegradasi lipid adalah *B. polymixa*, *B. licheniformis*, *B. brevis*, *B. stearothermophilus*, *B. coagulans*, *Alcaligenes* sp. dan *Corynebacterium* sp. yang merupakan agen bioremediasi. Mikroorganismenya ini menghasilkan enzim-enzim yang mampu merubah struktur polutan beracun menjadi tidak kompleks sehingga menjadi senyawa yang tidak beracun dan berbahaya. Mikroorganismenya yang berpotensi sebagai penghasil protease dan lipase salah satunya adalah dari kelompok bakteri. Kelompok bakteri penghasil protease dan lipase disebut sebagai bakteri proteolitik dan lipolitik. Bakteri proteolitik dan lipolitik telah diisolasi dari tanah, air limbah industri susu dan susu mentah. Beberapa diantaranya adalah *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp.

Menurut Anugraheni (2016), bakteri *Lactobacillus* merupakan salah satu jenis bakteri probiotik. Bakteri ini berperan menjaga keseimbangan mikroba pada saluran pencernaan sehingga meningkatkan daya cerna ikan. Kerja bakteri *Lactobacillus* sp. adalah mengubah karbohidrat menjadi asam laktat, sehingga menghasilkan enzim endogenous untuk meningkatkan penyerapan nutrisi, konsumsi pakan, pertumbuhan dan menghambat pertumbuhan organisme patogen. Prastyaharasti dan Elok (2014) menyatakan bahwa salah satu probiotik komersial yang ada yaitu *Lactobacillus casei*. Bakteri probiotik seperti *L. casei* mampu hidup secara baik dalam medium alami.

Nitrifikasi terdiri dari dua reaksi, yaitu nitritasi yaitu perubahan dari amonia menjadi nitrit yang dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas* sp. dan nitratasi, yaitu perubahan dari nitrit menjadi nitrat yang dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter* sp. (Sigeo, 2005). Terdapatnya bakteri nitrifikasi menggambarkan bahwa proses nitrifikasi dapat berlangsung dengan baik. Menurut Fauzzia *et al.* (2013), dua bakteri penting yang memegang peranan utama dalam filter biologi yaitu bakteri *Nitrosomonas* sp. dan bakteri *Nitrobacter* sp. *Nitrosomonas* berperan mengoksidasi amoniak menjadi nitrit, sedangkan *Nitrobacter* berperan dalam mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Proses nitrifikasi ini, berada dalam kondisi *aerob*. Sementara denitrifikasi menggunakan bakteri denitrifikasi (denitrifier) dalam keadaan *anaerob*. Bakteri denitrifikasi akan mengubah nitrat menjadi  $N_2$ .

### 2.3 Enzim

Enzim merupakan sekelompok protein yang mengatur dan menjalankan perubahan-perubahan kimia dalam sistem biologi. Enzim dihasilkan oleh organ-organ pada hewan dan tanaman yang secara katalitik menjalankan berbagai reaksi, seperti hidrolisis, oksidasi, reduksi, isomerasi, adisi, transfer radikal, pemutusan rantai karbon (Supriyatna *et al.*, 2015). Slamet dan Titiek (2016) menyatakan bahwa enzim pencernaan merupakan salah satu aspek biologis yang penting untuk diamati karena berkorelasi dengan pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan. Aktivitas enzim merupakan indikator biologi dalam mendeteksi kemampuan larva untuk mencerna makanan, sehingga aktivitas enzim protease, amilase dan lipase merupakan indikator kemampuan larva untuk mencerna protein, karbohidrat dan lemak. Secara umum, enzim menghasilkan kecepatan, spesifikasi, dan kedali pengaturan terhadap reaksi dalam tubuh. Enzim berfungsi sebagai katalisator, yaitu senyawa yang meningkatkan kecepatan reaksi kimia (Marks *et al.*, 2000). Suatu enzim dapat mempercepat reaksi  $10^8$  sampai  $10^{11}$  kali

lebih cepat dibandingkan ketika reaksi tersebut tidak menggunakan katalis. Seperti katalis lainnya, enzim juga menurunkan atau memperkecil energi aktivasi suatu reaksi kimia (Poedjadi dan Supriyanti, 2006). Dalam reaksi tersebut enzim mengubah senyawa yang selanjutnya disebut substrat menjadi suatu senyawa yang baru yaitu produk, namun enzim tidak ikut berubah dalam reaksi tersebut (Palmer, 1991). Setiap enzim memiliki aktivitas maksimum pada suhu tertentu, aktivitas enzim akan semakin meningkat dengan bertambahnya suhu hingga suhu optimum tercapai. Setelah itu kenaikan suhu lebih lanjut akan menyebabkan aktivitas enzim menurun (Megiandari, 2009). Enzim yang dikenal luas penggunaannya adalah enzim amilase, lipase, dan protease yang merupakan enzim hidrolitik pemecah senyawa makromolekul karbohidrat, lemak, dan protein.

### **2.3.1 Enzim Lipase**

Enzim lipase adalah enzim yang bekerja untuk menghidrolisis lemak dan minyak. Berdasarkan fungsi fisiologisnya enzim lipase mempunyai peranan penting menghidrolisis lemak dan minyak menjadi asam lemak dan gliserol yang dibutuhkan dalam proses metabolisme. Enzim lipase ini dapat memecah ikatan ester pada lemak sehingga menjadi asam lemak dan gliserol (Poedjadi dan Supriyanti, 2006). Menurut Supriyatna *et al.* (2015), lipase merupakan kelompok enzim yang secara umum berfungsi dalam hidrolisis trigliserol (trigliserida) untuk menghasilkan asam lemak rantai panjang dan gliserol.

Menurut Effendi *et al.* (2006), aktivitas lipase pada ikan patin sudah terdeteksi sejak dini dan cenderung terus meningkat. Aktivitas lipase saluran pencernaan pada ikan mulai terdeteksi pada awal hidupnya (saat belum makan), juga terjadi pada beberapa spesies antara lain *Macrobranchium rosenbergii* yang diduga akibat adanya kelenjar pencernaan yang penuh dengan butir lipid embrionik. Peningkatan tersebut akibat semakin berkembangnya saluran pencernaan, terutama semakin luasnya permukaan bagian dalam usus. Selain itu,

juga sudah dapat beradaptasi terhadap pakan. Aktivitas lipase pada ikan juga dapat menurun. Penurunan aktivitas lipase diduga disebabkan oleh adanya aktivitas enzim tersebut yang berasal dari pakan luarnya. Selain itu juga disebabkan mulai tercapainya kesempurnaan saluran pencernaan.

Enzim lipase sebagian besar dihasilkan oleh pancreas dan sedikit oleh usus halus yang berfungsi memecah lemak menjadi digliserida, monogliserida asam-asam lemak bebas dan giserol. Enzim lipase juga dapat memecah lemak bermolekul besar menjadi substrat yang lebih kecil sehingga mudah dicerna. Tinggi rendahnya pada aktivitas enzim lipase sangat ditentukan oleh banyaknya jenis maupun jumlah mikroorganisme penghasil enzim lipase (Sudha *et al.*, 2009).

### **2.3.2 Enzim Protease**

Enzim protease mempunyai dua pengertian, yaitu proteinase yang mengkatalisis hidrolisis molekul protein menjadi fragmen-fragmen yang lebih sederhana, dan peptidase yang menghidrolisis fragmen polipeptida menjadi asam amino. Enzim proteolitik yang berasal dari mikroorganisme adalah protease yang mengandung proteinase dan peptidase (Ferdiansyah, 2005).

Menurut Effendi *et al.* (2006), aktivitas enzim protease sudah terdeteksi sejak dini. Hal ini diduga karena saluran pencernaan larva sudah mulai berkembang dan terjadi proses metabolisme. Dengan semakin berkembangnya saluran pencernaan terbukti dapat meningkatkan aktivitas protease pada ikan. Perkembangan saluran pencernaan ikan patin ditandai dengan meningkatnya luas permukaan usus (penambahan panjang dan lekukan bagian dalam usus) dan semakin meningkatnya konsumsi ikan terhadap pakan dari luar. Dengan demikian, aktivitas protease tersebut merupakan respon saluran pencernaan terhadap peningkatan kualitas dan kuantitas pakan.

Aktivitas enzim protease dapat mengalami peningkatan karena kondisi asam dan umumnya aktivitas enzim pencernaan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya yaitu genetik, komposisi pakan dan konsumsi pakan. Enzim protease dapat berperan dalam proses pencernaan terutama pemecahan protein menjadi asam amino. Asam amino akan diserap oleh tubuh untuk diubah menjadi protein tubuh (Suthama dan Ardiningsasi, 2006).

### **2.3.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Enzim**

Proses aktivitas enzim protease dan lipase dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah konsentrasi enzim, substrat, pH, suhu dan inhibitor (Naiola dan Widyastuti, 2007). Menurut Suthama dan Ardiningsasi (2006), faktor lain yang dapat mempengaruhi aktivitas enzim adalah genetik, komposisi pakan dan konsumsi pakan.

Konsentrasi enzim mempengaruhi kecepatan reaksi atau aktivitas enzim pada substrat tertentu. Data konsentrasi enzim ini diperoleh dari jumlah tirosin dan asam lemak yang terbentuk pada waktu yang ditentukan, dengan menggunakan enzim pada berbagai konsentrasi (Poedjiadi dan Supriyanti, 2006).

Yusriah dan Kuswytasari (2013) menyatakan bahwa pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas enzim. Pada dasarnya pH berpengaruh dalam mengkatalis suatu reaksi, karena hal ini disebabkan oleh konsentrasi ion hydrogen yang mempengaruhi struktur dimensi enzim dan aktivitasnya. Aktivitas enzim yang menurun terjadi karena perubahan pH, disebabkan oleh berubahnya keadaan ion substrat dan enzim.

Suhu pada aktivitas enzim memiliki pengaruh, yaitu pada setiap enzim memiliki karakteristik yang berbeda. Setiap enzim memiliki aktivitas maksimum pada suhu tertentu, aktivitas enzim akan semakin meningkat dengan bertambahnya suhu hingga suhu optimum tercapai. Meningkatnya suhu diatas suhu optimum akan mengakibatkan aktivitas enzim menurun, dikarenakan

terjadinya denaturasi atau kerusakan. Suhu lingkungan yang meningkat di sekitar enzim akan menyebabkan putusya ikatan hidrogen, ikatan ion atau interaksi hidrofobik sehingga struktur tersier enzim berubah hingga mengakibatkan terjadinya penurunan aktivitas enzim (Poedjiadi dan Supriyanti, 2006).

## **2.4 Kualitas Air**

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting pendukung keberhasilan budidaya ikan. Kualitas air yang optimum akan membuat ikan nyaman didalamnya, kualitas air yang kurang baik dapat mengakibatkan lambatnya pertumbuhan dan pada kondisi ekstrim dapat menyebabkan kematian. Kualitas air diantaranya yang dapat berpengaruh dalam usaha budidaya antara suhu, DO dan pH.

### **2.4.1 Suhu**

Suhu perairan memiliki pengaruh pada hewan aquatik secara langsung maupun melalui interaksi dengan faktor kualitas air yang lainnya. Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan fitoplankton, sehingga jika suhu tidak pada kisaran optimal maka dapat merusak jaringan sel fitoplankton yang mengakibatkan proses fitoplankton terganggu yang akibatnya aktivitas diperairan terganggu. Variasi suhu perairan akan menyebabkan toleransi suhu yang berbeda-beda pada biota yang dipelihara sedangkan batas toleransi suhu tersebut bervariasi dan tergantung pada daerah pemeliharaannya (Herawati, 2008).

Suhu air merupakan faktor penting yang harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi laju metabolisme dalam tubuh ikan. Pada suhu air yang tinggi maka laju metabolisme dalam tubuh akan meningkat, sedangkan pada suhu yang rendah maka laju metabolisme akan menurun. Pertumbuhan lele sangat dipengaruhi oleh suhu air. Suhu air sangat berpengaruh terhadap aktivitas saluran pencernaan ikan lele. Ikan dapat mencernakan makanannya selama 2,5-3 jam

pada suhu 30°C. Suhu optimum untuk pertumbuhan ikan lele adalah 25-30°C (Gusrina, 2014).

#### **2.4.2 Oksigen Terlarut (DO)**

Menurut Kordi dan Tancung (2007), oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga jika ketersediaannya dalam air tidak mencukupi kebutuhan ikan, maka segala aktivitas dan proses pertumbuhan ikan akan terhambat. Kebutuhan oksigen mempunyai dua aspek, yaitu kebutuhan oksigen terhadap lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif oksigen yang bergantung pada metabolisme ikan. Kisaran optimal oksigen yang baik dalam budidaya perairan adalah antara 5-7 ppm.

DO yang seimbang untuk hewan budidaya adalah lebih dari 5 mg/l. Jika oksigen terlarut tidak seimbang akan menyebabkan stress pada ikan karena otak tidak mendapat suplai oksigen yang cukup, serta kematian akibat kekurangan oksigen (anoxia) yang disebabkan jaringan tubuh ikan tidak dapat mengikat oksigen yang terlarut dalam darah. Pada siang hari, oksigen dihasilkan melalui proses fotosintesa sedangkan pada malam hari oksigen yang terbentuk akan digunakan kembali oleh alga untuk proses metabolisme pada saat tidak ada cahaya. Kadar oksigen maksimum di perairan terjadi pada sore hari dan minimum menjelang pagi hari (Tatangindatu *et al.*, 2013).

#### **2.4.3 pH**

Derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh yang besar terhadap kehidupan tumbuhan dan hewan perairan sehingga dapat digunakan sebagai petunjuk untuk menilai kondisi suatu perairan sebagai lingkungan tempat hidup. Air yang agak basa dapat mendorong proses pembongkaran bahan organik yang ada dalam air menjadi mineral-mineral yang dapat diasimilasi oleh tumbuhan dan fitoplankton (Herawati, 2008). Derajat keasaman (pH) yang diperlukan dalam pengangkutan ikan berkisar 7-7,4 (Diansyah, 2006).

pH merupakan status keasaman dari suatu benda atau lingkungan. Setiap makhluk hidup terutama ikan mempunyai kisaran pH yang dapat ditoleransi untuk keberlangsungan hidupnya. Menurut Tatangindatu *et al.* (2013), pH yang ideal bagi kehidupan biota air tawar adalah antara 6,8-8,5. pH yang sangat rendah, menyebabkan kelarutan logam-logam dalam air makin besar, yang bersifat toksik bagi organisme air, sebaliknya pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak dalam air yang juga bersifat toksik bagi organisme air.