

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perairan Sungai Brantas

Sungai Brantas merupakan sungai terpanjang kedua di Pulau Jawa setelah Sungai Bengawan Solo. Sungai kebanggaan masyarakat Jawa Timur ini memiliki luas area sekitar 12.000 km² dan panjang sungai mencapai 320 km. Sungai Brantas bersumber dari Sumber Brantas Kota Batu, tepatnya di lereng Gunung Arjuna dan Anjasmara, lalu mengalir ke Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang, Mojokerto, dan akhirnya ke Surabaya (Selat Madura atau Laut Jawa) (Husamah, 2010).

Sungai Brantas merupakan sungai terbesar dan terpanjang di Jawa Timur, panjangnya sekitar 320 km, luas daerah pengaliran sungainya \pm 12.000 km² (25% wilayah Jawa Timur), mata airnya berasal dari bagian barat daya kaki Pegunungan Arjuno. Anak sungai utama adalah Kali Lesti, Kali Ngrowo, Kali Konto dan Kali Widas masing-masing mempunyai Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas 625 km², 1600 km², 687 km², dan 1538 km². Kondisi klimatologi didominasi oleh iklim tropis dengan rata-rata hujan tahunan 2000 mm, diantaranya 80% jatuh pada musim hujan (Roedjito dan Widyono, 1991 dalam Masrevaniah, 2010).

Sungai Brantas merupakan salah satu sungai yang mengalami pencemaran, dimana tingkat pencemaran pada Sungai Brantas ini meningkat dari tahun ke tahun. Penyebab utama dari pencemaran Sungai Brantas adalah pembuangan limbah cair yang mengandung zat pencemar. Limbah yang turut andil dalam pencemaran Sungai Brantas ini adalah limbah domestik, limbah industri dan limbah pertanian. Pencemaran terhadap Sungai Brantas ini dapat terjadi secara langsung dari saluran pembuang (sewer), buangan Industri (*point*

sources) atau secara tidak langsung melalui pencemaran air dan limpasan dari daerah pertanian. Studi ini pada hakekatnya untuk mengetahui peningkatan kandungan kimia anorganik (nitrat, nitrit, pH) dalam air yang diakibatkan pembuangan limbah domestik dan limbah pertanian pada Anak Sungai Kali Brantas bagian hulu dan Sungai Kali Brantas Bagian Hulu di Kota Batu yang besar pengaruhnya terhadap kualitas air pada badan Sungai Kali Brantas (Widyanita, 2009).

Menurut Streten dan Phelps (1979) dalam Glym dan Gary (1989), air sungai mampu membersihkan diri secara alamiah (*self purification*). Limbah cair yang mencampuri aliran air dan faktor lain seperti deoksigenasi dan aerasi sehingga akan pulih bersih kembali. Faktor penting dalam proses pemurnian ini adalah aerasi. Aerasi berjalan cepat dalam suatu aliran berturbulensi tinggi.

2.2 Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi

Nama umum Ikan Mas, nama latin *Cyprinus Carpio*, nama asing *Common Carp*, seperti terlihat pada Gambar 1. Secara garis besar bentuk dari pada ikan mas yakni badan agak panjang dan pipih dengan warna tubuh keemasan, warna varian lainnya putih, kuning, merah, hitam dan corak kombinasi warna-warna tadi. Mulutnya dapat dilebarkan dengan struktur bibir lunak. (Anonymous^b, 2007).

Klasifikasi ikan mas (*Cyprinus carpio*) menurut Santoso (1993) adalah sebagai berikut:

- Kelas : Pisces
- Subkelas : Teleostei
- Ordo : Ostariophysi
- Subordo : Cyprinoidea

Famili : Cyprinidae
Genus : Cyprinus
Species : *Cyprinus carpio* L



Gambar. 1 Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) (Amri dan Khairuman, 2008)

Bentuk tubuh ikan mas agak memanjang dan memipih tegak (*compressed*). Mulutnya terletak di bagian tengah ujung kepala (*terminal*) dan dapat disembulkan (*protaktif*). Di bagian anterior mulut terdapat dua pasang sungut. Di ujung dalam mulut terdapat gigi kerongkongan (*pharyngeal teeth*) yang terbentuk atas tiga baris gigi geraham. Secara umum hampir seluruh tubuh ikan mas ditutupi sisik kecuali pada beberapa varietas yang hanya memiliki sedikit sisik. Sisik ikan mas berukuran besar dan digolongkan ke dalam sisik tipe sikloid (lingkaran), sirip punggungnya (dorsal) memanjang dengan bagian belakang berjarikeras dan di bagian akhir (sirip ketiga dan keempat) bergerigi. Letak sirip punggung berseberangan dengan permukaan sisip perut (ventral). Sirip duburnya (anal) mempunyai ciri seperti sirip punggung yaitu berjari keras dan bagian akhirnya bergerigi, garis rusuknya (*linea lateralis* atau gurat sisi) tergolong lengkap, berada di pertengahan tubuh dengan bentuk melintang dari tutup insang sampai ke ujung belakang pangkal ekor (Amri dan Khairuman, 2008).

2.2.2 Habitat dan Penyebaran

Menurut Djoko Suseno (2000) dalam Khairuman *et al* (2008), di Indonesia pertama kali ikan karper berasal dari daratan Eropa dan Tiongkok yang

kemudian berkembang menjadi ikan budi daya yang sangat penting. Sementara itu, menurut Ardiwinata (1981) dalam Khairuman *et al* (2008) ikan karper yang berkembang di Indonesia diduga awalnya berasal dari Tiongkok Selatan. Budi daya ikan karper diketahui sudah berkembang di daerah Galuh (Ciamis) Jawa Barat pada pertengahan abad ke-19. Masyarakat setempat disebutkan sudah menggunakan kakaban – substrat untuk pelekatan telur ikan karper yang terbuat dari ijuk – pada tahun 1860, sehingga budi daya ikan karper di kolam di Galuh disimpulkan sudah berkembang berpuluh-puluh tahun sebelumnya. Sedangkan penyebaran ikan karper di daerah Jawa lainnya, dikemukakan terjadi pada permulaan abad ke-20, terutama sesudah terbentuk Jawatan Perikanan Darat dari “Kementrian Pertanian” (Kemakmuran) saat itu.

Ikan mas berasal dari daratan Asia dan telah lama dibudidayakan sebagai ikan konsumsi oleh bangsa Cina sejak 400 tahun SM. Penyebarannya merata di daratan Asia juga Eropa sebagian Amerika Utara dan Australia. Pembudidayaan ikan mas di Indonesia banyak ditemui di Jawa dan Sumatra dalam bentuk empang, balong maupun keramba terapung yang di letakkan di danau atau waduk besar. Budidaya modern di Jawa Barat menggunakan sistem air deras untuk mempercepat pertumbuhannya. Habitat aslinya yang di alam meliputi sungai berarus tenang sampai sedang dan di area dangkal danau. Perairan yang disukai tentunya yang banyak menyediakan pakan alaminya. Ceruk atau area kecil yang terdalam pada suatu dasar perairan adalah tempat yang sangat ideal untuknya. Bagian-bagian sungai yang terlindungi rindangnya pepohonan dan tepi sungai dimana terdapat runtuh pohon yang tumbang dapat menjadi tempat favoritnya (Anonymous, 2010^b).

Ikan Mas adalah salah satu jenis ikan peliharaan yang penting sejak dahulu hingga sekarang. Daerah yang sesuai untuk mengusahakan pemeliharaan ikan ini yaitu daerah yang berada antara 150-600 m di atas

permukaan laut, pH perairan berkisar antara 7-8 dan suhu optimum 20-25 °C. Ikan Mas hidup di tempat-tempat yang dangkal dengan arus air yang tidak deras, baik di sungai danau maupun di genangan air lainnya (Asmawi, 1986 dalam Mulyaningsih, 2004).

2.2.3 Kegiatan Pembesaran

Menurut Badan Standardisasi Nasional (1999) ikan mas Majalaya dapat dibesarkan di Keramba Jaring Apung (KJA) dan di Kolam Air Deras (KAD) :

a. Pembesaran di Keramba Jaring Apung (KJA)

Sistem pembesaran intensif antara lain dapat dilakukan dalam Keramba Jaring Apung (KJA) yang biasa dipasang di perairan umum. Pemilihan lokasi penempatan jaring dalam suatu perairan akan sangat menunjang berhasilnya proses produksi. Beberapa karakteristik perairan yang tepat antara lain a) air bergerak dengan arus terbesar, tetapi bukan arus kuat, b) Penempatan jaring dapat dipasang sejajar dengan arah angin, c) Badan air cukup besar dan luas sehingga dapat menjamin stabilitas kualitas air, d) Kedalaman air minimal dapat mencapai jarak antara dasar jaring dengan dasar perairan 1,0 m, e) Kualitas air mendukung pertumbuhan seperti suhu perairan 27°C sampai 30°C, oksigen terlarut tidak kurang dari 4,0 mg/l, dan kecerahan tidak kurang dari 80 cm. Satu unit KJA minimal terdiri dari kantong jaring dan kerangka jaring. Dimensi unit jaring berbentuk persegi empat dengan ukuran kantong jaring 7 x 7 x 3 m³ atau 6 x 6 x 3 m³. Satu unit KJA terdiri empat set kantong dan satu set terdiri dari dua lapis kantong. Bagian badan kantong jaring yang masuk kedalam air 2,0 sampai 2,5 m. Kerangka jaring terbuat dapat dibuat dari besi atau bambu dan pelampung berupa styrofoam atau drum. Bahan kantong jaring berasal dari benang polietilena.

b. Pembesaran di Kolam Air Deras (KAD)

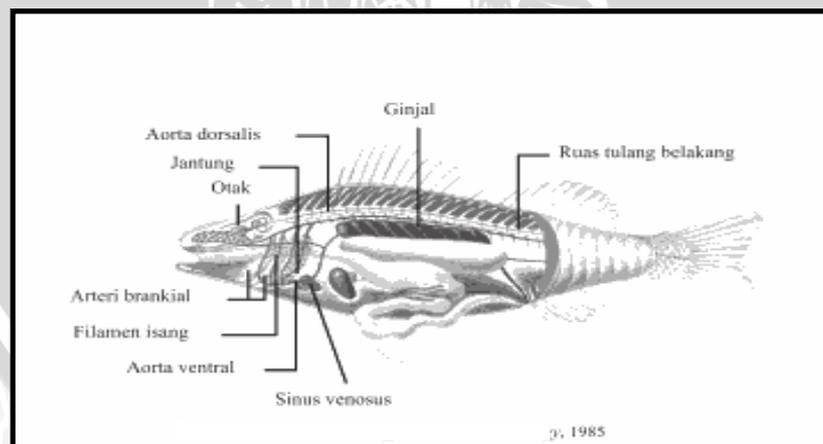
Pemeliharaan ikan mas di kolam air deras harus mempertimbangkan beberapa hal antara lain lokasi dekat dengan sumber air (sungai, irigasi, dll.) dengan topografi yang memungkinkan air kolam dapat dikeringkan dengan cara gravitasi, kualitas air yang digunakan berkualitas baik dan tidak tercemar (kandungan oksigen terlarut 6-8 ppm) dan dengan debit air minimal 100 liter permenit. Bentuk kolam air deras (KAD) bermacam-macam tergantung kondisi lahan, bisa segitiga, bulat maupun oval. Ukurannya bervariasi disesuaikan dengan kondisi lahan dan kemampuan pembiayaan. Umumnya KAD berukuran 10-100 m² dengan kedalaman rata-rata 1,0-1,5 m. Dinding kolam tidak terkikis oleh aliran air dan aktivitas ikan. Oleh karena itu harus berkontruksi tembok atau lapis papan. Dasar kolam harus memungkinkan tidak daerah mati aliran (tempat dimana kotoran mengendap). Oleh karena itu kemiringan kolam harus sesuai (sekitar 2-5 %).

Menurut Khairuman *et al* (2008), pembesaran ikan mas dapat dilakukan di kolam air deras (KAD) dan kolam jaring apung (KJA). Pembesaran di KAD caranya yaitu, siapkan sebuah kolam air deras ukuran 30 m²; keringkan selama 2-4 hari; isi air setinggi 60-80 cm dan alirkan secara kontinyu; masukkan 150 kg induk; beri pelet setiap hari secara adlibitum (beri saat lapar dan hentikan setelah kenyang; lakukan panen setelah 3 bulan. Sebuah kolam air deras dapat menghasilkan ikan konsumsi sebanyak 1-,5 ton. Pembesaran ikan mas di KJA, caranya yaitu; siapkan sebuah kolam jaring apung lapis pertama; masukkan 300 kg induk; beri pelet setiap hari secara adlibitum (beri saat lapar dan hentikan setelah kenyang; lakukan panen setelah 3 bulan. Sebuah kolam jaring apung dapat menghasilkan ikan konsumsi sebanyak 1,5-2 ton.

2.3 Darah

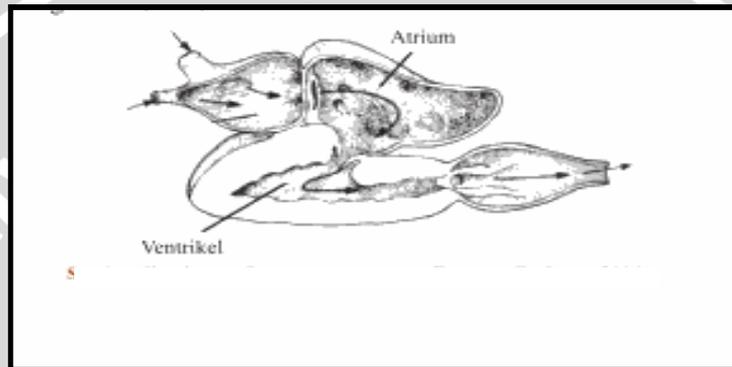
2.3.1 Pengertian Darah

Darah adalah suatu fluida (yang dinamakan plasma) tempat beberapa bahan terlarut dan tempat eritrosit, leukosit dan beberapa bahan lain yang tersuspensi. Sistem peredaran darah terdiri dari jantung (yang merupakan pusat pemompaan darah), arteri (pembuluh darah dari jantung), kapiler (yang menghubungkan arteri dengan vena) dan vena (pembuluh darah yang menuju jantung). Sistem peredaran darah pada ikan disebut sistem peredaran darah tunggal. Yang dimaksud dengan peredaran darah tunggal adalah dimana darah hanya satu kali saja melewati jantung. Darah yang terkumpul dari seluruh tubuh masuk ke atrium. Pada saat relaksasi, darah mengalir pada sebuah katup kedalam ventrikel yang berdinding tebal. Kontraksi dari ventrikel ini sangat kuat sehingga menyebabkan darah keluar menuju jaringan kapiler insang lalu dari insang darah mengalir ke jaringan kapiler lain dalam tubuh. Sistem peredaran darah ikan dapat dilihat pada Gambar 2. Pertukaran zat-zat pun terjadi pada saat pengaliran darah ini (Anonymous^e,2009).



Gambar 2. Alur Peredaran Darah (Anonymous^e,2009)

Menurut Fadhil *et al*, (2009), darah adalah suatu fluida (plasma) tempat beberapa bahan terlarut dan tempat eritrosit, leukosit dan beberapa bahan lain yang tersuspensi. Sistem peredaran darah terdiri dari jantung (merupakan pusat pemompaan darah), arteri (pembuluh darah dari jantung), kapiler (menghubungkan arteri dengan vena) dan vena (pembuluh darah yang menuju jantung), seperti terlihat pada Gambar 3. Sistem peredaran darah pada ikan disebut sistem peredaran darah tunggal.



Gambar 3. Gambar Jantung Ikan (Anonymous^e, 2009)

Fungsi utama darah yaitu transportasi bahan materi yang dibutuhkan bagian tubuh, atau yang tidak diperlukan dibawa ke organ pembuangan. Darah, juga menjaga masuknya bahan penyakit, memperbaiki bahan jaringan yang rusak, mengantarkan bahan pertumbuhan, dan membawa oksigen ke jaringan-jaringan tubuh. Dengan adanya hormon dalam aliran peredaran darah, seolah-olah darah berfungsi seperti sistem saraf tambahan. Dalam darah terkandung hemoglobin yang berfungsi sebagai pengikat oksigen. Pada sebagian hewan tak bertulang belakang atau invertebrata yang berukuran kecil, oksigen langsung meresap ke dalam plasma darah karena protein pembawa oksigennya terlarut secara bebas. Hemoglobin merupakan protein pengangkut oksigen paling efektif dan terdapat pada hewan-hewan bertulang belakang atau vertebrata. Hemosianin, yang berwarna biru, mengandung tembaga, dan digunakan oleh

hewan crustaceae. Cumi-cumi menggunakan vanadium kromagen (berwarna hijau muda, biru, atau kuning oranye) (Anonymous, 2010^f).

Menurut Wells (2005) dalam Fadhil *et al*, (2009), hemoglobin merupakan protein yang terdiri dari protoporfirin, globin dan besi yang bervalensi 2 (ferro). Satu gram hemoglobin dapat mengikat sekitar 1,34 ml oksigen. Kadar hemoglobin yang rendah dapat dijadikan sebagai petunjuk mengenai rendahnya kandungan protein pakan, defisiensi vitamin atau ikan mendapat infeksi. Sedangkan kadar tinggi menunjukkan bahwa ikan sedang berada dalam kondisi stress.

Menurut Chinabut *et al*. (1991) dalam Fadhil *et al*, (2009), sel darah merah (*eritrosit*) merupakan sel yang paling banyak jumlahnya. Inti sel eritrosit terletak sentral dengan sitoplasma dan akan terlihat jernih kebiruan dengan pewarnaan Giemsa. Pada ikan teleost, jumlah normal eritrosit adalah $1,05 \times 10^6$ - $3,0 \times 10^6$ sel/mm³.

2.3.2 Macam Sel-sel darah

Ada 3 macam sel darah menurut Fadhil *et al*, (2009) yaitu:

a. Sel darah merah (*Eritrosit*)

Eritrosit dewasa berbentuk lonjong, kecil dan berdiameter 7-36 mikron tergantung pada spesies ikannya. Jumlah *eritrosit* pada masing-masing species juga berbeda, tergantung aktivitas ikan tersebut. Pada ikan yang memiliki aktivitas tinggi seperti ikan predator blue marlin (*Makaria nigricans*) memiliki hematokrit 43% dan mackerel 52,5%, sedangkan pada ikan nototheniid (*Pagothenia bermachii*) hanya 21%. Tiap-tiap mm³ darah berkisar antara 20000 s.d. 3000000 butir. Pengangkutan oksigen dalam darah bergantung kepada jumlah hemoglobin (pigmen pernapasan) yang terdapat dalam eritrosit.

b. Sel darah putih (*Leukosit*)

Sel darah putih (leukosit) memiliki jumlah antara 20000 s.d. 150000 tiap mm^3 darah. Leukosit dapat dibedakan menjadi dua yaitu *granulosit* (leukosit yang bergranula) dan *agranulosit* (leukosit yang tidak bergranula). Berdasarkan penyerapan warna, granulosit terdiri dari neutrophil, acidophil (eosinophil) dan basophil. Agranulosit yang merupakan komponen terbesar leukosit terdiri dari limposit, monosit dan trombosit.

c. Keping Darah (trombosit)

Trombosit berperan penting dalam pembekuan darah. Berfungsi mencegah kehilangan cairan tubuh pada kerusakan-kerusakan di permukaan tubuh.

Menurut Purwanto (2006) dalam Aria (2008), sel darah merah (*eritrosit*) merupakan sel yang paling banyak jumlahnya. Inti sel eritrosit terletak sentral dengan sitoplasma dan akan terlihat jernih kebiruan dengan pewarnaan Giemsa. Leukosit (sel darah putih) mempunyai bentuk lonjong atau bulat, tidak berwarna, dan jumlahnya tiap mm^3 darah ikan berkisar 20.000-150.000 butir, serta merupakan unit yang aktif dari sistem pertahanan (imun) tubuh. Sel-sel leukosit akan ditranspor secara khusus ke daerah terinfeksi. Leukosit terdiri dari dua macam sel yaitu sel granulosit (terdiri dari netrofil, eusinofil, dan basofil dan sel agranulosit) dan sel agranulosit (terdiri dari limfosit, trombosit, dan monosit).

2.3.3 Hematokrit

Nilai hematokrit adalah volume eritrosit yang dimampatkan (*packed cell volume*). Istilah lainnya nilai hematokrit adalah volume sel-sel eritrosit seluruhnya dalam 100 ml darah dan dinyatakan dalam %. Berdasarkan atas reproduibilitas dan sederhananya pemeriksaan tersebut merupakan salah satu pemeriksaan yang paling dapat dipercaya di antara parameter lainnya, yaitu kadar hemoglobin (Hb) dan hitung eritrosit (Anonymous, 2010^b).

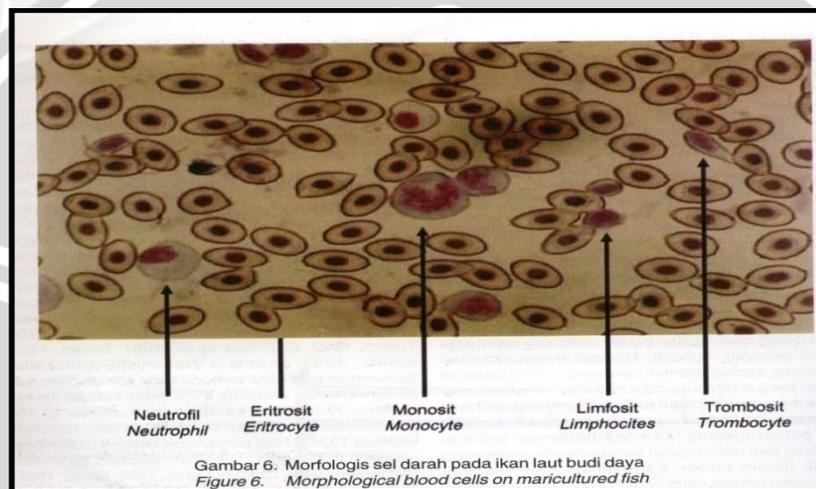
Hematokrit merupakan persentase volume eritrosit (sel darah merah) dalam darah ikan. Hasil pemeriksaan terhadap hematokrit dapat dijadikan sebagai salah satu patokan untuk menentukan keadaan kesehatan ikan, nilai hematokrit kurang dari 22% menunjukkan terjadinya anemia. Kadar hematokrit ini bervariasi tergantung pada faktor nutrisi, umur ikan, jenis kelamin, ukuran tubuh dan masa pemijahan (Kuswardani, 2006 *dalam* Aria, 2008).

Alifuddin (1993) melaporkan bahwa hematokrit merupakan perbandingan antara plasma dengan padatan darah. Perbandingan antara keduanya dibaca dengan pembaca mikrohematokrit dalam satuan %. Hematokrit biasa disebut "*packed cell volume*" dan ditentukan melalui pemusingan mikrohematokrit. Nilai hematokrit ikan teleost berkisar antara 20-30 %, dan pada beberapa spesies laut bernilai 42 % (Bond 1979 *dalam* Heath, 1987). Nilai hematokrit *Cyprinus carpio* adalah 27.1 % (Houston & De Wilde 1968 *dalam* Heath, 1987). Pada keadaan hipoksia akan menyebabkan sel membengkak sehingga meningkatkan nilai hematokrit (Heath 1987).

Hematokrit menunjukkan persen sel darah merah dari sejumlah darah. Bila dikatakan hematokrit 40 (40%) berarti darah terdiri dari 40% sel darah merah dan 60% plasma dan sel darah putih. Nilai normal hematokrit tergantung pada jenis kelamin. Ada 3 metode untuk menentukan nilai hematokrit (Anonymous, 2010^b), yaitu :

1. Darah dimasukkan ke dalam tabung Winsrobe yang mempunyai skala, kemudian diputar dengan kecepatan 3000 putaran per menit selama setengah jam (sebelum dimasukkan ke dalam tabung darah diberi antikoagulan terlebih dahulu).
2. Mikrohematokrit, pada metode ini digunakan tabung kapiler khusus, alat pemutar dan papan skala untuk menentukan % volume sel darah merah. Kecepatan pemutaran adalah 11000 rpm selama 4 menit.

- 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. Untuk melihat lebih jelasnya morfologi sel darah ikan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Morfologi Sel Darah Ikan

2.3.4 Trombosit

Trombosit atau disebut juga keping darah merupakan sel yang berbentuk agak bulat, tidak mengandung inti, tidak berwarna, berat jenisnya rendah dan berukuran kecil dengan diameter antara 1 - 4 mikron. Trombosit dibentuk dari sel induk yang disebut megakariosit yang banyak terdapat disumsum tulang, sedangkan penghancuran trombosit dilakukan di dalam limpa. Trombosit sangat berperan dalam proses pembekuan darah (Samsul, 2008).

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

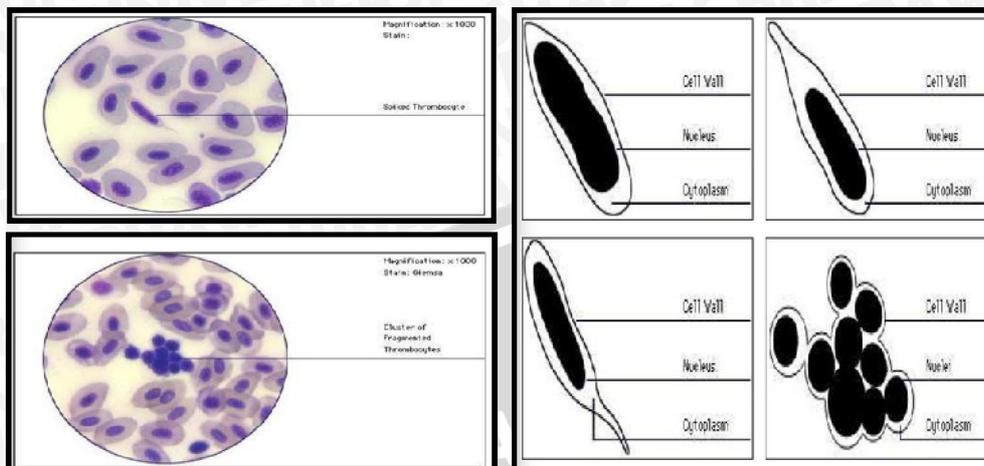
pecah, agen pengkoagulasi membentuk tromboplastin yang membantu membentuk jaring-jaring sel sebagai upaya pertama dalam proses penyembuhan (Anonymous, 2010^a).

Trombosit adalah keping darah yang tidak berinti, berdiameter 2 - 4 μm dan jumlahnya mencapai sekitar 200.000 - 400.000 per mm^3 darah. Bagian ini berasal dari pertunasan sel sumsum tulang yang besar dan berinti banyak yang disebut megakariosit. Sel trombosit mempunyai granula yang mungkin mengandung serotonin. Untuk lebih jelasnya seperti terlihat pada Gambar 5. Fungsi utama trombosit adalah memulai pembekuan darah untuk menghentikan pendarahan. Keping darah mempunyai enzim-enzim permukaan yang dapat mengenali kolagen dalam matriks ekstra sel. Hal ini merangsang suatu rangkaian proses dalam membuat bekuan darah (Anonymous, 2010^d).

Menurut Suwarno (2009), trombosit (keping-keping darah) ciri-cirinya yaitu:

- a) Sering disebut sel darah pembeku karena fungsinya dalam proses pembekuan darah.
- b) Berukuran lebih kecil daripada eritrosit maupun leukosit dan tidak berinti.
- c) Dalam setiap mm^3 terdapat 200.000 - 400.000 trombosit.
- d) Dibentuk pada sel megakariosit sumsum tulang.
- e) Mempunyai waktu hidup sekitar 8 hari.

Bila terjadi luka, trombosit akan pecah mengeluarkan trombokinase atau tromboplastin. Trombokinase akan mengubah protrombin menjadi trombin. Trombin mengubah fibrinogen menjadi fibrin yang berbentuk benang benang yang menjerat sel darah merah dan membentuk gumpalan sehingga darah membeku. Protrombin adalah senyawa globulin yang larut dan dihasilkan di hati dengan bantuan vitamin K (perubahan protrombin yang belum aktif menjadi trombin yang aktif dipercepat oleh ion kalsium (Ca). Fibrinogen adalah protein yang larut dalam plasma darah.



Gambar 5. Trombosit ikan (Maftuch, 2010)

2.3.5. Hubungan Antara Hematokrit dan Trombosit

Darah ikan terdiri dari atas komponen cairan (plasma) dan komponen seluler (sel-sel darah). Sel-sel darah terdiri dari eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih) dan trombosit (keping darah), yang diedarkan ke seluruh tubuh melalui sistem sirkulasi tertutup (Wedemeyer *et al.*, 1990 dalam Bastiawan *et al.*, 2001). Sel dan plasma darah mempunyai peranan fisiologis yang sangat penting. Plasma darah adalah suatu cairan jernih yang mengandung mineral terlarut, hasil absorpsi dari pencernaan makanan, buangan hasil metabolisme serta gas terlarut (Lagler *et al.*, 1977).

Jumlah trombosit dan kadar hematokrit sering digunakan sebagai indikator berat atau tidaknya penyakit Demam Berdarah Dengue. Oleh karena itu pemeriksaan darah merupakan hal yang mutlak dilakukan. Biasanya pada pemantauan penyakit, penurunan jumlah trombosit yang terlalu rendah ataupun peningkatan kadar hematokrit yang terlalu tinggi sering ditakutkan akan terjadinya syok.

Menurut Moyle dan Chech (1988) dalam Arry (2007), trombosit berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh yang akan dikirim secara khusus ke daerah yang terinfeksi dan mengalami peradangan yang serius. Arry (2007) melaporkan

bahwa peningkatan jumlah trombosit total terjadi akibat adanya respon dari tubuh ikan terhadap kondisi lingkungan pemeliharaan yang buruk, faktor stres dan infeksi penyakit. Sedangkan penurunan jumlah leukosit total disebabkan karena adanya gangguan pada fungsi organ ginjal dan limpa dalam memproduksi leukosit yang disebabkan oleh infeksi penyakit. Sedangkan nilai hematokrit adalah parameter yang berpengaruh terhadap pengukuran volume eritrosit. Menurut Randall (1970) dalam Maryani (2003), nilai hematokrit yang lebih kecil dari 22% menunjukkan bahwa ikan mengalami anemia dan kemungkinan terinfeksi penyakit.

2.4 Kualitas Air

Menurut Slembroack *et al* (2003) dalam Lesmana (2007) hal atau faktor yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan ikan di sungai adalah:

- Konsentrasi oksigen yang cukup
- Dibutuhkan suhu optimal sesuai jenis ikannya, tidak terlalu rendah ataupun tinggi
- Selama perkembangan CO_2 dan NH_3 yang dapat meracuni sehingga air untuk inkubasi harus bersih agar kadar metabolit ini tidak terlalu tinggi.
- Kebanyakan spesies selama perkembangan amat sensitif terhadap guncangan atau tekanan mekanis.
- Sumber sinar yang baik adalah dari atas atau permukaan air.

a. Suhu

Suhu air akan mempengaruhi juga kekentalan (viskositas) air. Perubahan suhu air yang drastis dapat mematikan ikan karena terjadi perubahan daya angkut darah. Seperti diketahui daya angkut darah akan lebih rendah pada suhu tinggi. Suhu juga mempengaruhi selera makan ikan. Ternyata ikan relatif lebih

lahap makan pada pagi dan sore hari sewaktu suhu air berkisar antara 25 - 27°C (Kordi dan Andi, 2007).

Spesies mungkin bertoleransi terhadap suhu antara 5° - 36°C. tetapi suhu maksimum untuk pertumbuhan berkisar antara 25° - 36°C. spesies di daerah tropis dan suhu air di bawah 10°C atau 15°C akan mematikan spesies tersebut (Andayani, 2005).

b. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut merupakan peubah mutu air paling penting bagi kehidupan organisme air. Oksigen terlarut dalam air pada konsentrasi tertentu dapat di serap oleh haemosianin dalam pembuluh darah lamelia insang akibat perbedaan tekanan parsial. Oksigen yang di serap kemudian dimanfaatkan dalam proses metabolisme baik untuk pembentukan sel baru (pertumbuhan) dan untuk penggantian sel yang hilang (Andayani, 2005).

Oksigen terlarut merupakan faktor pembatas bagi kehidupan organisme. Perubahan konsentrasi oksigen terlarut dapat menimbulkan efek langsung yang berakibat pada kematian organisme perairan. Sedangkan pengaruh yang tidak langsung adalah meningkatkan toksisitas bahan pencemar yang pada akhirnya dapat membahayakan organisme itu sendiri. Hal ini disebabkan oksigen terlarut digunakan untuk proses metabolisme dalam tubuh dan berkembang baik (Rahayu, 1991 *dalam* Kordi dan Andi, 2007)

c. pH

pH yang baik untuk budidaya perairan adalah pH 6.5 – 9.0 dan kisaran optimal nya adalah pH 7,5 - 8,7 (Kordi dan Andi, 2007). Sedangkan menurut Swingle (1961) dalam Andayani (2005), hubungan pH pada budidaya ikan menunjukkan titik kematian asam dan alkaline sekitar pH 4 dan pH 11.

2.5. Pencemaran

Polusi atau pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi dan atau komponen lain ke dalam lingkungan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (UU Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982 dalam Anonymous, 2010^o). Pencemaran adalah perubahan sifat fisika, kimia dan biologi yang tidak dikehendaki pada udara, tanah dan air. Perubahan tersebut dapat menimbulkan bahaya bagi kehidupan manusia atau organisme lainnya, proses-proses industri, tempat tinggal dan peninggalan-peninggalan, atau dapat merusak sumber bahan mentah. Pencemaran terjadi apabila terdapat gangguan dalam daur materi yaitu apabila laju produksi suatu zat melebihi laju pembuangan atau penggunaan zat tersebut (Soemarwoto,1990).

Pencemaran merupakan penambahan bermacam-macam bahan sebagai aktivitas manusia ke dalam lingkungan yang memberikan pengaruh berbahaya terhadap lingkungan (Tugaswaty, 1987). Terdapat dua jenis sumber pencemaran yaitu (1) Pencemaran yang dapat diketahui secara pasti sumbernya misalnya limbah industri, (2) Pencemaran yang tidak diketahui secara pasti sumbernya yaitu masuk ke perairan bersama air hujan dan limpasan air permukaan. Beban pencemaran pada badan air merupakan jumlah bahan yang dihasilkan dari kedua sumber tersebut (Husin dan Kastamana,1991).

Anggapan bahwa badan perairan merupakan tempat pembuangan limbah baik limbah domestik maupun limbah industri adalah salah karena dapat menyebabkan perubahan gangguan terhadap sumber daya air. Apabila suatu limbah yang berupa bahan pencemar masuk ke suatu lokasi maka akan terjadi

perubahan padanya. Perubahan dapat terjadi pada organisme yang hidup di lokasi itu serta lingkungannya yang berupa faktor fisika dan kimianya (ekosistem) (Suin, 1994). Disamping itu limbah dapat meningkatkan sejumlah besar zat organik dan anorganik yang menghasilkan kekeruhan karena terjadinya proses dekomposisi (Mahida, 1984). Senyawa beracun ini juga mempengaruhi darah organ tubuh lainnya. Disamping itu senyawa beracun dan logam berat dapat menghambat metabolisme serum protein (Tewari, Gill dan Plant, 1987 *dalam* Chahaya, 2003).

Secara alamiah, unsur logam berat terdapat dalam perairan, namun dalam jumlah yang sangat rendah. Kadar ini akan meningkat bila limbah yang banyak mengandung unsur logam berat masuk ke dalam lingkungan perairan sehingga akan terjadi racun bagi organisme perairan (Hutagalung dan Razak, 1982 *dalam* Chahaya, 2003). Masuknya logam berat ke dalam tubuh organisme perairan dengan tiga cara yaitu melalui makanan, insang dan difusi melalui permukaan kulit (Poels, 1983 *dalam* Chahaya, 2003). Untuk ikan insang merupakan jalan masuk yang penting. Permukaan insang lebih dari 90% seluruh luas badan. Sehingga dengan masuknya logam berat ke dalam insang dapat menyebabkan keracunan, karena bereaksinya kation logam tersebut dengan fraksi tertentu dari lendir insang. Kondisi ini menyebabkan proses metabolisme dari insang menjadi terganggu. Lendir yang berfungsi sebagai pelindung untuk diproduksi lebih banyak sehingga terjadi penumpukan lendir. Hal ini akan memperlambat ekskresi pada insang dan pada akhirnya menyebabkan kematian (Sudarmadi, 1993).

Menghindari kerusakan terhadap ekosistem perairan sebagai akibat dari pencemaran, haruslah dilakukan pemantauan atau monitoring, baik monitoring secara kimia, fisika dan biologi (Amnan, 1994 *dalam* Chahaya, 2003). Pemantauan pencemaran air sebenarnya menyangkut kehidupan di air. Bila air tercemar maka kehidupan organisme di air terganggu. Analisis pencemaran air

secara fisika dan kimia berusaha menilai apakah kondisi fisika dan kimia air cocok dengan kehidupan organisme di badan air atau tidak. Hal ini terkait dengan kehidupan organisme air yang tergantung pada faktor fisika dan kimia air itu. Pengukuran ini ditujukan pada kesesuaian dengan organisme air (Suin, 1994).

