

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. PLANKTON

Menurut Sachlan (1982) dan Hutabarat (1985), plankton adalah jasad renik yang hidup melayang dalam air, tidak atau sedikit bergerak dan selalu terbawa oleh arus. Sedangkan menurut Odum (1971), plankton adalah organisme renik yang melayang pasif mengikuti gerakan air karena kemampuan renangnya yang rendah, yang terdiri dari mahluk-mahluk yang hidupnya sebagai hewan (zooplankton) dan sebagai tumbuhan (fitoplankton).

Berdasarkan ukurannya, Nybakken (1992) membedakan plankton menjadi beberapa kelompok yaitu :

- ultraplankton, berukuran < 2 mikron
- nanoplankton , berukuran 2 - 20 mikron
- mikrop plankton, berukuran 20 - 200 mikron
- makrop plankton, berukuran 200 - 2000 mikron
- megaplankton berukuran > 2000 mikron

Nybakken (1992) selanjutnya memilah dua istilah bagi plankton, yaitu yang bersangkutan dengan daur hidup organisme planktonik. Organisme akuatik yang seluruh daur hidupnya bersifat plankton termasuk golongan holoplankton, sedangkan organisme akuatik yang sebagian dari daur hidupnya bersifat plankton disebut meroplankton.

1. FITOPLANKTON

Plankton nabati atau dikenal dengan istilah fitoplankton, terdiri terutama alga yang mikroskopis. Fitoplankton hampir secara merata terdapat di semua perairan yang mendapat sinar matahari (Sachlan, 1982). Fitoplankton mempunyai peranan yang penting dalam suatu rantai makanan yaitu sebagai produsen primer. Disebut produsen primer karena fitoplankton dapat membuat bahan organik dari bahan an-organik dengan bantuan sinar matahari (Sastrawijaya, 1991). Fitoplankton jika sudah ada dalam suatu perairan, dapat hidup sendiri, artinya bisa hidup hanya dengan sinar matahari dan garam-garam mineral (unsur hara) yang dibutuhkan. Secara umum, di perairan tropik, apabila unsur hara ini cukup tinggi/ banyak maka fitoplankton akan tumbuh dengan cepat dan sebaliknya.

Pengkayaan unsur hara pada daerah perairan merupakan suatu proses yang penting dalam pencemaran air dan aspek yang sangat nyata dalam hal ini adalah eutrofikasi. Proses eutrofikasi merupakan suatu rangkaian proses dari sebuah danau yang bersih menjadi berlumpur oleh pengkayaan unsur hara tanaman dan meningkatnya pertumbuhan tanaman air. Eutrofikasi dicirikan sebagai suatu pengkayaan unsur hara pada air yang menyebabkan perubahan simptomatik dengan meningkatnya produksi plankton, makrofit, memburuknya perikanan, memburuknya kualitas air dan perubahan simptomatik lainnya yang tidak dikehendaki serta mengganggu penggunaan air (Connel dan Miller, 1995).

Kegiatan manusia sangat mempengaruhi pengkayaan unsur hara dan dengan demikian potensial untuk menyebabkan eutrofikasi. Buangan seperti limbah rumah tangga, aliran dari bak penampungan kotoran, limbah industri, aliran dari perkotaan,

aliran dari pertanian dan pengelolaan hutan, serta limbah peternakan mengandung unsur hara yang sering kali menyebabkan pengkayaan unsur hara dan mempercepat eutrofikasi. Eutrofikasi dapat menyebabkan masalah penting dalam penggunaan air. Kenaikan populasi tanaman air termasuk fitoplankton dapat menyebabkan kandungan oksigen yang terlarut menurun karena adanya tanaman yang mati dan pembusukan oleh jasad renik, perubahan populasi ini akan menyebabkan perubahan komunitas dan akhirnya terjadi perubahan ekosistem (Connel dan Miller, 1995).

Keadaan fisik- kimiawi berubah sesuai dengan perubahan keadaan trofik dan merangsang perubahan dalam komposisi biologis. Dalam suatu danau, fitoplankton mengalami perubahan musiman yang berhubungan dengan suhu, cahaya, dan faktor musim lainnya. Perubahan yang paling mencolok dengan meningkatnya pengkayaan unsur hara adalah menjadi dominannya ganggang hijau biru (Cyanophyceae).

Ciri-ciri kualitatif pada danau eutrofik adalah kedalaman dangkal, kepadatan plankton tinggi, jumlah species plankton rendah dan pemasokan unsur hara tinggi. Sedangkan ciri-ciri kualitatif danau oligotropik antara lain kedalaman yang relatif lebih dalam, kepadatan plankton rendah, jumlah species plankton banyak dan pemasokan unsur hara rendah (Connel dan Miller, 1995)

Fitoplankton yang mengambil peranan terpenting di perairan air tawar adalah alga hijau. Sering warna air kolam, danau-danau, kolam atau akuarium adalah hijau, hal ini sebagian besar disebabkan oleh fitoplankton (Sachlan, 1982).

Jenis-jenis plankton air tawar yang sering dijumpai di perairan tropis menurut Sachlan (1982) adalah :

- Kelas dari Diatomae (Pennatae) yang bersifat kosmopolit adalah : *Navicula*, *Gomphonema*, *Surirella*, *Pinularia*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Gyrosigma*, *Pleurosigma*, *Melosira*.
- Kelas Phyrophyta yang berada di danau-danau, terutama adalah : *Peridinium*, *Gymnodium*, *Ceratium* dan *Hirudinella*.
- Kelas Cyanophyta yang penting adalah *Oscillatoria*, *Spirulina*, *Microcystis*, *Anabaena*, *Chroococcus*.

Susanti dan Santosa (1976) melaporkan bahwa jenis-jenis plankton yang terdapat di Waduk Gajah Mungkur Wonogiri ada 5 kelas, meliputi Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta dan Phyrophyta. Soetjipta dkk (1976) melaporkan jenis-jenis fitoplankton yang berada pada perairan Sungai Bengawan Solo meliputi Cyanophyta sebanyak 5 jenis, Chlorophyta sebanyak 5 jenis dan Chrysophyta sebanyak 9 jenis. Timotius (1979) melaporkan bahwa jenis-jenis plankton yang terdapat di Rawa Pening meliputi Cyanophyta sebanyak 15 jenis, Chlorophyta sebanyak 82 jenis, Chrysophyta sebanyak 68 jenis, Euglenophyta sebanyak 9 jenis dan Phyrophyta sebanyak 3 jenis.

2. ZOOPLANKTON

Menurut Sachlan (1982), zooplankton merupakan jasad renik atau mikroorganisme air yang hidupnya sebagai hewan dan merupakan pemakan fitoplankton. Zooplankton juga merupakan makanan pokok bagi organisme air yang tingkatnya lebih tinggi seperti ikan, udang dan sebagainya. Berdasarkan ukurannya Zooplankton dibagi menjadi dua kelompok, yaitu :

1. **Makrozooplankton**, berukuran lebih dari 1 mm, seperti larva ikan dan larva udang.
2. **Mikrozooplankton**, berukuran kurang dari 1 mm dan berupa jasad-jasad yang penting sebagai pakan ikan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Menurut Sachlan (1982), zooplankton yang penting dalam air tawar terdiri dari tiga kelompok, yaitu : Protozoa, Rotatoria, Entomostaca (Copepoda, Cladocera dan Ostracoda). Jenis-jenis zooplankton yang dijumpai di perairan tawar seperti yang dilaporkan Sachlan (1982), sebagai berikut :

- Ctenophora, genera yang biasa dijumpai di Indonesia adalah *Brachionus*, *Cathypna*, *Keratella*, *Rotifera*, *Asplanchna*, *Filinia*, *Rotatoria* dan *Diurella*.
- Crustaceae, ada 2 golongan yaitu Entomostraca dan Malacostraca. Entomostraca yang merupakan khas zooplankton adalah *Cladocera*, *Ostracoda*, *Copepoda*. *Cladocera* banyak terdapat pada perairan yang mengandung detritus dan juga bila perairan diberi pupuk kandang. Juga dilaporkan bahwa zooplankton dari copepoda genus *Cyclops* terdapat di semua perairan tawar di dunia.
- Protozoa, kelas Ciliata yang banyak ditemukan pada perairan yang mengalami pembusukan adalah *Paramaecium caudatum* dan *Vorticella microstomata*.

Zooplankton yang berada di Bengawan Solo menurut Soetjipta dkk (1976) meliputi Protozoa 5 jenis, Rotatoria 2 jenis dan Crustacea 4 jenis

Komunitas zooplankton mungkin secara tidak langsung berubah oleh pengkayaan unsur hara. Sebagai aturan umum, jika diversitas fitoplankton tinggi, maka diversitas zooplankton juga akan tinggi dan sebaliknya (Connel dan Miller, 1995).

B. KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN

Keanekaragaman organisme adalah banyaknya jenis organisme yang terdapat di suatu tempat. Semakin banyak jumlah jenisnya maka makin besar keanekaragamannya dan dengan demikian berarti habitat tersebut nyaman dan stabil untuk organisme (Hawkes, 1978).

Untuk mengetahui pendugaan kelimpahan dan keanekaragaman populasi, maka digunakan indeks keanekaragaman dan indeks kelimpahan. Untuk menghitung indeks keanekaragaman dan indeks kelimpahan, salah satunya yaitu dengan menggunakan rumus Shannon-Weiner. Harga dari indeks Shannon Weiner ditemukan antara 1,5 - 3,5, dan jarang ditemukan pada angka 4,5 (Magguran, 1983).

Indeks keanekaragaman Shannon-Weiner umum digunakan karena apabila dibandingkan dengan indeks lain seperti indeks Margalef, indeks Brillouin, indeks McIntosh U, maka indeks keanekaragaman Shannon-Weiner mempunyai keunggulan sebagai berikut, kemampuan yang cukup untuk menilai perbedaan sampel, cukup peka untuk menilai sampel, sangat akurat menilai kelimpahan jenis, cara perhitungan cukup mudah dan frekuensi digunakan cukup tinggi. (Magguran, 1983).

Adapun rumus dari indeks keanekaragaman sebagai berikut:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

keterangan : H' = indeks keanekaanan Shannon Weiner

p_i = perbandingan jumlah individu jenis i dengan total individu

semua jenis

Lee *et al* (1978) mengemukakan teori untuk menduga keanekaragaman organisme dalam suatu komunitas berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Weiner berkaitan dengan kualitas air dan kriteria derajat pencemaran, yaitu :

1. Perairan tercemar berat, jika nilai indeks keanekaragaman lebih kecil dari satu dan DO kurang dari 2 mg/lit.
2. Perairan tercemar sedang-berat, jika nilai indeks keanekaragaman antara 1 - 1,5 dan DO 2,0-4,4 mg/lit.
3. Perairan tercemar sedang ringan, jika nilai indeks keanekaragaman 1,6 - 2 dan DO 4,5-6,5 mg/lit.
4. Perairan tercemar sangat ringan atau belum tercemar jika nilai indeks keanekaragaman >2 dan DO lebih dari 6,5

Menurut Magguran (1983) untuk mengukur penyebaran individu-individu diantara jenis di dalam suatu komunitas, dipakai indeks perataan atau 'ekuitabilitas'. Jika seluruh jenis menyebar secara merata, maka penyebarannya mempunyai nilai maksimum. Sedangkan menurut Hawkes (1978), nilai e merupakan nilai yang tidak bersatuan dan besarnya berkisar 0 - 1. Semakin kecil nilai e berarti semakin kurang merata penyebaran suatu populasi di dalam komunitas, berarti komunitas tersebut di dominasi oleh jenis tertentu. Adapun rumus dari indeks perataan sebagai berikut :

$$e = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan : H' = indeks keanekaragaman

S = jumlah seluruh jenis

Untuk mengetahui kelimpahan relatif suatu jenis dalam suatu komunitas maka menggunakan indeks kelimpahan (Michael 1994), adapun rumus indeks kelimpahan adalah :

$$D_i = P_i \times 100\%$$

keterangan : D_i = indeks kelimpahan relatif jenis I

P_i = perbandingan jumlah individu jenis I dengan total individu.

C. INDIKATOR BIOLOGI

Indikator biologi digunakan untuk menilai secara makro perubahan keseimbangan ekologi khususnya ekosistem, akibat pengaruh polutan. Jika dibandingkan dengan parameter fisik-kimia, indikator biologi mempunyai kelebihan dapat memantau secara kontinyu. Hal ini karena komunitas biota perairan (flora/fauna) menghabiskan seluruh daur hidupnya di lingkungan tersebut, sehingga bila terjadi pencemaran akan bersifat akumulatif atau penimbunan, dan apabila organisme tersebut tidak tahan maka akan mati. Dengan demikian, indikator biologi merupakan petunjuk yang mudah untuk memantau terjadinya pencemaran. Adanya pencemaran lingkungan, menyebabkan keanekaragaman species akan menurun dan mata rantai makanannya menjadi lebih sederhana sehingga ekosistem menjadi labil dan tidak nyaman (Sastrawijaya, 1991).

Menurut Magguran (1983) indikator biologi dapat digunakan apabila memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Mudah diidentifikasi
- Mempunyai distribusi kosmopolit

- Mudah dilakukan sampling, artinya tidak perlu bantuan operator khusus, maupun peralatan yang mahal dan dapat dilakukan secara kuantitatif
- Kelimpahan suatu species dapat digunakan untuk menganalisa indeks diversitas
- Mudah dibudidayakan di laboratorium

Alga atau ganggang merupakan salah satu indikator pencemaran air. Banyak ganggang yang tahan hidup dalam air yang tercemar. Species ganggang tertentu tumbuh subur sehingga menghabiskan banyak bahan makanan dibandingkan yang lain sehingga, proporsi pertumbuhan berbagai ganggang dapat dijadikan indikator pencemaran di lingkungan itu (Sastrawijaya, 1991).

Sachlan (1982) melaporkan beberapa species yang dapat dijadikan sebagai indikator kualitas lingkungan perairan, yaitu :

- *Microcystis sp* "Blue-green algae", bila terjadi 'blooming' menandakan air terdapat banyak pospat dan nitrat, dengan pH tinggi.
- *Euglena sp*, menyebabkan perairan berwarna merah dan kuning, terdapat di perairan yang banyak mengandung bahan organik.
- Pencemaran oleh pupuk organik, termasuk pupuk kandang, juga diindikasikan oleh Chlorophyta . Genera yang paling umum dijumpai adalah *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Volvox*, *Chlorococcum*, *Selenastrum*, *Spirogyra*, *Strogonium*, *Desmidiaceae* dan *Zygnema*.
- *Desmidiaceae* akan tumbuh subur bila unsur mineral tercukupi dan pH sebesar 5,5 atau 6,5, sehingga dapat digunakan sebagai indikator air tawar yang agak asam sifatnya. Di perairan yang mempunyai pH 7,5 sampai 8,4 sebagian besar terdiri dari *Staurastrum*.

Beberapa species indikator kualitas lingkungan perairan seperti dilaporkan Palmer dalam Trainor (1984) adalah *Euglena*, *Oscillatoria*, *Chlamydomonas*, *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Nitzschia* dan *Navicula* . Species-species tersebut dapat digunakan sebagai indikator untuk air sungai yang tercemar bahan organik, sedangkan *Micrasterias*, *Staurastrum*, *Pinnularia* dan *Surirella* terdapat pada badan sungai yang berair bersih. Menurut Butcher *et al* dalam Hynes (1984) pada perairan eutropik yang tercemar bahan organik, *Cladophora glomerata* tumbuh pesat dengan sel-sel yang lebih panjang dan berwarna hijau gelap

Menurut Connel dan Miller (1995) plankton juga menunjukkan daya tahan yang berbeda-beda pada berbagai tingkat pencemaran, seperti:

- *Chlamydomonas sp* dapat bertahan pada kondisi polisaprobik (tercemar berat).
- *Spirulina*, *Nitzschia palea*, *Chlamydomonas sp*, *Stigleoclonium*, *Ulothrix*, dapat bertahan hidup pada kondisi perairan tercemar (α -mesosaprobik).
- *Oscillatoria sp*, *Chlamydomonas sp*, *Ulothrix* hidup pada kondisi perairan antara tercemar dan tercemar sedikit.
- *Gomphonema parvulum*, *Rhodosphenia curvata*, *Chlamydomonas sp*, *Ulothrix*, *Oedogonium*, *Cosmarium*, *Scenedesmus* hidup pada perairan tercemar sedikit (β -mesosaprobik).
- *Chlamydomonas sp*, *Rhizoclonium*, *Cladophora sp*, *Vaucheria*, *Spirogyra*, *Closterium*, hidup pada kondisi perairan antara tercemar sedikit dan tidak tercemar (oligosaprobik).
- *Chamaesiphon*, *Cocconeids placentula*, *Chlamydomonas sp*, *Ulothrix*, *Chetophora*, *Draparnaldia*, hidup pada kondisi perairan yang tidak tercemar (oligosaprobik).

D. MUSIM

Waduk Wonogiri seperti daerah Indonesia lainnya beriklim tropis, musim hujan berlangsung November - April dan musim kemarau berlangsung Mei - Oktober. Curah hujan tahunan di tangkapan air waduk berkisar 1868 mm dan 2340 mm. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari dan curah hujan terendah bulan Juli. Penguapan tertinggi bulan Juli - Oktober. Debit air terendah bulanan rata-rata dari sungai utama di daerah tangkapan air waduk Wonogiri umumnya terjadi pada bulan Juni - September dan debit air tertinggi bulan November - Maret (Anonim, 1992).

Welch (1980) dalam Connel dan Miller (1995) menyatakan bahwa komposisi fitoplankton dalam danau mengikuti perubahan musiman, tergantung faktor yang berlaku pada masing-masing musim. Untuk daerah tropis maka pada musim kemarau kelimpahan dan keanekaragaman plankton cenderung lebih tinggi (Sastrawijaya, 1991). Pada musim kemarau kecerahan suatu perairan tinggi, hal ini dikarenakan tidak adanya proses pelindihan atau 'run off' dari daratan, sehingga partikel yang terlarut dalam air rendah. Hal ini dikarenakan pada musim kemarau matahari bersinar sempurna sepanjang hari, sehingga cahaya matahari tersedia cukup dan dapat masuk dalam perairan lebih dalam. Sedangkan pada musim hujan sebaliknya, sinar matahari yang diterima badan air rendah, dan terjadi proses pelindihan sehingga partikel terlarut cukup tinggi dan perairan menjadi keruh.

Pada musim kemarau keberadaan sinar matahari yang cukup akan membantu mikroorganisme merubah amonia menjadi nitrit, dan selanjutnya diubah menjadi nitrat. Nitrat akan dipakai oleh alga dalam rangka tumbuh dan memperbanyak diri. Proses penggandaan algae dan pengambilan nitrat juga dibantu sinar matahari dan ketenangan

aliran air. Sinar matahari akan terus tersedia dan aliran air cukup tenang di musim kemarau. Jadi pada musim kemarau dengan adanya zat hara yang cukup akan memacu pertumbuhan plankton (Sastrawijaya, 1991).

E. FAKTOR FISIK KIMIA PERAIRAN

Faktor fisik kimia perairan yang cukup penting menurut Sastrawijaya (1991) meliputi oksigen terlarut, karbon dioksida terlarut, derajat keasaman (pH), nitrat, pospat, suhu dan kecerahan.

Makhluk hidup yang tinggal di perairan dapat bertahan pada kondisi perairan yang mengandung oksigen 5 ppm. Selebihnya tergantung pada ketahanan dan derajat keaktifan organisme, kehadiran pencemar, suhu air, banyaknya tanaman air sebagai produsen primer, tingkat penetrasi cahaya, tingkat kekerasan aliran air, dan jumlah bahan organik yang dikandung dalam air (Sastrawijaya, 1991). Menurut Michael (1994), berkurangnya oksigen dari air alam disebabkan oleh adanya pernapasan biota, penguraian bahan organik oleh mikrobia dan kenaikan suhu. Air yang kandungan bahan organiknya sangat tinggi mengandung sangat sedikit oksigen terlarut, karena oksigen digunakan untuk peruraian bahan organik. Menurut Alaerts dan Santika (1991), oksigen terlarut untuk perikanan, berdasarkan kriteria dan standart kualitas air nasional, disyaratkan minimal 3 mg/l, diperbolehkan 3 ml/l asal tidak lebih 8 jam dalam satu hari.

Keberadaan karbon dioksida terlarut dalam air jumlahnya sangat sedikit, tetapi dekomposisi bahan organik dan pernapasan tumbuhan dan hewan air memberi sumbangan pada karbon dioksida yang sudah ada. Lazimnya terdapat 0,5 ml/l karbon

dioksida terlarut dalam air. Fotosintesis tumbuhan air dan penguapan menyebabkan hilangnya karbon dioksida (Michael, 1994). Menurut Sastrawijaya (1991) air dengan 25 ppm karbon dioksida sudah dapat membahayakan bagi makhluk hidup.

Kondisi perairan juga ditentukan oleh tingkat keasaman. Derajat keasaman (pH) adalah banyaknya ion H positif yang didukung perairan tersebut. Air yang mempunyai pH antara 6,7 sampai 8,6 dapat mendukung populasi ikan dan biota lain dalam kolam. Beberapa ikan mampu hidup dalam pH 5 sampai 9. Makin lama pH air akan menurun menuju suasana asam, jika terjadi penambahan bahan-bahan organik yang membebaskan CO₂ (Sastrawijaya, 1991). Menurut Michael (1994), karbon dioksida secara kimiawi dengan air akan membentuk asam karbonat yang mempengaruhi pH air. Asam karbonat berdisosiasi sebagian menghasilkan ion-ion hidrogen dan ion bikarbonat. Dalam air yang asam atau pHnya rendah, gabungan karbon dioksida diubah menjadi bentuk bebas. Mendekati keadaan nilai pH netral, hampir semua karbon dioksida berada sebagai karbonat. Pada umumnya jika pH air itu kurang dari 7 dan lebih dari 8,5 kita harus hati-hati, karena mungkin ada pencemaran seperti limbah pabrik kimia, pupuk, kertas dan sebagainya (Sastrawijaya, 1991). Menurut Wright (1987) dalam Connel dan Miller (1995), ganggang dan zooplankton memperlihatkan pertumbuhan maksimum pada nilai pH antara 6,5 dan 7,0.

Nitrogen, sebagai salah satu nutrien dasar merupakan bahan penyusun protein. Protein merupakan komposisi utama plankton, dasar semua jaringan makanan yang bertalian dengan air (Sastrawijaya, 1991). Menurut Alaerts dan Santika (1984) nitrat pada konsentrasi yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan plankton yang tidak terbatas (bila beberapa syarat lain seperti konsentrasi pospat terpenuhi), sehingga pada

keadaan tertentu air kekurangan oksigen terlarut yang menyebabkan kematian ikan. Adapun nitrogen dalam perairan berasal dari beberapa sumber seperti yang dilaporkan Brezoik (1972) dalam Connel dan Miller (1985). Sumber nitrogen dalam air permukaan berasal dari pertanian (tanah pertanian) dan saluran pembuangan, limpasan dari tanah yang tidak ditanami dan hutan, limpasan air perkotaan, limbah cair dari rumah tangga, limbah cair dari industri dan limbah dari kapal wisata. Kadar nitrat dapat menjadi tinggi sekali pada air tanah yang diberi pupuk yang mengandung nitrat. Kadar nitrat tidak boleh melebihi 10 mg/lit (di Indonesia dan AS) atau 50 mg/lit (MEE) (Alaerts dan Santika, 1984).

Keberadaan pospat di suatu perairan juga merupakan faktor pendukung yang penting. Fosfat perairan dapat berasal dari limbah penduduk, industri dan pertanian. Di daerah pertanian, ortofosfat berasal dari bahan pupuk, yang masuk ke dalam sungai melalui drainase dan air hujan. Polifosfat dapat masuk perairan melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan deterjen yang mengandung pospat, industri pencucian dan industri logam. Fosfat organik terdapat dalam air buangan penduduk berupa tinja dan sisa makanan. Fosfat organik dapat pula berupa ortofosfat yang terlarut melalui proses biologis karena banyak bakteri maupun tanaman menyerap pospat bagi pertumbuhannya. Kadar fosfat dalam air alam sangat rendah (0,01 mg/lit), sehingga pertumbuhan tanaman dan plankton sering terhambat (Alaerts dan Santika, 1984).

Suhu air menurut Michael (1994) mempunyai peranan yang penting dalam menentukan laju metabolisme dan respirasi biota air. Menurut Sastrawijaya (1991) suhu berperan penting dalam distribusi species di suatu perairan. Suhu secara kimia

juga mempengaruhi tingkat oksigen yang terlarut. Suhu optimum untuk pertumbuhan plankton 25°C.

Kondisi suatu perairan juga ditentukan oleh kekeruhan air. Kekeruhan air disebabkan oleh keberadaan lumpur, partikel tanah, potongan tanaman maupun plankton. Penembusan sinar berkurang dalam air keruh, dan mempengaruhi kedalaman tempat tumbuhnya tanaman air dan plankton. Dengan demikian kekeruhan membatasi pertumbuhan dan distribusi organisme, khususnya yang tergantung keberadaan air seperti fitoplankton (Michael, 1994).

Adanya aktifitas transportasi air seperti perahu motor, 'jet ski' secara tidak langsung akan menghasilkan limbah minyak. Bahan buangan cairan berminyak yang di buang ke air lingkungan akan mengapung dan menutupi permukaan air. Jika bahan buangan cairan berminyak mengandung senyawa yang volatil maka akan terjadi penguapan dan luasan permukaan minyak yang menutupi permukaan air akan menyusut. Penyusutan luasan permukaan ini tergantung pada jenis minyaknya dan waktu. Lapisan minyak yang menutupi permukaan air dapat juga terdegradasi oleh mikroorganisme tertentu, namun memerlukan waktu yang lama. Lapisan minyak di permukaan air lingkungan akan mengganggu kehidupan organisme air. Hal ini seperti yang dikemukakan Wardana (1995) bahwa :

- a. Lapisan minyak pada permukaan air akan menghalangi difusi oksigen dari udara ke dalam air sehingga jumlah oksigen terlarut dalam air berkurang. Kandungan oksigen yang menurun akan mengganggu organisme air.
- b. Adanya lapisan minyak pada permukaan air juga akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air sehingga proses fotosintesa terganggu. Akibatnya oksigen

yang dihasilkan pada proses fotosintesa menurun, selanjutnya kandungan oksigen dalam air juga rendah.

F. PERAIRAN WADUK (SECARA UMUM)

Pada dasarnya waduk adalah sama dengan danau, perbedaannya adalah proses terjadinya. Pada danau prosesnya terjadi secara alami, sedangkan waduk adalah danau buatan. Anonim (1992) mendefinisikan, perairan waduk adalah badan air yang terbentuk karena pembendungan air oleh manusia dan badan air tersebut mempunyai karakter fisik, kimia dan biologi yang berbeda dari sungai yang dibendungnya. Adanya aktivitas operasional waduk serbaguna berupa penggenangan waduk, tentunya akan memberi dampak (penting) terhadap komponen plankton. Anonim (1992) memperkirakan adanya dampak yang cukup penting terhadap komponen plankton pada pengoperasian waduk tersebut. Adanya penggenangan waduk tentunya akan semakin meningkatkan populasi plankton baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Sesuai fungsi plankton, terutama fitoplankton, sebagai produsen primer yang akan menentukan kesuburan perairan, maka dengan semakin meningkatnya kesuburan perairan tersebut tentunya akan semakin meningkatkan populasi plankton di perairan, sebatas tidak terjadi peledakan populasi ('bloomings').

Berdasarkan fungsinya, perairan waduk dapat dikelompokkan menjadi waduk tunggal guna dan waduk serba guna. Waduk tunggal guna adalah waduk yang dibangun hanya untuk suatu keperluan dan umumnya berukuran kecil (kurang dari 500 Ha). Waduk serbaguna adalah waduk yang tujuan pembangunannya untuk memenuhi

kebutuhan berbagai sektor atau subsektor, antara lain berfungsi untuk PLTA, pengendali banjir, perikanan dan pariwisata (Anonim, 1992).

Sebagai bendungan serbaguna waduk Gajah Mungkur Wonogiri mempunyai fungsi, seperti yang diterangkan Anonim (1992)

1. Pengendali banjir

Dapat mengendalikan banjir dari 4000 m³/detik menjadi 400 m³/detik di Wonogiri.

2. Irigasi

Mengairi lahan pertanian seluas 23.000 ha di kabupaten Sukoharjo, Karanganyar, Sragen dan Ngawi.

3. Penyediaan tenaga listrik

4. Pengembangan perikanan

Dengan tersedianya volume air sebesar 730 juta m³ merupakan sumber perikanan yang potensial.

5. Pariwisata

Menurut lampiran SK Bupati No.133 tertanggal 5 Juni 1986, perairan waduk Gajah Mungkur Wonogiri dibagi 5 zona yaitu zona pariwisata, bahaya, suaka, bebas dan usaha (Anonim, 1992).

Zona bahaya adalah kawasan yang dinyatakan tertutup untuk umum, demi pertimbangan keamanan bangunan bendungan dan keselamatan pengunjung. Luas kawasan itu ditentukan radius 8 km dari sumbu poros pintu pelepasan bendung. Dalam peta, zona bahaya termasuk wilayah I. (Gambar 1).

Zona wisata adalah kawasan pengembangan rekreasi dengan kegiatannya berupa, pengoperasian perahu motor, olah raga 'jet ski', kebun binatang, taman rekreasi

dan kolam renang. Terletak di wilayah II, sejak lepas dari zona bahaya ke arah selatan, termasuk kawasan dermaga wisata di kompleks wisata Sendang Asri.

Zona suaka ditujukan untuk perlindungan populasi ikan. Diharapkan ikan dapat berkembang biak di tempat tersebut, demi menjaga dan memberikan jaminan kelestarian populasinya. Zona suaka ditentukan sepanjang pantai timur waduk, meliputi wilayah kecamatan Wonogiri, Nguntoronadi dan Baturetno. Kawasan yang dalam peta masuk wilayah III itu merupakan perairan tertutup bagi usaha penangkapan ikan.

Zona bebas adalah kawasan produksi ikan tambahan dari waduk Gajah Mungkur Wonogiri yang dalam peta masuk wilayah IV. Penangkapan ikan dalam kawasan ini tidak terlalu membutuhkan pengawasan ketat. Terletak di bagian tenggara (sepanjang bekas alur kali Wiroko di kecamatan Nguntoronadi dan Tirtomoyo) dan bagian selatan termasuk muara kali Solo hulu di wilayah kecamatan Baturetno dan Giriwoyo.

Zona usaha dinyatakan sebagai kawasan produktif perikanan utama. Di kawasan itu dapat dilaksanakan usaha penangkapan ikan sesuai dengan batas-batas pengaturan dan membutuhkan pengawasan ketat. Pada zona usaha perikanan ini dibagi lagi menjadi 3 wilayah, yaitu produksi, terarah dan terpadu (karamba). Zona usaha dalam peta masuk wilayah V, memanjang di bagian barat perairan sejak dari wilayah kecamatan Wonogiri, Wuryantoro dan Eromoko.

DENAH WADUK WONOGIRI



- KETERANGAN:**
- I. Zona bahaya
 - II. Zona wisata
 - III. Zona suaka
 - IV. Zona bebas
 - V. Zona usaha perikanan
 - a. produksi
 - b. Terarah
 - c. Terpadu (karamba)
- Lokasi pengambilan sampel
 Sungai

Gb 1. Peta Lokasi dan Zonasi Waduk Gajah Mungkur Wonogiri