

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Perairan Danau Oxbow

Danau pada hakekatnya adalah sebuah kolam air yang merupakan genangan air yang cukup luas pada suatu lekukan kulit bumi yang di kelilingi oleh daratan yang luas (Dahril, 1982). Danau yang produktif memperlihatkan warna kuning, biru abu-abu atau warna coklat yang disebabkan oleh sejumlah bahan organik. Danau yang kurang produktif mengarah kewarna biru atau hijau.

Hutchinson (*dalam* Sihotang, 2006) mengklasifikasikan danau menurut klasifikasi alami yang menciptakan cekungannya, kategori-kategori tersebut adalah sebagai berikut : pengaruh tektonik, pengaruh vulkanik, pengaruh glasial dan pengaruh lain seperti pergeseran lahan, pengaruh sungai, angin dan kekeringan.

Dinas Perikanan Riau (1985) mengatakan bahwa umumnya bentuk danau memanjang dan melengkung dengan perbandingan lebar dan panjang antara dua hingga enam puluh kali, biasanya selalu berdekatan dengan sungai dan kebanyakan danau yang terbentuk dari sungai yang terputus. Luas danau biasanya bervariasi sebagian besar dipengaruhi oleh musim. Pada musim hujan airnya penuh sehingga luas danau dapat mencapai empat kali dibandingkan pada luas pada musim kemarau. Perairan tergenang (lentik), khususnya danau biasanya mengalami stratifikasi secara vertikal akibat perbedaan intensitas cahaya dan perbedaan suhu pada kolom air yang terjadi secara vertikal. Danau dicirikan dengan arus yang lambat (0,001-0,01 cm/detik) atau tidak ada arus sama sekai (Effendi, 2003).

Sihotang (2006) menyatakan bahwa *Oxbow* adalah bagian dari aliran sungai yang aliran airnya terputus baik secara permanen atau sementara dari sungai aslinya dan terjadi secara alami ataupun buatan, pada skala waktu dapat terbentuk, kemudian habis selama beberapa tahun, tergantung pada tingginya banjir.

### 2.2. Fitoplankton

Fitoplankton merupakan organisme yang berukuran renik memiliki gerakan yang sangat lemah, bergerak mengikuti arah arus dan dapat melakukan proses fotosintesis karena memiliki klorofil dalam tubuh. Fitoplankton sebagian besar terdiri dari algae (ganggang) bersel tunggal yang berukuran renik. Akan tetapi, beberapa jenis diantaranya ada juga yang suka membentuk koloni (Khairuman dan Amri, 2002).

Jonghuat (2003), menyatakan bahwa plankton adalah mikro-organisme yang ditemui hidup di perairan, baik di sungai, danau, waduk, maupun di perairan payau dan laut. Mikroorganisme ini baik dari segi jumlah dan jenisnya sangat banyak. Plankton merupakan salah satu komponen utama dalam sistem mata rantai makanan dan jaring makanan. Mikroorganisme (plankton) ini ada yang dapat bergerak aktif sendiri seperti hewan yang disebut dengan plankton hewani (zooplankton) dan ada juga plankton yang dapat melakukan asimilasi (fotosintesis) seperti halnya tumbuhan di darat, kelompok ini disebut dengan plankton nabati (fitoplankton).

Nybakken (1992), menggolongkan plankton ke dalam lima golongan berdasarkan ukurannya yaitu megaloplankton yang ukurannya besar dari 2 mm, makroplankton dengan ukuran 0,2 - 2 mm, mikroplankton 20  $\mu\text{m}$  - 0,2 mm, nanoplankton dengan ukuran 2 - 20  $\mu\text{m}$ , pikoplankton dengan ukuran 0,2 - 2  $\mu\text{m}$  dan ultraplankton yang merupakan organisme plankton yang berukuran kurang dari 0,2  $\mu\text{m}$ .

Pujiatmo dan Bambang (1985) menyatakan produser primer merupakan komponen terpenting dalam ekosistem perairan selain organisme konsumen dan organisme dekomposer. Banyaknya energi yang terkandung di dalam ekosistem perairan tergantung kepada produktivitas produser. Pada umumnya di perairan, produser primer yang dominan adalah fitoplankton. Selanjutnya Odum (1993) menyatakan fitoplankton merupakan dasar terbentuknya kehidupan perairan karena tanpa fitoplankton organisme lain tidak mungkin hidup. Dalam sistem aliran energi fitoplankton menduduki tropik level pertama sebagai produser primer.

Nurdin (2000) menyebutkan bahwa untuk tumbuh baik fitoplankton membutuhkan unsur hara esensial dalam jumlah banyak (makro) dan unsur hara sedikit (mikro). Adapun yang termasuk unsur hara makro adalah C, H, O, N, Mg, S, K, Ca, P, Si sedangkan unsur hara mikro adalah Cl, Fe, Ba, Mn, Cu dan Mo. Diantara unsur-unsur ini P, N dan Si adalah yang paling sering dijumpai sebagai faktor pembatas pertumbuhan algae. Menurut Boney (*dalam* Ronny 2003), kelimpahan fitoplankton di suatu perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya, oksigen terlarut, karbondioksida bebas, temperatur, pH, kedalaman, nutrient dan pemangsaan. Selain faktor tersebut dibutuhkan pula unsur-unsur seperti N, P, K, Ca, Mg dan Na. Dua unsur yaitu N dan P merupakan yang terpenting dalam pertumbuhan fitoplankton.

Fotosintesis adalah proses yang dijalani oleh fitoplankton yang menggunakan cahaya matahari bagi menukarkan karbon dioksida kepada bahan makanan (karbohidrat) dan melepaskan oksigen ( $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{Clorofil}]{\text{c. matahari}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$ ). Tipe terang akan menghasilkan laju fotosintesis yang lebih tinggi pada irradian yang tinggi, tetapi pada irradian yang rendah laju fotosintesis lebih rendah dari pada tipe teduh. Disebabkan oleh proses fotosintesis ini bergantung kepada cahaya matahari, kandungan oksigen yang tinggi akan didapati diperairan pada waktu selepas tengah hari. Pada waktu malam, fotosintesis tidak akan berlangsung (Fogg *dalam* Johana, 2007).

### 2.3. Nitrat

Zat hara merupakan zat-zat yang sangat penting bagi produktivitas primer fitoplankton dalam air. Zat hara anorganik yang diperlukan fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang biak adalah nitrogen dalam bentuk nitrat dan fosfat (Nybakken, 1992). Fosfat dan nitrat merupakan hara yang sering membatasi proses fotosintesis, karena konsentrasinya yang umumnya kecil dalam perairan. Unsur N merupakan unsur vital yang membentuk protein dan unsur P juga sangat diperlukan dalam proses fosforilasi ATP yang berenergi tinggi yang merupakan bagian dari reaksi cahaya fotosintesis (Nurdin, 2000).

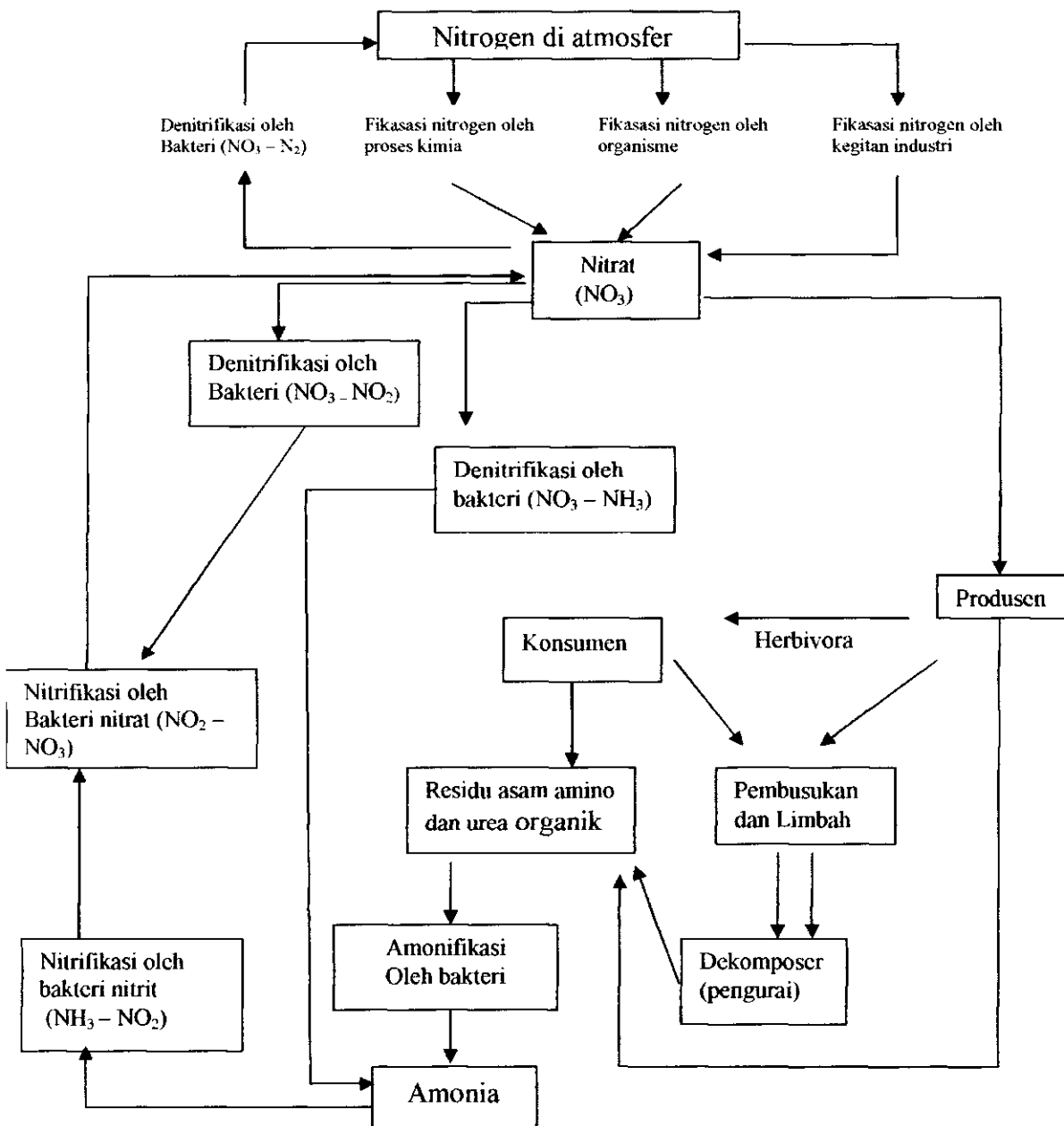
Sumber nitrogen di perairan terbesar berasal dari udara, sekitar 80% dalam bentuk nitrogen bebas yang masuk melalui sistem fiksasi biologi dalam kondisi aerobik. Meskipun nitrogen ditemukan berlimpah di lapisan atmosfer akan tetapi unsur ini tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh makhluk hidup. Untuk dapat dimanfaatkan nitrogen dari atmosfer yang masuk ke dalam perairan difiksasi (diserap) oleh sebahagian bakteri atau fitoplankton menjadi senyawa-senyawa tertentu seperti  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_3^-$  (Valiela 1984).

Dalam perairan, nitrogen dapat ditemukan dalam bermacam-macam bentuk yaitu nitrogen ( $\text{N}_2$ ), amoniak ( $\text{NH}_3$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Gas nitrogen lenyap dari perairan sebagai gelembung gas dan juga dapat terevaporasi ke udara yang digunakan oleh ganggang dan beberapa bakteri untuk pertumbuhan (Alaert dan Santika, 1984).

Secara alami konsentrasi nitrat di perairan tidak lebih dari 0,1 mg/l. Senyawa ini merupakan salah satu senyawa nutrisi sel yang merangsang pertumbuhan biomassa perairan, sehingga secara lengkap dapat mengontrol perkembangan biomassa perairan



yaitu produktivitas primer. Oleh karena itu kandungan nitrat berhubungan erat dengan kesuburan perairan. Pengaruh nitrat yang tidak terkendali di perairan disebabkan oleh aktivitas manusia seperti penggunaan pupuk dan pembuangan limbah ke perairan sehingga terjadi kondisi eutrof. Fenomena eutrofikasi di perairan sering terjadi di daerah muara yang dipengaruhi oleh adanya penyebaran nitrat di darat (Nontji, 1993).



**Gambar 1.** Siklus Nitrogen (Effendi, 2003)

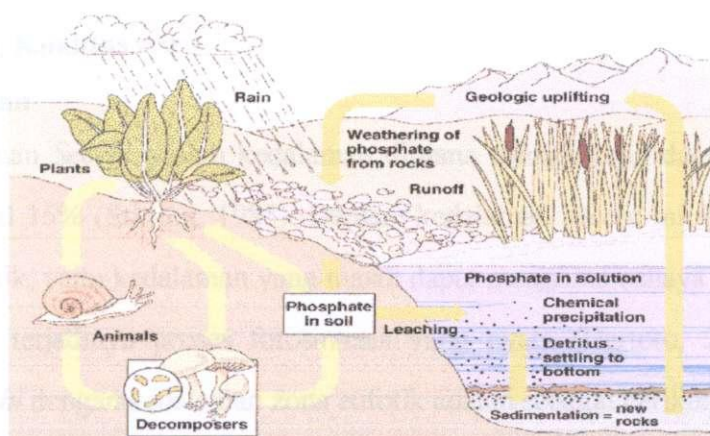
Nitrogen dalam bentuk nitrat dan amoniam yang diserap organisme nabati yang kemudian diolah menjadi protein selanjutnya menjadi sumber energi bagi makhluk hidup di perairan. Nitrat merupakan nutrien yang banyak digunakan oleh fitoplankton di perairan. Selain itu nitrat juga berperan penting dalam merangsang pertumbuhan

fitoplankton, sehingga konsentrasi nitrat sangat erat kaitannya dengan kesuburan perairan. Nitrat merupakan faktor pembatas yang penting dalam menentukan produktivitas perairan (Nybakken, 1992).

Selanjutnya Vollenweider (dalam Effendi, 2003) menyatakan klasifikasi tingkat kesuburan perairan berdasarkan kandungan nitrat dapat dibagi atas tiga tingkatan, yaitu : 0,0-1,0 mg/l disebut perairan oligotrofik (kurang subur), 1,0-5,0 mg/l disebut perairan mesotrofik (kesuburan sedang), dan diatas 5,0 mg/l disebut perairan eutrofik (kesuburan tinggi).

## 2.4. Fosfat

Fosfat merupakan unsur essential penting bagi fitoplankton dan ketersediaannya di perairan selalu lebih rendah dari nitrogen serta keberadaannya di zona efotik selalu ditemukan dalam konsentrasi yang rendah (Dawes dalam Alianto, 2006). Fosfat dibutuhkan oleh fitoplankton sebagai sumber energi terutama untuk memproduksi fosfolipid dan ikatan fosfat gula dan molekul seperti adenosine triphosphat (ATP). Berdasarkan ikatan kimianya fosfat terbagi atas : ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Ortofosfat adalah bentuk fosfor yang dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik. Sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis dulu membentuk fosfat sebelum dimanfaatkan sebagai sumber fosfor (Alaert dan Santika, 1984).



**Gambar 2.** Siklus Fosfat (Sumber : [www.e-edukasi.net](http://www.e-edukasi.net))

Priyadi dalam Johana (2007), menyatakan bahwa variasi kadar nutrient (fosfat, nitrat) di perairan sangat dipengaruhi oleh proses geofisik dan geokimia. Proses geofisik sangat mempengaruhi masuknya nutrient dari darat ke sungai. Menurut (Effendi, 2003) bahwa kandungan fosfat di perairan umumnya tidak lebih dari 0,1 mg/l



pada keadaan normal tanpa pencemaran. Apabila suatu perairan mengandung jumlah fosfat dan nitrat dalam jumlah besar, maka akan meningkatkan kelimpahan fitoplankton atau mengakibatkan eutrofikasi dan pertumbuhan fitoplankton yang tinggi sehingga akan menyebabkan red tide atau blooming algae.

Berdasarkan Gambar di atas dapat dilihat fosfat yang ada dalam batuan dan sedimen melalui proses geologi akan naik ke permukaan selanjutnya oleh hujan akan terbawa kembali ke perairan, selain itu fosfat yang ada di tanah akan dimanfaatkan oleh tumbuhan, tumbuhan dimakan oleh hewan, tumbuhan dan hewan akan mati dan fosfat akan diuraikan oleh dekomposer dan kembali ke tanah, akibat proses pengikisan fosfat akan terbawa kembali ke dalam perairan dan mengendap ke dalam sedimen.

## 2.5. Perbandingan Nitrat dan Fosfat

Kesuburan suatu perairan ditunjukkan oleh produktivitas primer, yaitu pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. Fitoplankton membutuhkan nitrogen dan fosfor sebagai nutrisi dalam suatu pendekatan yang dikenal dengan Ratio Redfield. Ratio Redfield mempunyai dua prinsip, yaitu elemen nutrisi bahan organik serta anorganik nitrogen dan fosfor dengan perbandingan N : P adalah 16 : 1. Hal ini merupakan dasar dari perbandingan Redfield yang dapat digunakan untuk pengukuran produksi primer di perairan (Nedi, 2002).

## 2.6. Parameter Kualitas Air

### 2.6.1. Kecerahan

Kedalaman *Secchi* adalah kedalaman dimana cahaya yang datang di permukaan badan air tinggal 15% (Stirling, 1985). Dengan kedalaman *secchi* ini dapat diperkirakan batas zona eufotik, yaitu kedalaman yang masih dapat menerima cahaya sampai 1 % yang memungkinkan terjadinya proses fotosintesis yang nyata (Hartoto, 2000). Hubungan kedalaman *Secchi* dengan kedalaman zona eufotik adalah sebagai berikut:

$$\text{Kedalaman zona eufotik} = 2,7 \text{ kedalaman } \textit{Secchi}$$

Kecerahan dalam suatu perairan dapat diukur dengan alat yang dinamakan cakram *Secchi*. Kecerahan dipengaruhi oleh kekeruhan, padatan tersuspensi, warna perairan, jasad renik, detritus, kepadatan plankton, keadaan cuaca, waktu pengukuran dan ketelitian orang yang melakukan pengukuran (APHA- AWWA, 1995).

Kecerahan suatu perairan menentukan sejauh mana cahaya matahari dapat menembus suatu perairan dan sampai kedalaman dimana proses fotosintesis dapat berlangsung sempurna. Kecerahan yang produktif adalah apabila pinggan Secchi mencapai 20-40 cm dari permukaan (Chakroff *dalam* Syukur, 2002).

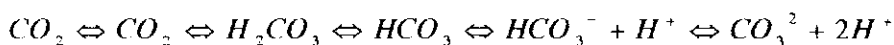
### 2.6.2. Suhu

Wardoyo (1981) menyatakan faktor fisik yang besar pengaruhnya terhadap kehidupan ikan mudah dipantau adalah suhu perairan. Suhu air merupakan faktor penting di lingkungan perairan yang selalu dipengaruhi oleh musim, cuaca, waktu pengukuran, kedalaman perairan dan kecerahan perairan.

Bishop (1984) menyatakan bahwa suhu air dapat merangsang atau menghambat perkembangan organisme perairan dan mempengaruhi kebutuhan akan oksigen untuk respirasi. Suhu dapat mempengaruhi parameter kualitas air yang lain maupun proses metabolisme dalam tubuh organisme air. Selain itu juga mempengaruhi kadar oksigen terlarut. Semakin tinggi suhu maka semakin cepat pula perairan tersebut mengalami kejenuhan akan oksigen yang berarti kadar oksigen terlarut semakin kecil.

### 2.6.3. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH merupakan faktor abiotik lainnya yang sangat penting bagi kehidupan organisme perairan. Umumnya kadar di alam adalah 6-9 Bronnmark dan Hansson (*dalam* Herawati, 2003). Derajat keasaman (pH) perairan mempengaruhi daya tahan organisme, dimana pH perairan yang rendah akan menyebabkan oksigen oleh organisme akan terganggu. Keasaman suatu danau ditandai dengan nilai pH berkisar dari 6-9 (Goldman dan Horne, 1983).



Gas      gas terlarut      Asam karbonat tak terdisosiasi      Karbonat

Konsentrasi  $H^+$  sangat berperan dalam proses reaksi kimia yang melibatkan unsur hara di danau yang berhubungan dengan pembentukan, perubahan, dan pelarutan mineral-mineral. Aktifitas biologi seperti fotosintesis dan respirasi yang melibatkan konsentrasi  $CO_2$  terlarut juga tergantung pada pH (Stumm dan Morgan, 1981).

### 2.6.4. Oksigen ( $O_2$ ) Terlarut

Menurut Jeffries dan Millis (*dalam* Effendi, 2003) Oksigen terlarut (DO-Dissolved Oxygen) adalah jumlah mg/l gas oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut dalam

air dapat berasal dari hasil fotosintesis oleh fitoplankton atau tanaman air lainnya dan difusi dari udara.

Fardiaz (1992) menyatakan bahwa oksigen terlarut merupakan kebutuhan dasar untuk kehidupan tanaman dan hewan air. Kehidupan makhluk hidup dalam air sangat tergantung dari kemampuan air untuk mempertahankan konsentrasi  $O_2$  minimal yang dibutuhkan untuk kehidupannya. Berdasarkan konsentrasi  $O_2$  terlarut dalam air dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain cuaca, kepadatan fitoplankton, siang dan malam dan dinamika organisme yang ada di dalamnya. Schmitz (*dalam* Nurdin, 2000) menyatakan bahwa oksigen terlarut di perairan dibagi lima, yaitu: 1) 8 mg/l perairan sangat baik, 2) lebih kurang 6 mg/l perairan baik, 3) 4 mg/l perairan kritis, 4) 2 mg/l perairan buruk, 5) < 2 mg/l perairan sangat buruk.

#### **2.6.5. Karbondioksida ( $CO_2$ ) Bebas**

Asmawi (1986) mengemukakan bahwa konsentrasi  $CO_2$  bebas di perairan tidak boleh lebih dari 12 mg/l dan tidak boleh kurang dari 2 mg/l. Cholik, Artati dan Arifuddin (1986) mengemukakan bahwa ikan mempunyai toleransi terhadap konsentrasi karbondioksida bebas yang tinggi dalam air, tetapi ikan akan menghindar bila konsentrasi karbondioksida bebas kurang dari 3 mg/l.

$CO_2$  bebas sangat berperan penting sebagai unsur makanan bagi semua tumbuhan hijau di perairan naiknya  $CO_2$  selalu diiringi dengan rendahnya pH dan menurunnya kadar  $O_2$  terlarut yang diperlukan sekali untuk pernapasan organisme akuatik (Asmawi, 1986).