

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Landasan Teori**

##### **1. Sistem Peredaran Darah Pada Ikan**

Secara umum sistem peredaran darah pada ikan mirip sistem hidraulis yang terdiri atas sebuah pompa, pipa, katup, dan cairan. Meskipun, jantung teleostei terdiri atas empat bagian. Namun pada kenyataannya mirip dengan satu silinder atau pompa piston tunggal. Untuk menjamin aliran darah terus berlangsung, maka daerah dipompa dengan perbedaan tekanan. Tekanan jantung lebih besar dari tekanan arteri, dan tekanan arteri lebih besar dari tekanan arterionale. Akibat adanya perbedaan tekanan maka aliran darah dapat terjadi (Soewolo, 2005 : 225).

Ada dua jenis energi yang disalurkan ke darah pada setiap kontraksi jantung, yaitu: (1) energi kinetik yang menyebabkan darah mengalir dan (2) energi potensial yang tersimpan dalam pembuluh darah dan menimbulkan tekanan darah. Selain itu, aliran darah juga dipengaruhi oleh viskositas darah. Bila viskositas darah meningkat maka aliran darah akan melambat. Kontrol terhadap jantung, didasarkan pada dua mekanisme, yakni adrenergik dan cholinergik. Adrenergik merangsang jantung berkontraksi, sedangkan cholinergik menyebabkan relaksasi. Kedua proses yang saling bertentangan ini menyebabkan jantung dapat memompa darah dan mengisinya kembali. Darah dipompa keluar selama kontraksi ventrikel (systole) dan diikuti oleh periode relaksasi dan pengisian kembali (diastole) ( Sukiya, 2005 : 14-15 ).

Sistem peredaran darah ikan bersifat tunggal, artinya hanya terdapat satu jalur sirkulasi peredaran darah. Start dari jantung, darah menuju insang untuk melakukan

pertukaran gas. Selanjutnya, darah dialirkan ke dorsal aorta dan terbagi ke segenap organ-organ tubuh melalui saluran-saluran kecil. Selain itu, sebagian darah dari insang kadang langsung kembali ke jantung. Hal ini terjadi bilamana tidak semua output cardiac dibutuhkan untuk menuju ke dalam dorsal aorta dan pembuluh eferen yang lain. Pada bagian lain, yaitu berawal dari insang pertama, sebelum dihubungkan ke sistem vena. Peranan kedua organ ini mungkin sebagai ventilasi kontrol dan untuk sekresi gas ke cairan mata ( Soewolo, 2005 : 244 ).

Darah merupakan suatu fluida yang berisi beberapa bahan terlarut dan erythrocyte, leucocyte dan beberapa bahan lain yang tersuspensi. Darah berfungsi mengedarkan suplai makanan kepada sel-sel tubuh, membawa oksigen ke jaringan-jaringan tubuh, membawa hormon dan enzim ke organ yang memerlukan. Pertukaran oksigen terjadi dari air dengan karbondioksida terjadi pada bagian semipermeabel yaitu pembuluh darah yang terdapat di daerah insang. Selain itu di daerah insang terjadi pengeluaran kotoran yang bernitrogen ( Soewolo, 2005 : 198 ).

Dorsal aorta adalah sumber darah terbesar pada tubuh. Dari sini darah di suplai ke kepala, otot badan, ginjal dan semua organ pencernaan melalui pembuluh kapiler. Ada tiga rute pengembalian jantung, yakni pertama, dari otak, darah kembali ke jantung melalui vena cardinal anterior yang berhubungan dengan vena cardinal anterior yang berhubungan dengan vena cardinal umum. Di sini, juga bertemu darah dari vena cava posterior, yakni darah dari vena caudal yang telah melalui sistem renal portal. Kedua, dari organ visceral, darah kembali ke jantung melalui vena hepatis. Terakhir, dari insang, darah dikembalikan ke jantung melalui vena branchial ( Sukiya, 2005 : 14).

## **2. Komposisi Darah**

Darah mempunyai suatu komposisi yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu sel darah dan plasma darah yang mengandung bahan-bahan penyusunnya. Komposisi terbesar yang terkandung dalam darah adalah air sebagai media yang memfasilitasi sejumlah faktor yang tak terdispensi dalam pembentukan darah. Satu millimeter kubik darah ikan mengandung sekitar 5 juta corpuscle berwarna merah yang disebut leukosit dan 200.000 hingga 300.000 platelet yang disebut trombosit. Komponen lain adalah garam mineral dan substansi organik terlarut (Soewolo, 2005 : 244 ).

Sel darah merah berbentuk seperti piringan membulat, cekung pada dua sisinya dan diameternya mendekati sekitar 1 per 7.500 milimeter. Komponen terpenting dalam sel darah merah kebiruan dan memiliki kemampuan untuk mengikat oksigen dan mengangkut oksigen tersebut mulai dari insang keseluruh jaringan tubuh dan melepaskan oksigen dalam jaringan pembuluh kapiler. Hemoglobin yang mengikat oksigen atau oksihemoglobin inilah yang menyebabkan eritrosit berwarna merah cerah (Soewolo, 2005 : 198).

Sel darah putih memiliki dua tipe yaitu granular yang memiliki inti berkeping banyak dan nongranular yang memiliki inti membulat. Leukosit granular terdiri atas netrofil merupakan sel yang bersifat menyerang dan menghancurkan bakteri eosnofil yang merupakan sel yang mampu meningkatkan ketanggapan terhadap timbulnya infeksi dan alergi, dan basofil yang menghasilkan antikoagulan heparin dan substansi histamine. Netrofil merupakan sel darah putih yang relative banyak jumlahnya dibandingkan dengan sel lainnya dan bertambah bila terjadi infeksi (Winarni, 1997 : 24).

Leukosit nongranular terdiri atas monosit dan limfosit. Limfosit merupakan sel darah yang memiliki inti relative besar dan sitoplasma kecil. Limfosit jumlahnya terbesar kedua setelah netrofil dan ukurannya kurang lebih sebesar sel darah merah. Bagian sel darah putih yang berhubungan dengan respon kekebalan dan menghasilkan antibody adalah limfosit. Fungsi limfosit dalam system pertahanan tubuh yaitu membentuk anibodi apabila ada protein lain yang masuk kedalam tubuh ( Winarni, 1997 : 24 ).

Leukosit mengandung enzim yang dapat merombak protein bakteri dan sisa-sisa sel yang mati. Jika pembentukannya terhambat maka daya tahan tubuh ikan akan menurun. Hambatan ini akan dapat terjadi karena adanya faktor lingkungan yang tidak sesuai misalnya suhu, salinitas, kadar oksigen dan sebagainya ( Winarni, 1997 : 23 ).

Trombosit merupakan platelet darah yang sangat kecil ukurannya (kira-kira berdiameter sepertiga diameter sel darah merah), tidak memiliki inti dan bentuknya bulat. Trombosit melekat pada dinding pembuluh darah yang terluka dan kemudian menutup daerah yang rusak di dinding vaskuler. Ketika trombosit pecah, agn pengkoagulasi membentuk tromboplastin yang membantu membentuk jarring-jaring sel sebagai upaya pertama dalam proses penyembuhan ( Winarni, 1997 : 25).

Satu dari sekian kemampuan darah adalah kemampuan untuk menggumpal (terkoagulasi) ketika dikeluarkan dari tubuh. Dalam tubuh, gumpalan terjadi merespon jaringan yang terluka seperti otot teriris, atau terluka. Dalam pembuluh darah, darah tetap dalam kondisi cair, sesaat setelah keluar, darah menjadi kental dan berglatin serta berubah menjadi rekatan seperti agar-agar ( Soewolo, 2005 : 198 ).

Plasma darah merupakan cairan darah yang umumnya terdiri dari:

- a. Air mencakup 91-92%.
- b. Protein, sekitar 8-9% yang terdiri dari serum albumin, serum globulin, dan fibrinogen.
- c. Garam anorganik dalam bentuk ion sekitar 0,9% seperti :  
Anion : Cl<sup>-</sup> , CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> , HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> , SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> , PO<sub>4</sub><sup>-</sup> , I<sup>-</sup> .  
Kation : Na<sup>+</sup> , K<sup>+</sup> , Ca<sup>2+</sup> , Mg<sup>2+</sup> , Fe<sup>3+</sup> .
- d. Substansi organik bukan protein, terdiri dari : Non protein Nitrogen, misalnya lipid, karbohidrat, glukosa, garam ammonium, urea, asam urat, dan lain-lain.
- e. Gas terlarut dalam plasma.
- f. Berbagai substansi lain seperti hormon, enzim, dan anti toksin. Sel darah ikan memiliki inti yang menonjol dengan jumlah  $\pm$  2 juta mm<sup>3</sup> dan memiliki ukuran yang cukup konsisten yaitu umumnya sekitar 12 x 3 mikron dan memiliki sitoplasma yang kecil.

### **3. Hematokrit**

Hematokrit merupakan persentase volume eritrosit dalam darah ikan. Hasil pemeriksaan terhadap hematokrit dapat dijadikan sebagai salah satu patokan untuk menentukan keadaan kesehatan ikan, nilai hematokrit kurang dari 22% menunjukkan terjadinya anemia. Perubahan kondisi lingkungan atau pencemaran lingkungan akan menyebabkan nilai hematokrit mengalami penurunan akibat respon stress pada ikan (Tsuzuki *et al* 2001).

Kadar hematokrit ini juga bervariasi tergantung pada faktor nutrisi, umur ikan, jenis kelamin, ukuran tubuh, dan masa pemijahan. Hematokrit adalah volume eritrosit yang dipisahkan dari plasma dengan memutarnya di dalam tabung khusus yang nilainya

dinyatakan dalam persen. Hematokrit didefinisikan sebagai perbandingan antara sel darah merah dengan seluruh volume darah. Presentase kadar hematokrit berhubungan dengan jumlah sel darah merah (Kuswardani, 2006&Pusdik, 1989).

Menurut Yuda (1999) nilai hematokrit tidak selalu tetap hasilnya dan pada ikan nilainya antara 5 – 60 %. Selanjutnya dikatakan bahwa nilai hematokrit dapat juga digunakan untuk mendeteksi terjadinya animea dan ikan terkena penyakit apabila ikan kehilangan nafsu makan karena sebab yang tidak jelas dan ditunjukkan dengan rendahnya nilai hematokrit.

Anderson (1992) menyatakan bahwa berkurangnya nilai hematokrit pada ikan dapat mengindasikan adanya kontaminasi, ikan tidak makan, protein yang rendah pada pakan, defisiensi vitamin dan infeksi penyakit.

1. Ada 3 metode untuk menentukan nilai hematokrit, yaitu :

- a. Darah dimasukkan ke dalam tabung Winstrobe yang mempunyai skala, kemudian diputar dengan kecepatan 3000 putaran per menit selama setengah jam (sebelum dimasukkan ke dalam tabung darah diberi antikoagulan terlebih dahulu).
- b. Mikrohematokrit, pada metode ini digunakan tabung kapiler khusus, alat pemutar dan papan skala untuk menentukan % volume sel darah merah. Kecepatan pemutarannya adalah 11000 rpm selama 4 menit.
- c. Hematokrit dapat dilakukan secara elektronik. Pada metode ini menggunakan alat darah yang mampu meneruskan aliran, sedangkan sel darah merah bersifat menghambat aliran listrik darah yang telah dicampur dengan antikoagulan dihisap pada tabung khusus dan diselipkan pada alat baca. Dengan hanya

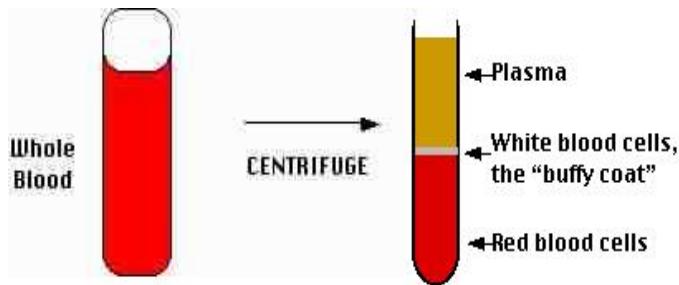
menekan tombol, nilai hematokrit dapat dibaca pada galvanometer (Irianto, A. 2005 : 21 ).

2. Hal-hal yang mempengaruhi hematokrit yaitu :
  - a. Bila memaki darah kapiler tetesan darah pertama harus dibuang karena mengandung cairan intrastitital.
  - b. Bahan pemeriksaan yang ditunda lebih dari 6 – 8 jam akan meningkatkan hematokrit.
  - c. Bahan pemeriksaan tidak dicampur hingga homogen sebelum pemeriksaan dilakukan.
  - d. Darah yang diperiksa tidak boleh mengandung bekuan.
  - e. Didaerah beriklim tropis, tabung kapiler yang mengandung heparin cepat rusak karena itu harus disimpan dilemari es ( Irianto, A. 2005 : 23 ).

Nilai hematokrit adalah volume semua eritrosit dalam 100 mL darah dan disebut dengan persen (%) dari volume darah tersebut. Biasanya nilai hematokrit ini ditentukan dengan menggunakan darah vena atau darah kapiler. Ada 2 (dua) cara dalam menentukan nilai hematokrit, yaitu:

- 1) Makrometode (menurut wintrobe)
  - a) Isilah tabung Wintrobe dengan darah antikoagulan oxalat, heparin, atau EDTA sampai garis tanda 100 di atas.
  - b) Masukkan tabung tersebut ke dalam sentrifuge (pemusing) yang cukup besar, pusinglah selama 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm.
  - c) Bacalah hasilnya dengan memperhatikan :





Gambar 1. Gambar Tabung Hematokrit

Keterangan Gambar :

- a. Warna plasma di atas : warna kuning itu dapat dibandingkan dengan larutan kaliumbicarbonat dan intensitasnya disebut dengan satuan. Satu satuan sesuai dengan warna kaliumbicarbonat 1 : 10000.
- b. Tebalnya lapisan putih di atas sel-sel merah yang tersusun dari leukosit dan trombosit (*buffy coat*)
- c. Volume sel-sel darah merah.

## 2) Metode mikrohematokrit

Pada metode mikro, sampel darah (darah kapiler, darah EDTA, darah heparin atau darah amonium-kalium-oksalat) dimasukkan dalam tabung kapiler yang mempunyai ukuran panjang 75 mm dengan diameter 1 mm. Tabung kapiler yang digunakan ada 2 macam, yaitu yang berisi heparin (bertanda merah) untuk sampel darah kapiler (langsung), dan yang tanpa antikoagulan (bertanda biru) untuk darah EDTA/heparin/amonium-kalium-oksalat (Irianto, A.2005 : 25).

## 4. Biologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* )

### a. Morfologi Ikan Nila

Ikan nila memiliki tubuh memanjang dengan perbandingan panjang dan tinggi 2 : 1. Sementara perbandingan tinggi dan lebar tubuh 4 : 1. Bentuk tubuh

ikan nila berwarna hitam dan agak keputihan dan bagian bawah tutup insang berwarna putih.

Ikan nila memiliki lima buah sirip, yakni sirip punggung (dorsal fin), sirip dada (pectoral fin), sirip perut (ventral fin), sirip anus (anal fin), dan sirip ekor (caudal fin). Sirip punggungnya memanjang, dari bagian atas tutup insang hingga bagian atas sirip ekor. Ada sepasang sirip dada dan sirip perut yang berukuran kecil anus hanya satu buah dan berbentuk agak panjang. Sementara itu sirip ekornya agak berbentuk bulat dan hanya berjumlah satu buah (Khairuman dan Amri, 2002).

Ikan nila mempunyai bentuk badannya pipih bentuk lonjong, pada badan, sirip ekor, sirip punggung dan sirip perut terdapat garis-garis tegak lurus dengan sirip-siripnya, matanya menonjol dan bagian pipinya berwarna putih, dagingnya agak tebal dan tidak terdapat duri-duri halus di dalamnya, kepala besar, mulutnya lebar, bibirnya tebal, sisiknya besar-besar dan kasar, sirip punggung dan sirip dubur memiliki beberapa jari-jari yang tajam seperti duri (Cahyono, 2000).



Gambar 2. Ikan Nila  
( Menurut Rukmana, 1997 )

Mata ikan nila berbentuk bulat, menonjol, dan bagian tepi berwarna putih. Secara visual sosok tubuh ikan nila berwarna hitam, putih, merah bercak-bercak hitam, atau hitam keputih-putihan (Rukmana, 1997).

Ikan nila termasuk ikan yang tahan dalam kondisi kekurangan oksigen, mirip dengan ikan lele. Jika kekurangan oksigen, ikan nila akan mengambil langsung oksigen dari udara bebas. Bahkan, bisa bertahan hidup beberapa lama di darat tanpa air. Kandungan oksigen yang baik untuk ikan nula minimal 4 mg/liter air dan kandungan karbondioksidanya kurang dari 5 mg/ liter air (Khairul Amri dan Khairuman, 2003: 33).

Sistem sirkulasi pada ikan merupakan sistem sirkulasi tunggal. Jantung ikan hanya terisi darah yang tidak mengandung oksigen. Darah dari jantung dipompa menuju ingsang untuk diisi oksigen lalu diedarkan keseluruh tubuh. Jantung hanya memiliki 2 bilik yaitu atrium dan ventrikel dengan konus (bulbus) arteriosus. Darah sebelum masuk kedalam atrium terlebih dahulu melewati sinus venosus, dari atrium darah menuju ventrikel, kemudian dipompa kearah konus arteriosus menuju aorta ventral. Darah dari aorta ventral menuju kedaerah ingsang lewat arteri brankia afferentia, selanjutnya dari ingsang arteri brankia eferen darah mengumpul pada aorta dorsal. Pembuluh ini disebut lengkung aorta (arcus aortikus) yang akan menjadi aorta ventral dan dorsal (Sukiya, 2005: 14).

Sinus venosus menerima darah dari vena hepatika dan vena kardinalis (vena cuvieri, yang merupakan gabungan pembuluh darah vena kardinal posterior dan anterior). Darah dari kepala dikumpulkan oleh vena kardinal anterior, dan darah dari ginjal dan gonade dikumpulkan oleh vena kardinal posterior. Pembuluh Cuvier

adalah pembuluh vena latero abdominalis yang menerima darah dari dinding tubuh dan alat gerak. Sistem portal renalis terdiri vena kaudal dan 2 pembuluh portal ginjal. Darah dari ekor menuju sistem portal renalis lalu ke kapiler ginjal. Sistem portal hepatis mengalirkan darah kelambung dan usus kemudian kembali ke hati, sesudah itu masuk ke sinus venosus melalui sepasang vena hepatica (Sukiya, 2005: 14-15).

b. Klasifikasi Ikan Nila



Gambar 3. Ikan Nila ( Menurut Rukmana, 1997 )

Kedudukan ikan nila dalam taksonomi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Filum	:	Chordata
Subfilum	:	Vertebrata
Kelas	:	Osteichthyes
Sub kelas	:	Acanthopterigii
Ordo	:	Percomorphi
Subordo	:	Percaidae

Famili : Cichlidae  
Genus : Oreochromis  
Spesies : *Oreochromis niloticus*

(Menurut Rukmana, 1997 )

## 5. DO dan Tekanan Udara

Kandungan oksigen terlarut (DO) merupakan saturasi oksigen atau oksigen terlarut (DO) adalah ukuran relatif dari jumlah oksigen yang terlarut atau dibawa dalam media tertentu. Hal ini dapat diukur dengan probe oksigen terlarut seperti sensor oksigen atau optode dalam media cair, biasanya air. Unit standar miligram per liter (ppm), atau  $\text{mgL}^{-1}$ . Kejemuhan oksigen dalam lingkungan umumnya mengacu pada jumlah oksigen terlarut dalam tanah atau badan air. Oksigenasi lingkungan dapat menjadi penting untuk keberlanjutan dari suatu tertentu ekosistem. Sebuah badan baik dicampur air akan sepenuhnya jenuh, dengan sekitar  $10\text{ mg/L}$  pada  $15^\circ\text{C}$  (di sini adalah tabel oksigen terlarut versus suhu). Oksigen tidak cukup (hipoksia lingkungan), sering disebabkan oleh dekomposisi bahan organik, dapat terjadi pada badan air seperti kolam dan sungai, cenderung menekan keberadaan organisme aerobik seperti ikan (Mohammad Hasan, 1988: 87).

Tekanan udara adalah gaya per satuan luas yang diberikan ke permukaan dengan berat udara di atas bahwa permukaan dalam atmosfer Bumi (atau dari planet lain). Dalam sebagian besar keadaan tekanan udara erat didekati oleh tekanan hidrostatik yang disebabkan oleh massa dari udara di atas titik pengukuran. Daerah

tekanan rendah memiliki massa yang kurang udara di atas lokasi mereka, sedangkan tekanan tinggi daerah memiliki massa lebih udara di atas lokasi mereka.

Demikian juga, sebagai elevasi meningkat, ada yang kurang atasnya massa udara sehingga tekanan yang menurun dengan meningkatnya ketinggian (Joenoes Alim, 1988-45)..

Tekanan yang tepat pada ketinggian tertentu tergantung dari kondisi cuaca, namun beberapa perkiraan dan formula dapat memberikan gambaran umum tentang bagaimana tekanan berkurang dengan ketinggian. Sebuah aturan praktis untuk koreksi altimeter adalah bahwa tekanan turun sekitar 1 inci dari merkuri untuk setiap kenaikan ketinggian 1.000 kaki. Aturan-aturan ini bekerja cukup baik untuk elevasi atau ketinggian kurang dari dua atau tiga ribu kaki. Suasana standar tabel memberikan nilai kepadatan tekanan udara, suhu dan udara untuk berbagai ketinggian dari bawah ke atas (Joenoes Alim, 1988-48).

## **6. Ketinggian Tempat**

Bentuk muka bumi yang menjadi tempat tinggal manusia akan memberikan beberapa kemungkinan sebagai penunjang kehidupan yang terdapat di suatu Wilayah. Maka bumi memiliki bentuk yang bermacam-macam dan selalu mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Perubahan bentuk muka bumi disebabkan oleh adanya tenaga yang berasal dari dalam bumi yang disebut tenaga endogen dan tenaga yang berasal dari luar bumi yang disebut tenaga eksogen. Akibat adanya kedua tenaga itulah yang menyebabkan permukaan bumi memiliki bentuk yang tidak sama. Ada yang berupa gunung, pegunungan, dataran tinggi, dataran rendah, bukit, lembah, dan sebagainya.

Perbedaan tinggi rendah permukaan bumi itu disebut relief.Cooke (1974) mengatakan bahwa geomorfologi adalah studi bentuk lahandan proses-proses yang mempengaruhi pembentukannya dan menyelidiki hubungan antara bentuk dan proses dalam tatanan keruangannya( Cooke, 1974 ).

Dataran rendah merupakan suatu bentang alam tanpa banyak memiliki perbedaanketinggian antara tempat yang satu dan tempat lainnya. Daerah ini mempunyai ketinggianmencapai 200 m di atas permukaan laut. Di Indonesia banyak kita jumpai wilayah dataranrendah yang terjadi dari hasil sedimentasi material (tanah) yang dibawa oleh sungai-sungai ke muara. Oleh karena itu, daerah ini juga disebut dataran aluvial. Misalnya,dataran alluvial di Sumatera bagian timur, Jawa bagian utara, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan,Kalimantan Timur serta Irian Jaya bagian barat dan utara.Di pulau-pulau lain juga terdapat aluvial, tetapi ukurannya sempit. Daerah dataran aluvial memiliki penduduk lebih padat jika dibandingkan dengan daerah pegunungan karena dataran aluvial biasanya merupakan daerah subur (Haldane, 1933).

Perbedaan ketinggian suatu tempat mengakibatkan munculnya suatu perbedaan kondisi lingkungan setempat. Perbedaan yang sangat esensial misal berupa tekanan udara. Tekanan udaradi dataran rendah lebih tinggi di banding dengan pegunungan (dataran tinggi). Semakin tinggi suatu tempat, semakin rendah tekanan udaranya. Hal ini berhubungan dengan faktor adanya gaya gravitasi bumi yang ditimbulkan. Gravitasi didataran rendah menjadi lebih tinggi karena kedekatanya dengan pusat bumi, sedangkan semakin daerah itu tinggi maka semakin pula menjauhi pusat bumi. Jauhnya dengan pusat bumi berakibat gaya gravitasinya semakin lemah. Lemahnya gravitasi ini memunculkan takanan udara menjadi semakin lemah pula. Tekanan yang rendah ini

berakibat kandungan oksigen pada lingkungan setempat menjadi rendah. Sedangkan menurut Verstappen (1983) geomorfologi merupakan ilmu pengetahuan alam tentang bentuk lahan pembentuk muka bumi, baik diatas maupun dibawah permukaan air laut dan menekankan pada asal mula dan perkembangan di masa mendatang serta konteksnya dengan lingkungan (Verstappen, 1983).

Haldane memberi rincian mengenai proses penyesuaian diri terhadap iklim (aklimatisasi) terhadap tempat-tempat yang tinggi. Sakit punggung yang sering diderita oleh mereka yang bergerak dengan relatif cepat dari tempat-tempat di permukaan laut sampai suatu ketinggian yang lebih dari 3000 meter dan tinggal di sana untuk beberapa jam. Ini disebabkan terutama untuk mengurangi kejemuhan oksigen pada urat nadi. Aklimatisasi terhadap tekanan oksigen yang rendah dilakukan dengan cara yang berbeda-beda. Pertama, darah menjadi bertambah kaya dengan hemoglobin. Hal ini cenderung untuk memelihara tekanan oksigen yang lebih tinggi, tidak di dalam darah urat itu sendiri tetapi di dalam jaringan (*tissue*) yang merupakan hal penting. Presentasi hemoglobin di dalam darah juga bervariasi terbalik dengan tekanan Oksigen apabila hal itu bertambah di atas normal, suatu kenyataan yang mengilustrasikan dengan sangat jelas hubungan antara struktur dan fungsi. Sumsum tulang dimana sel darah dihasilkan, menjadi berubah di dalam struktur pada tempat yang tinggi karena darah itu sendiri dapat berubah strukturnya (Mohammad Hasan, 1988 : 84).

Faktor kedua dalam aklimatisasi, menurut Haldane, adalah penambahan yang nyata dalam bernafas. Tetapi hasil perpindahan karbondioksida yang berlebihan membuat darah dan jaringan menjadi alkalin. Terhadap kondisi ini ginjal merespon dengan memindahkan secara bertahap apa yang sekarang berlebihan alkalin dari badan.

Hasilnya, keadaan tekanan yang lebih rendah dari Karbondioksida di dalam udara paru-paru, dan sesuai dengan itu penambahan ventilasi paru-paru dimungkinkan dengan tidak menjadikan terlalu banyak alkalin. Sebagai akibat tekanan Oksigen yang bertambah di dalam paru-paru membantu menghalangi-halangi berkurangnya kejemuhan Oksigen pada hemoglobin ( Mohammad Hasan, 1988 : 84 ).

Faktor ketiga ialah, sebagai hasil rangsangan yang berasal di dalam jaringan, dinding kapiler paru-paru mulai secara aktif memisahkan Oksigen ke dalam darah dan secara bertahap menjadi lebih efisien karena kebiasaan. Pemisahan Oksigen secara aktif yang terjadi di dalam bermacam-macam kelenjar. Masih ada lagi faktor dalam aklimatisasi yang muncul sesudah *exposure* panjang untuk merendahkan tekanan atmosfer. Jaringan otak dan bagian-bagian dalam beberapa hal toleran terhadap tekanan rendah Oksigen yang tidak biasa dalam urat nadi. Oleh karena itu penduduk atau penghuni lama pada daerah-daerah yang tinggi memperlihatkan kebiruan yang jelas pada kulit, dan sesuai dengan itu, tekanan Oksigen urat nadi rendah, meskipun tetap dalam kondisi sehat(Mohammad Hasan, 1988 : 85 ).

Perbedaan ketinggian suatu tempat mengakibatkan munculnya perbedaan kondisi lingkungan setempat. Perbedaan yang sangat esensial misalnya berupa tekanan udara didataran rendah lebih tinggi dibanding dengan pegunungan (dataran tinggi). Semakin tinggi suatu tempat maka semakin rendah tekanan udaranya.Gravitasi didataran rendah menjadi lebih tinggi karena kedekatannya dengan pusat bumi, sedangkan semakin daerah itu tinggi maka semakin menjauhi pusat bumi. Jauhnya dengan pusat bumi berakibat gaya gravitasinya semakin lemah. Lemahnya gravitasi ini memunculkan tekanan udara semakin lemah pula. Tekanan udara yang rendah ini

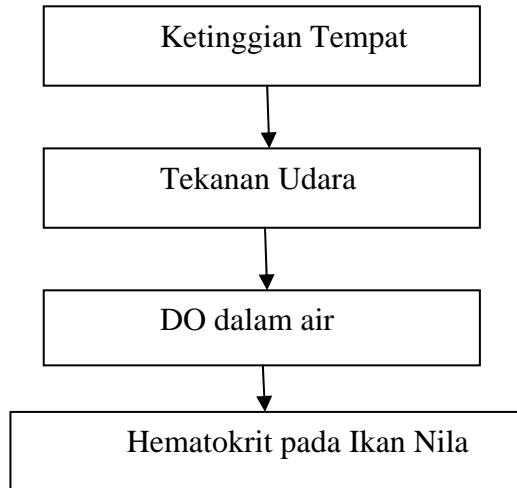
berakibat kandungan oksigen pada lingkungan udara setempat menjadi rendah. Kondisi tersebut ternyata berpengaruh terhadap kandungan oksigen yang terlarut dalam perairan, dimana semakin rendah tekanan udara karena semakin tingginya tempat maka semakin rendah pula oksigen yang terlarut dalam air. Hal ini sesuai dengan Hukum Henry yang menyatakan bahwa tekanan gas berbanding lurus dengan kelarutan gas( Mohammad Hasan,1988 : 19 ).

Oksigen terlarut adalah jumlah oksigen dalam miligram yang terdapat dalam satu liter air (ppt). Oksigen terlarut umumnya berasal dari difusi udara melalui permukaan air, aliran air masuk, air hujan, dan hasil dari proses fotosintesis plankton atau tumbuhan air. Menurut Boyd (1990), jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh organisme akuatik tergantung spesies, ukuran, jumlah pakan yang dimakan, aktivitas, suhu, dan lain-lain. Konsentrasi oksigen yang rendah dapat menimbulkan anorexia, stress, dan kematian pada ikan. Menurut Swingle dalam Boyd (1982), bila dalam suatu kolam kandungan oksigen terlarut sama dengan atau lebih besar dari 5 mg/l, maka proses reproduksi dan pertumbuhan ikan akan berjalan dengan baik.Oksigen terlarut yang terkandung di dalam air, berasal dari udara dan hasil proses fotosintesis tumbuhan air. Oksigen diperlukan oleh semua mahluk yang hidup di air seperti ikan, udang, kerang dan hewan lainnya termasuk mikroorganisme seperti bakteri (Boyd 1990 &Swingle dalam Boyd 1982 ).

## B. **Kerangka Brfikir**

Perbedaan ketinggian atau elevasi ditentukan berdasarkan elevasi lahan daratan dari permukaan air laut, dimana permukaan air laut dianggap mempunyai elevasi 0 meter. Sehingga munculnya perbedaan kondisi lingkungan seperti tekanan udara dan kandungan oksigen yang larut dalam air (DO). Tekanan udara adalah gaya per satuan luas yang diberikan ke permukaan dengan berat udara dalam atmosfer bumi. Dimana Tekanan udara didataran rendah lebih tinggi di banding dengan pegunungan (dataran tinggi). Semakin tinggi suatu tempat, semakin rendah tekanan udaranya. Hal ini berhubungan dengan faktor adanya gaya gravitasi bumi yang ditimbulkan. Gravitasi didataran rendah menjadi lebih tinggi karena kedekatanya dengan pusat bumi, sedangkan semakin daerah itu tinggi maka semakin pula menjauhi pusat bumi. Jauhnya dengan pusat bumi berakibat gaya gravitasinya semakin lemah. Lemahnya gravitasi ini memunculkan takanan udara menjadi semakin rendah. Semakin rendah tekanan udara karena samakin tingginya tempat maka semakin rendah pula Oksigen yang terlarut dalam air (DO). Penurunan oksigen terlarut pada tempat yang semakin tinggi akan berpengaruh bagi kehidupan hewan-hewan air. Kandungan oksigen terlarut yang semakin rendah akan menimbulkan hipoksia bagi hewan-hewan air. Hematokrit merupakan perbandingan sel darah merah dengan cairan darah dalam ikan. Dimana nilai hematokrit ini memiliki nilai yang berbeda yang disebabkan oleh faktor mikroklimat yaitu tekanan udara dan DO sehingga, nilai hematokrit pada dataran tinggi memiliki nilai yang lebih tinggi dari pada dataran rendah. Nilai hematokrit tersebut behubungan erat dengan faktor mikroklimat yang mempengaruhi

tinggi rendahnya nilai hematokrit selain objek yang digunakan yaitu Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*).



Gambar 4. Diagram Kerangka berfikir dalam bentuk bagan