

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi Ikan Nila

#### 2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi ikan Nila

Menurut Prihatman (2000), Klasifikasi ikan nila adalah sebagai berikut :

- Kelas : Osteichthyes  
Sub-kelas : Acanthoptherigii  
Crdo : Percomorphi  
Sub-ordo : Percoidea  
Famili : Cichlidae  
Genus : *Oreochromis*  
Spesies : *Oreochromis niloticus*



**Gambar 1.** Ikan Nila

Menurut Handajani dan Hastuti (2002), bahwa Ikan nila bukan asli dari Indonesia melainkan berasal dari sungai Nil di Afrika bagian hulu. Ikan ini sekerabat dengan ikan mujair, tetapi tubuhnya lebih besar, pertumbuhannya juga lebih cepat, setelah berumur 5 bulan mencapai berat tiga kali berat ikan mujair. Kebiasaan hidup dan berkembang biaknya sama seperti ikan mujair. Namun secara umum 'nila' itu sering disebut dengan nama 'nilam'. Berdasarkan morfologinya, kelompok ikan *Oreochromis* memang berbeda dengan kelompok tilapia. Secara umum, bentuk (tubuh nila memanjang dan ramping, dengan sisik

berukuran besar. Betuk matanya besar dan menonjol dengan tepi berwarna putih. Gurat sisi (*linea lateralis*) terputus di bagian tengah tubuh, kemudian berlanjut lagi, tetapi letaknya lebih ke bawah dibandingkan dengan letak garis yang memanjang di atas sirip dada. jumlah sisik pada gurat sisi 34 buah. Sirip punggung, sirip perut, dan sirip duburnya memiliki jari-jari lemah, tetapi keras dan tajam seperti duri. Sirip punggung dan sirip dada berwarna hitam. Nila memiliki lima buah Sirip, yaitu sirip punggung (*dorsal fin*), sirip dada (*pectoral fin*) sirip perut (*ventral fin*), sirip anal (*anal fin*), dan sirip ekor (*caudal fin*). Sirip punggungnya memanjang dari bagian atas tutup insang sampai bagian atas sirip ekor. Terdapat juga sepasang sirip dada dan sirip perut yang berukuran kecil dan sirip anus yang hanya satu buah berbentuk agak panjang. Sementara itu, jumlah sirip ekornya hanya satu buah dengan bentuk bulat (Dao et.al, 2011).

Ikan nila merupakan ikan tropis yang menyukai perairan yang dangkal. Ikan nila dikenal sebagai ikan yang tahan terhadap perubahan lingkungan tempat hidupnya. Nila hidup di lingkungan air tawar, air payau, dan air asin. Kadar garam air yang disukai antara 0-35 ppt. Ikan nila air tawar dapat dipindahkan ke air asin dengan proses adaptasi bertahap. Kadar garam air dinaikkan sedikit demi sedikit. Pemindahan ikan nila secara mendadak ke dalam air yang kadar garamnya sangat berbeda dapat mengakibatkan stress dan kematian ikan (Suyanto,2004). Tempat hidup Ikan nila biasanya berada pada perairan yang dangkal dengan arus yang tidak begitu deras, ikan ini tidak suka hidup di perairan yang bergerak (mengalir), akan tetapi jika dilakukan perlakuan terhadap ikan nila seperti pengadaptasian terhadap lingkungan air yang mengalir maka ikan nila juga bisa hidup baik pada perairan yang mengalir (Djarajah,2002).

Lingkungan tumbuh (*habitat*) yang paling ideal adalah perairan air tawar yang memiliki suhu antara 14°C – 38°C, atau suhu optimal 25°C – 30°C. Keadaan suhu yang rendah yaitu suhu kurang dari 14°C ataupun suhu yang

terlalu tinggi di atas 30°C akan menghambat pertumbuhan nila. Ikan nila memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan lingkungan hidup. Batas bawah dan batas atas suhu yang mematikan ikan nila berturut-turut adalah 11-12°C dan 42°C. Keadaan pH air antara 5 – 11 dapat ditoleransi oleh ikan nila, tetapi pH yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangbiakkan ikan ini adalah 7- 8. Ikan nila masih dapat tumbuh dalam keadaan air asin pada salinitas 0-35 ppt. Oleh karena itu, ikan nila dapat dibudidayakan di perairan payau, tambak dan perairan laut, terutama untuk tujuan usaha pembesaran (Rukmana, 1997).

### **2.1.2. Kepekaan Ikan Terhadap Bahan Pencemar**

Menurut Muhusini (2011), bahwa indikasi pencemaran air dapat kita ketahui baik secara visual maupun pengujian melalui : ( 1 ) Perubahan pH (tingkat keasaman/ konsentrasi ion hidrogen) air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan memiliki pH netral dengan kisaran nilai 6,5 – 7,5. Air limbah industri yang belum terolah dan memiliki pH diluar nilai pH netral, akan mengubah pH air sungai dan dapat mengganggu kehidupan organisme didalamnya. Hali ini akan semakin parah jika daya dukung lingkungan rendah serta debit air sungai rendah. Limbah dengan pH asam/rendah bersifat korosif terhadap logam. ( 2 ) Perubahan warna, bau dan rasa air normal dan air bersih tidak akan berwarna, sehingga tampak bening atau jernih. Bila kondisi air warnanya berubah maka hal tersebut merupakan salah satu indikasi bahwa air telah tercemar. Timbulnya bau pada air lingkungan merupakan indikasi kuat bahwa air telah tercemar. Air yang bau dapat berasal dari limbah industri atau dari hasil degradasi mikroba. Mikroba yang hidup dalam air akan mengubah organik menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau sehingga mengubah rasa. ( 3 ) Timbulnya endapan, koloid dan bahan terlarut endapan, koloid dan bahan endapan terlarut berasal dari adanya limbah industri yang berbentuk padat, bila tidak larut sempurna akan mengendap didasar sungai , dan yang larut

sebagian akan menjadi koloid dan akan menghalangi bahan- bahan organik yang sulit diukur melalui uji BOD karena sulit didegradasi melalui reaksi biokimia, namun dapat diukur menjadi uji COD. Adapun komponen pencemaran air pada umumnya terdiri dari bahan buangan padat, bahan buangan organik dan bahan buangan anorganik.

Menurut (Setyawan, 2011) Ikan sebagai salah satu komponen penting penghuni perairan dapat digunakan sebagai indikator pencemaran air. Adanya bahan pencemar dapat mempengaruhi kehidupan ikan yang dapat dilihat dari bentuk tubuh, adanya berbagai kelaian dalam tubuh ikan hingga kematian ikan (tidak terdapat ikan pada perairan yang tercemar berat). Berdasarkan kandungan bahan pencemar perairan, kematian ikan tidak hanya disebabkan oleh faktor tunggal tetapi dapat diakibatkan oleh beberapa faktor sekaligus. Kombinasi faktor pencemar yang meracuni ikan dapat dikategorikan dalam : ( a ) Fenomena sinergis, merupakan kombinasi dari dua zat atau lebih yang bersifat memperkuat daya racun. Adanya satu bahan pencemar tidak terlalu mematikan terhadap ikan, ketika muncul bahan pencemar lain maka gabungan kedua zat tersebut mempunyai toksisitas yang berlipat sehingga mengakibatkan kematian ikan. ( b ) Fenomena antagonis, merupakan kombinasi antara dua zat atau lebih yang saling menetralsir, sehingga zat-zat yang tadinya beracun berhasil dikurangi dinetralsir daya racunya sehingga tidak membahayakan.

Ikan dapat digunakan sebagai bioindikator karena mempunyai kemampuan merespon adanya bahan pencemar. Ikan dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Reaksi yang dimaksud antara lain adanya perubahan aktivitas pernafasan, aktivitas dan gerakan renang, warna tubuh ikan dan sebagainya. Kemampuan ikan merespon bahan pencemar sering digunakan dalam pengujian penanganan limbah industri. Limbah industri pada umumnya

melewati beberapa tahapan pengolahan seperti penyaringan secara mekanis (secara fisik), pengendapan dan penjernihan dengan bahan kimia (secara kimia) serta penghilangan senyawa berbahaya dengan bakteri pengurai limbah (secara biologis) setelah melewati ketiga tahapan tersebut air limbah yang sudah diolah dilewatkan dalam kolam kecil berisi ikan. Apabila masih terdapat bahan pencemar maka ikan akan bereaksi mulai dari gerakan renang, percepatan gerakan operculum hingga kematian pada air yang masih beracun (Setyawan, 2011).

## 2.2 Definisi Stress Ikan

Stress adalah suatu keadaan sesaat pada ikan yang tidak mampu mengatur kondisi fisiologis yang normal karena berbagai faktor merugikan yang mempengaruhi kondisi kesehatannya. Dalam keadaan stress biasanya kemungkinan ikan untuk bertahan hidup sangat kecil karena nafsu makan menurun dan mudah terserang penyakit. Kalaupun ada ikan yang stress akan mengalami gangguan pada nafsu makan, pertumbuhan, reproduksi dan lain-lain. Adapun faktor-faktor yang menyebabkan ikan stress Menurut Adam (1990 dalam Afiesh 2013) yaitu: (a) Perubahan Lingkungan (*Environmental Changes*). Stressor yang disebabkan karena perubahan lingkungan contohnya suhu, kepadatan, salinitas, perubahan tekanan air, polusi, pH, perubahan arus air, muatan-muatan sedimen (kesadahan), konsentrasi DO (*dissolve oxygen*) atau kelarutan oksigen dalam air) dan ketersediaan pakan. (b) Penanganan (*Handling*), berkaitan dengan cara perawatan terhadap ikan, misalnya pemeliharaan di tank, transportasi dan pemindahan ikan dengan menggunakan ember. (c) Penangkapan (*Capture*), berkaitan dengan teknik yang digunakan pada saat penangkapan, misalnya penangkapan menggunakan pukot harimau, *trammel net*, *gil net*, *set net* dan *hand line*.

Berbeda dengan Liviawati (1992 dalam Afiesh 2013) yang berpendapat bahwa penyebab stress menjadi tiga yakni stress kimia, stress lingkungan dan stress biologi. Stress kimia misalnya konsentrasi oksigen rendah, konsentrasi karbondioksida tinggi, amonia, nitrit, sublethal dari insektisida dan pestisida maupun logam berat. Stress lingkungan misalnya suhu ekstrim, air terlalu jenuh dengan gas atau intensitas cahaya yang berlebihan dan stress biologi yang meliputi aktivitas parasit eksternal maupun internal dan kondisi pakan tidak sesuai dengan kebutuhan ikan.

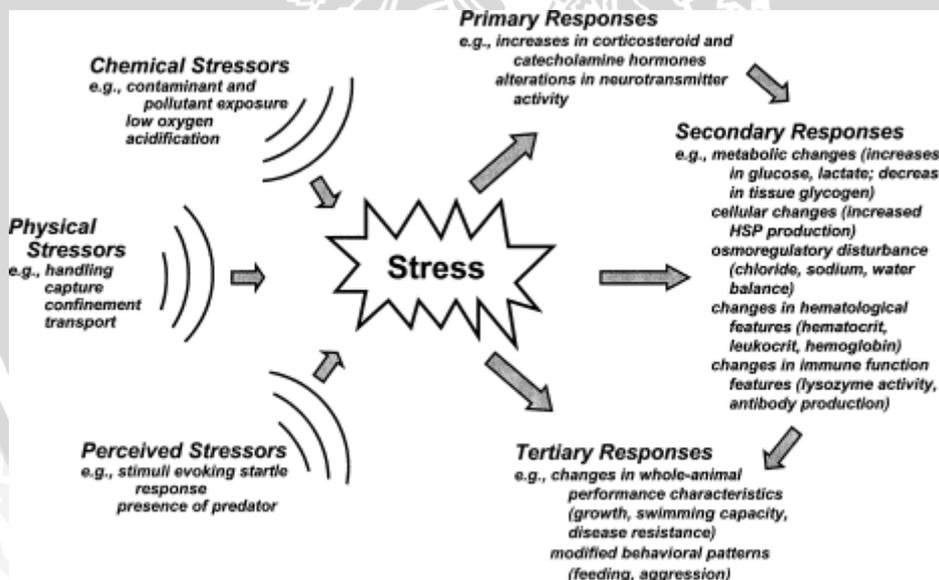
### 2.2.1 Proses Fisiologi Stress Ikan

Proses respons terhadap stres pada ikan teleost terbagi tiga yaitu primer, sekunder, dan pada beberapa kasus bersifat tersier (Gambar 1). Pada stres respon primer menyebabkan dilepaskannya hormon katekolamin seperti *epinephrine* dan *norepinephrine* ke dalam sistem sirkulasi oleh sel-sel *chromaffin*. Respons stres ini juga menstimulasi *hypothalamic-pituitary-interrenal* (HPI) untuk melepaskan kortikosteroid (kortisol) dari jaringan interrenal (Cook *et al.*, 2011).

Tingginya hormon katekolamin dan kortisol dalam sirkulasi akan memicu respon sekunder yang melibatkan metabolisme fisiologi. Kedua fase tersebut bersifat adaptif yaitu ikan mampu menyesuaikan dirinya terhadap stresor dan mampu mempertahankan homeostasis. Sebaliknya respons tersier melibatkan perubahan sistemik yang menyebabkan ikan tidak dapat beradaptasi terhadap stresor, bahkan menyebabkan beberapa gangguan kesehatan seperti gangguan pertumbuhan, perubahan performan, gangguan reproduksi, dan perubahan perilaku (Barton, 2002).

Sementara pada saat ikan stress kadar glukosa terus naik untuk mengatasi homeostasis akibat stress terhadap perubahan fisiologis. Hiperglisemia akan berakibat buruk bagi ikan. Ini berawal dari naiknya kadar kortisol dalam darah akibat stress yang akan memobilisasi glukosa dari cadangan yang disimpan oleh

tubuh ke dalam darah, sehingga glukosa dalam darah mengalami kenaikan. Naiknya kadar glukosa darah tersebut dibutuhkan untuk proses memperbaiki homeostasis selama stress, namun kebutuhan energi dari glukosa tersebut akan dapat terpenuhi apabila glukosa dalam darah dapat segera masuk ke dalam sel, dan ini sangat bergantung pada kinerja insulin. Naiknya kadar kortisol akan mengurangi kerja insulin di dalam darah. Saat stress dengan berkurangnya insulin maka kadar glukosa darah terus meningkat karena keterbatasan insulin yang memobilisasi glukosa darah ke dalam sel semakin lambat. Dengan tingginya kadar glukosa di dalam darah tersebut maka sinyal dari pusat syaraf menandakan bahwa ikan merasa kenyang, dan ikan tidak mau makan (Sari,2009).



**Gambar 1.** Respon Fisiologis dari Stres ikan (Barton, 2002).

### 2.3 Glukosa Darah

Glukosa darah merupakan sumber pasokan bahan bakar utama dan substrat esensial untuk metabolisme sel terutama sel otak. Untuk berfungsi otak secara kontinyu dibutuhkan glukosa secara terus menerus (Steward 1991).

Hematologi sering juga digunakan untuk mendeteksi perubahan fisiologis yang disebabkan oleh stres lingkungan dan juga berhubungan dengan status kesehatan ikan, parameter yang biasa menjadi indeks dalam menentukan status kesehatan ikan adalah total sel darah merah, sel darah putih, hemoglobin, hematokrit, sedangkan untuk melihat tingkat stres biasanya juga diukur kadar kortisol dan glukosa darah (Al-Attar 2005).

Ketersediaan glukosa dalam sel terutama merupakan produk hidrolisis karbohidrat. Aslamyah (2006) menyatakan kadar glukosa darah yang terus meningkat mengindikasikan adanya aliran glukosa ke dalam darah yang lebih besar dibandingkan pemasukan glukosa darah ke dalam sel. Glukosa yang telah masuk ke dalam sel akan segera dimetabolisme untuk mencukupi kebutuhan energi. Glukosa pada darah ikan biasanya melebihi 200 mg/100 ml sebagai akibat dari stress yang relatif jangka pendek (Wedemeyer dan Yasutake, 1977). Berikut merupakan Tabulasi Terkait tentang Glukosa darah ikan yang dijabarkan pada tabel :

**Tabel 1.** Hasil penelitian terkait dengan glukosa darah pada berbagai jenis ikan

	Obyek	Perlakuan	Hasil Penelitian	Sumber
1	Ikan Gurame ( <i>Osphronemus gouramy</i> , LAC.)	Ikan Gurame diberikan perlakuan suhu yang berbeda yaitu A=0°C, B=3°C, C=6°C dan D=9°C selama 5 menit	Hasil glukosa darah yaitu rerata 45 mg/dL -80 mg/dL, dengan nilai kadar gula tertinggi yaitu pada perlakuan dengan suhu 9°C dan terendah yaitu pada perlakuan dengan suhu 0°C.	(Hastuti, et.al,2003)
2	Ikan nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	Ikan nila diberikan perlakuan salinitas yang berbeda yaitu A=35ppt, B=25ppt, C=15ppt, D=5ppt,E=0 ppt selama 7 hari	Hasil glukosa darah yaitu hasil tertinggi didapatkan pada hari pertama dengan perlakuan diberi salinitas 35 ppt yaitu	(Royan,et.al, 2014)

			sebesar 295 mg/100ml.dan terendah yaitu pada hari ke 7 dengan perlakuan salinas 0 yaitu sebesar 41 mg/100ml.	
3	Ikan kerapu tikus ( <i>Cromileptes altivelis</i> )	Ikan diberi perlakuan suhu yang berbeda dipelihara dengan suhu ruangan 30°C, 32°C dan 34°C selama 15 hari	Ikan kerapu tikus pada perlakuan A (32 °C) dan B (34 °C) mengalami stres dibandingkan dengan ikan Kontrol (30 °C). Hal tersebut ditandai dengan tingginya kadar glukosa darah hingga akhir pemeliharaan yaitu sebesar 80,7 mg/dL pada perlakuan A (32 °C), 88 mg/dL pada perlakuan B (34 °C).	(Samsisko, 2013)
4	Ikan jambal siam ( <i>Pangasius hypophthalmus</i> ).	Ikan uji yang digunakan adalah ikan jambal siam ( <i>Pangasius hypophthalmus</i> ) berukuran 8 - 10 cm, sebanyak 300 ekor, ikan diberi perlakuan suhu yang berbeda 24 °C, 28 °C dan 32 °C dengan sedangkan waktu pengamatan adalah yang menjadi kelompok yaitu (hari ke 0, 10, dan 20)	Hasil Glukosa darah yang didapatkan yaitu pada perlakuan suhu 24 °C pada pengamatan 1,2 dan 3 yaitu masing –masing 146,00 mg/dL ,148.98 mg/dL dan 192.96 mg/dL.suhu 28 °C yaitu masing-masing 147,25 mg/dl, 138.77 mg/dl dan 138.12 mg/dl. Sedangkan untuk suhu 32 °C yaitu masing-masing 148,45 mg/dl , 168.37 mg/dl dan 127.23 mg/dl	( Syawal dan Husni, 2011)
5	Ikan gurme	Pemberiaan pakan	Hasil glukosa darah	(Aslamsyah

( <i>Osphronemus gouramy</i> , LAC.)	additif mikrob <i>Bacillus sp</i> dan <i>Carnobacterium sp</i> Kadar glukosa darah diamati pada akhir penelitian. Ikan dipuasakan selama 48 jam, pengambilan darah dimulai pada jam ke 0 (sebelum pemberian pakan) dan jam ke 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, dan 18 setelah ikan diberi pakan satu kali sampai kenyang	yang didapatkan dari penelitian ini yaitu nilai terbesar didapatkan pada waktu 2 jam pertama yaitu sebesar 152 mg/dl sedangkan terendah yaitu pada waktu 2 jam terakhir yaitu sebesar 40 mg/dl.	, 2011 ).
--------------------------------------	--	---	-----------

### 2.3.1 Dampak Meningkatnya Glukosa Pada Ikan

Stress pada ikan bisa disebabkan oleh faktor lingkungan ( pH, Tingginya amoniak, rendahnya DO, dsb ) ,kepadatan penanganan dan lain-lain. Salah satu pendekatan yang bisa dilihat pada tubuh ikan saat stress adalah perubahan turun naiknya kadar glukosa darah sehingga menurunkan nafsu makan ikan tersebut. Naiknya glukosa darah menandakan bahwa ikan sedang kenyang, dengan arti lain nafsu makan berkurang karena energi yang dibutuhkan oleh tubuh terpenuhi. Begitu juga sebaliknya saat kadar glukosa darah turun, maka ikan akan merasa lapar sehingga diperlukan makanan untuk memenuhi kebutuhan energinya ( Tifa, 2009 ).

Kondisi ikan stres berdampak pada menurunnya sistem imun, menghambat pertumbuhan, perubahan perilaku berenang, gangguan reproduksi bahkan kematian ( Barton, 2002). Selain itu dampak dari glukosa meningkat yaitu dapat mempengaruhi Perubahan perilaku ikan berupa cepatnya gerakan operkulum, ikan mengambil udara dipermukaan air, dan ikan menjadi tidak aktif (Brick dan Cech, 2002).

### 2.3.2 Mekanisme Pembentukan Glukosa Darah Dalam Tubuh

Mekanisme terjadinya perubahan kadar glukosa darah selama stress dimulai dari diterimanya informasi penyebab faktor stress oleh organ reseptor. Selanjutnya informasi tersebut disampaikan ke otak bagian hipotalamus melalui sistem syaraf. Kemudian hipotalamus memerintahkan sel kromafin untuk mensekresikan hormon katekolamin melalui serabut syaraf simpatik. Adanya katekolamin ini akan mengaktifasi enzim -enzim yang terlibat dalam katabolisme simpanan glikogen, sehingga kadar glukosa darah mengalami peningkatan. Pada saat yang bersamaan hipotalamus otak mensekresikan CRF (corticoïd releasing factor) yang meregulasi kelenjer pituitari untuk mensekresikan ACTH (adreno corticotropic hormone). Hormon tersebut akan direspon oleh sel interenal dengan mensekresikan kortisol ( Tifa, 2009).

### 2.4 Pencemaran Air dan Bahan Pencemar

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti, danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 didefinisikan bahwa pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain kedalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Industrilisasi dan urbanisasi telah membawa dampak pada lingkungan. Pembuangan limbah industri dan domestik ke badan air merupakan penyebab utama polusi air. Pencemaran air didefinisikan sebagai pembuangan substansi dengan karakteristik dan jumlah yang menyebabkan estetika, bau, dan rasa menjadi terganggu dan atau menimbulkan potensi kontaminasi (Suripin, 2002).

Bahan pencemar (polutan) adalah bahan – bahan yang bersifat asing bagi alam atau bahan yang berasal dari alam itu sendiri yang memasuki suatu tatanan ekosistem sehingga mengganggu peruntukan ekosistem tersebut. Berdasarkan cara masuknya dalam ke dalam lingkungan, polutan dikelompokkan menjadi 2, yaitu polutan alamiah dan polutan antropogenik (Effendi, 2003). Polutan alamiah adalah polutan yang memasuki suatu lingkungan (badan air) secara alamai, misalnya akibat letusan gunung berapi, tanah longsor, banjir dan fenomena alam yang lain. Polutan yang memasuki suatu ekosistem secara alamiah sukar dikendalikan. Polutan antropogenik adalah polutan yang masuk ke badan air akibat aktivitas manusia, misalnya kegiatan domestik (rumah tangga), kegiatan urban (perkotaan) maupun kegiatan industri. Intensitas polutan antropogenik dapat dikendalikan dengan cara mengontrol aktivitas yang menyebabkan timbulnya polutan tersebut.

Berdasarkan perbedaan sifat-sifatnya, polutan air dapat dikelompokkan menjadi 9 (sembilan) kelompok yaitu : (1) padatan; (2) bahan buangan yang membutuhkan oksigen (*oxygen-demanding waste*); (3) mikroorganism; (4) komponen organik sintetik; (5) nutrient tanaman; (6) minyak; (7) senyawa anorganik dan mineral; (8) bahan radioaktif dan (9) panas. Pengelompokan tersebut bukan merupakan pengelompokan yang baku, karena suatu jenis polutan dapat dimasukkan ke dalam lebih dari satu kelompok (Fardiaz, 1992).

Sumber pencemar air berdasarkan karakteristik limbah yang dihasilkan dapat dibedakan menjadi sumber limbah domestik dan sumber limbah non-domestik. Sumber limbah domestik umumnya berasal dari daerah pemukiman penduduk dan sumber limbah non domestik berasal dari kegiatan seperti industri, pertanian dan peternakan, perikanan, pertambahan atau kegiatan yang bukan berasal dari wilayah pemukiman.

Berdasarkan sumbernya (Mudarisin, 2004), jenis limbah cair yang dapat mencemari air dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan yaitu :

1. Limbah cair domestik, yaitu limbah cair yang berasal dari pemukiman, tempat-tempat komersial (perdagangan, perkantoran, institusi) dan tempat-tempat rekreasi. Air limbah domestik (berasal dari daerah pemukiman) terutama terdiri atas tinja, air kemih, dan buangan limbah cair (kamar mandi, dapur, cucian yang kira-kira mengandung 99,9% air dan 0,1% padatan). Zat padat yang ada tersebut terbagi atas  $\pm 70\%$  zat organik (terutama protein, karbohidrat, dan lemak) serta sisanya 30% zat anorganik terutama pasir, air limbah, garam-garam dan logam.
2. Limbah cair industri merupakan limbah cair yang dikeluarkan oleh industri sebagai akibat dari proses produksi. Limbah cair ini dapat berasal dari air bekas pencuci, bahan pelarut ataupun pendingin dari industri-industri tersebut. Pada umumnya limbah cair industri lebih sulit dalam pengolahannya, hal ini disebabkan karena zat-zat yang terkandung di dalamnya yang berupa bahan atau zat pelarut, mineral, logam berat, zat-zat organik, lemak, garam-garam, zat warna, nitrogen, sulfida, amoniak, dan lain-lain yang bersifat toksik.
3. Limbah pertanian yaitu limbah yang bersumber dari kegiatan pertanian seperti penggunaan perstisida, herbisida, fungisida, dan pupuk kimia yang berlebihan.
4. Infiltration/inflow yaitu limbah cair yang berasal dari perembesan air yang masuk ke dalam dan luapan dari sistem pembuangan air kotor.

## **2.5 Kualitas Air**

### **2.5.1 Disolved Oxygen ( DO)**

Jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk pernapasan biota budidaya tergantung ukuran, suhu dan tingkat aktivitasnya dan batas minimumnya adalah

3 ppm atau 3 mg/l. kandungan oksigen didalam air yang dianggap optimum bagi budidaya biota air adalah 4-10 ppm, tergantung jenisnya. Laju respirasi terlihat tetap pada batas kelarutan oksigen 3-4 ppm pada suhu 20-30°C. Meskipun beberapa jenis ikan mampu bertahan hidup pada perairan dengan konsentrasi oksigen 3 ppm, namun konsentrasi minimum yang masih dapat diterima sebagian besar spesies biota air untuk budidaya hidup dengan baik adalah 5 ppm. Pada perairan dengan konsentrasi oksigen diibawah 4 ppm, beberapa jenis ikan masih mampu bertahan hidup akan tetapi nafsu makannya mulai menurun. Untuk itu, konsentrasi oksigen yang baik dalam budidaya perairan adalah 5-7 ppm (Ghufran dan Andi, 2007). Pada budidaya udang windu, jika kadar oksigen terlarut sebesar 2,1 mg/l pada suhu 30°C dalam kondisi kualitas terpenuhi, udang windu sudah mulai memperlihatkan gejala abnormal yaitu berenang dipermukaan air. Kandungan oksigen di dalam air yang dianggap optimum bagi budidaya udang windu adalah 5-10 ppm. Konsumsi batas kadar oksigen terlarut antara 4,5-7 ppm adalah sekitar 0,55 mg O<sub>2</sub>/g persatuan unit berat badan udang/jam (Poernomo, 1989 dalam Ghufran dan Andi, 2007).

### 2.5.2 pH

Menurut Cholik *et.al* (1986), pH adalah ukuran dari konsentrasi ion hydrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi asam atau basa. Skala pH mempunyai deret 0-14 dan pH 7 adalah netral, berarti air tidak bersifat basa ataupun asam. Bila nilai pH dibawah 7 berarti air tersebut asam dan bila diatas 7 berarti basa. Secara alamiah, pH perairan dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida dan senyawa bersifat asam. Fitoplankton dan tanaman air lainnya akan mengambil karbondioksida dari air selama proses fotosintesis sehingga mengakibatkan pH air meningkat dari siang hari dan menurun pada waktu malam hari. pH air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan asam akan

kurang produktif, malah dapat membunuh hewan budidaya pada pH rendah, kandungan oksigen terlarut akan berkurang (Kordi dan Andi, 2007).

### 2.5.3 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang penting dalam pengaturan seluruh proses kehidupan dan penyebaran organisme, dan proses metabolisme terjadi hanya dalam kisaran tertentu. Dilaut, suhu berpengaruh secara langsung pada laju proses fotosintesis dan proses fisiologi hewan (derajat metabolisme dan siklus reproduksi) yang selanjutnya berpengaruh terhadap cara makan dan pertumbuhannya. Perubahan suhu juga dapat menyebabkan terjadinya sirkulasi dan stratifikasi massa air dan hal itu dapat mempengaruhi distribusi. Ikan biasanya memilih suhu optimum untuk dapat hidup dengan baik. (Binus, 2009).

### 2.5.4 Amonia

Kandungan ammonia dalam air media pemeliharaan merupakan hasil perombakan dari senyawa-senyawa nitrogen organik oleh bakteri atau dampak dari penambahan pupuk yang berlebihan. Senyawa ini sangat beracun bagi organisme perairan walaupun dalam konsentrasi yang rendah. Konsentrasi amonia yang mampu ditolerir untuk kehidupan udang dewasa  $< 0,3$  ppm (Ahmad, 1991 dan Boyd, 1989 dalam Darmawan dan Erik, 2010), dan ukuran benih  $< 0,1$  ppm. Konsentrasi ammonia yang terukur pada kedua petak ujicoba menunjukan nilai yang cukup rendah yaitu berkisar antara  $0,011 - 0,04$  ppm. Boyd (1989) melaporkan bahwa konsentrasi amoniak sebesar  $0,045$  ppm dapat mengurangi laju pertumbuhan udang penaeid sebesar 50%. Sedangkan konsentrasi ammonia yang disarankan dan aman di tambak adalah dibawah nilai  $0,13$  ppm. Pada salinitas air di atas 20 ppt, batas ambang aman amonium adalah  $< 1,6$  ppm (Lin dan Chen, 2001 Darmawan dan Erik, 2010).

### 2.5.5 TSS ( Total Suspended Solid)

Zat padat tersuspensi (Total Suspended Solid) adalah semua zat padat (pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik. Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan. Penetrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung efektif akibat terhalang oleh zat padat tersuspensi, sehingga fotosintesis tidak berlangsung sempurna. Sebaran zat padat tersuspensi di laut antara lain dipengaruhi oleh masukan yang berasal dari darat melalui aliran sungai, ataupun dari udara dan perpindahan karena resuspensi endapan akibat pengikisan (Edward,2003).

### 2.5.6 COD ( Chemical Oxygen Demand)

COD (chemical oxygen demand) merupakan suatu uji untuk menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan, misalnya kalium dikromat untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam air (Fardias, 1992). Tingginya nilai COD mengindikasikan banyaknya jumlah bahan organik yang terdapat dalam perairan. Bila hasil pengukuran COD tinggi maka akan terjadi penurunan nilai DO (*disolved oxygen*) di perairan. Penurunan DO bisa menyebabkan organisme perairan mudah terserang penyakit.