

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Desa Gampingan sebagian wilayahnya merupakan daerah berbukit kapur dan dilalui oleh dua sungai yang merupakan batas dengan desa sekaligus kecamatan lainnya. Sungai tersebut antara lain Sungai Brantas yang membatasi Desa Sengguruh Kecamatan Kepanjen, Sungai Lesti yang merupakan anak Sungai Brantas membatasi Desa Kanigoro Kecamatan Pagelaran. Industri-industri yang berada di Desa Gampingan umumnya membuang limbah ke perairan sungai yang ada di sekitarnya, misalnya pabrik kertas PT. Ekamas Fortuna yang intensif membuang limbah cairnya ke Sungai Lesti. Dengan adanya masukan limbah ke dalam perairan tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan kondisi fisik, kimiawi dan biologis perairan di wilayah tersebut. Davies dan Walker (1986) *dalam* Sudaryanti (1997) menyatakan bahwa sungai adalah ekosistem perairan yang bersifat terbuka, artinya mudah mendapat pengaruh dari daerah sekitarnya baik secara alami maupun oleh berbagai kegiatan manusia.

Sungai Lesti telah tercemar logam berat timbal (Pb), berdasarkan penelitian Irfanto (2010). Timbal (Pb) adalah salah satu logam berat yang sangat berbahaya dan beracun. Pencemaran logam berat timbal (Pb) merupakan masalah yang sangat serius untuk ditangani, karena merugikan lingkungan dan ekosistem secara umum.

Beberapa organisme yang terdapat di Sungai Lesti berdasarkan survei yang dilakukan yaitu ikan, rumput-rumputan, tanaman air meliputi eceng gondok dan kangkung serta gastropoda. Dalam hal ini yang diteliti adalah komunitas periphyton yang ada di eceng gondok. Eceng gondok merupakan tempat berlindungnya ikan sekaligus tempat untuk mencari makan bagi ikan dan

organisme lainnya. Untuk itulah maka komunitas periphyton yang ada di eceng gondok perlu diamati.

Komunitas adalah kumpulan dari populasi-populasi yang menempati suatu daerah tertentu (Subarijanti, 2000). Jadi dapat dikatakan bahwa komunitas alga periphyton adalah kumpulan dari populasi alga periphyton yang menempati suatu daerah tertentu.

Periphyton merupakan komunitas mikroorganisme yang tumbuh pada batu, kayu, makrofita, dan permukaan benda lain yang terendam dalam air (APHA, 1985). Alga periphyton sama halnya dengan fitoplankton karena keduanya bersifat alga mikroskopis.

Dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran logam berat adalah berpotensi untuk terjadi akumulasi secara biologis (bioakumulasi) di dalam jaringan tumbuhan yang akhirnya berbahaya bagi biota itu sendiri atau organisme yang memangsanya. Selain itu juga dapat menghambat proses fotosintesis bagi tanaman terutama fitoplankton yang berpengaruh terhadap produktifitas fitoplankton (Suryanto, 2006). Alga periphyton sama halnya dengan fitoplankton karena keduanya bersifat alga mikroskopis.

1.2 Perumusan masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Apakah Sungai Lesti tercemar logam berat Pb?
2. Apakah ada pengaruh pembuangan limbah cair pabrik kertas terhadap kadar logam berat Pb di sungai Lesti?
3. Bagaimanakah komunitas periphyton pada eceng gondok di Sungai Lesti?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui konsentrasi Pb periphyton pada eceng gondok di Sungai Lesti
2. Untuk mengetahui komunitas periphyton pada eceng gondok di Sungai Lesti.

1.4 Kegunaan penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah bagi pihak yang terkait yaitu pabrik kertas sebagai informasi dan bahan pertimbangan perumusan kebijakan mengenai baku mutu limbah yang akan dibuang.

1.5 Tempat dan waktu

Penelitian ini akan dilaksanakan di Sungai Lesti Desa Gampingan Kabupaten Malang. Waktu pelaksanaan penelitian ini pada bulan April 2011. Identifikasi periphyton dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Sedangkan analisa logam berat Pb dilaksanakan di Laboratorium kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

Eceng gondok dengan nama latin *Eichornia crassipes* adalah salah satu jenis tumbuhan air mengapung. Selain dikenal dengan nama eceng gondok, di beberapa daerah di Indonesia, eceng gondok mempunyai nama lain seperti di daerah Palembang dikenal dengan nama Kelipuk, di Lampung dikenal dengan nama Ringgak, di Dayak dikenal dengan nama Ilung-ilung, di Manado dikenal dengan nama Tumpe. Eceng gondok pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh seorang ilmuwan bernama Carl Friedrich Philip von Martius, seorang ahli botani berkebangsaan Jerman pada tahun 1824. Eceng gondok memiliki tubuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang merusak lingkungan perairan (Wikipedia, 2008).

Eceng gondok hidup mengapung di air dan kadang-kadang berakar dalam tanah. Tingginya sekitar 0,4 – 0,8 meter. Tidak mempunyai batang. Daunnya tunggal dan berbentuk oval. Ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Bunganya termasuk bunga majemuk, berbentuk bulir, kelopaknya berbentuk tabung. Bijinya berbentuk bulat dan berwarna hitam. Buahnya kotak beruang tiga dan berwarna hijau. Akarnya merupakan akar serabut (Suprobowati, 2005).

Eceng gondok tumbuh di kolam-kolam dangkal, tanah basah dan rawa, aliran air yang lambat, danau, tempat penampungan air dan sungai. Tumbuhan ini dapat mentolerir perubahan yang ekstrim dari ketinggian air, laju air, dan perubahan ketersediaan nutrisi, pH, temperatur dan racun-racun dalam air. Pertumbuhan eceng gondok yang cepat terutama disebabkan oleh air yang mengandung nutrisi yang tinggi, terutama yang kaya akan nitrogen, fosfat dan potasium. Kandungan garam dapat menghambat pertumbuhan eceng gondok

seperti yang terjadi pada danau-danau di daerah pantai Afrika Barat. Eceng gondok akan bertambah sepanjang musim hujan dan berkurang saat kandungan garam naik pada musim kemarau (Suwondo *et al.*, 2005).

Eceng gondok merupakan jenis yang potensial sebagai pengikat logam berat di perairan, akan tetapi pertumbuhannya yang sangat cepat akan menyulitkan dalam pengelolaannya. Karena daya absorpsi unsur haranya yang efisien, eceng gondok digunakan untuk membersihkan sungai-sungai atau sumber air lainnya yang terkena polusi (Syarif *et al.*, 2003).

2.2 Limbah

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga), yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Kehadiran limbah dapat berdampak negative terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia dengan konsentrasi tertentu, sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah (Allafa, 2008).

Limbah berdasarkan sifatnya menurut Sofa (2008) dapat dibedakan sebagai berikut :

- Limbah padat adalah hasil buangan industri yang berupa padatan, lumpur, bubur yang berasal dari sisa kegiatan dan atau proses pengolahan. Limbah padat dibagi 2, yaitu:
 1. Dapat didegradasi, contohnya sampah bahan organik
 2. Tidak dapat didegradasi, contohnya plastik, kaca, logam dll.
- Limbah gas atau asap adalah sisa dari proses usaha atau kegiatan yang berwujud gas atau asap.
- Limbah cair adalah sisa dari proses usaha atau kegiatan yang berwujud cair

2.3 Pencemaran logam berat

Bila konsentrasi polutan yang masuk terus bertambah maka akan terjadi biokonsentrasi yaitu peningkatan konsentrasi suatu polutan dalam suatu ekosistem. Keberadaan polutan dalam suatu lingkungan akan sangat mempengaruhi kehidupan makhluk hidup di dalamnya (Puspitasari, 2007).

Menurut Sudarwin (2008), pencemaran merupakan keadaan yang berubah menjadi lebih buruk, keadaan yang berubah karena akibat masuknya bahan - bahan pencemar. Bahan pencemar umumnya mempunyai sifat toksik (racun) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran.

Pembangunan di Indonesia diutamakan pada sektor industri. Kemajuan dari sektor industri memberikan efek samping bagi manusia sendiri yaitu timbulnya pencemaran, berupa buangan atau limbah industri yang mengandung gugus logam berat. Pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah industri yang mengandung logam berat misalnya As, Cd, Pb, dan Hg dapat berakumulasi dalam tanaman misalnya padi, rumput, sayuran, dan jenis tanaman lain yang digunakan makanan ternak. Risiko apabila mengkonsumsi pakan mengandung bahan toksik setiap harinya adalah akumulasi bahan toksik tersebut sehingga konsentrasi dalam tubuh hewan lebih tinggi dari pada konsentrasi yang terkandung dalam pakan yang dikonsumsi. Bila seekor hewan mengandung bahan toksik dikonsumsi hewan lainnya maka hewan kedua memiliki konsentrasi bahan toksik lebih tinggi dari hewan pertama, demikian juga hewan ketiga yang memakan hewan kedua, rangkaian proses tersebut disebut rantai makanan. Bahan toksik yang terkandung kemungkinan berupa logam berat. Logam berat yang sering menimbulkan kasus keracunan adalah tembaga (Cu), timbal (Pb), dan merkuri (Hg) (Darmono, 2001).

Perubahan komponen fisik dan kimia tersebut selain menyebabkan penurunan kualitas perairan juga menyebabkan bagian dasar perairan (sedimen) menurun, yang dapat mempengaruhi kehidupan biota perairan terutama pada struktur komunitasnya (Odum, 1971; Warwick, 1993 dalam Wijayanti M, 2007).

2.4 Timbal (Pb)

2.4.1 Sumber timbal (Pb).

Timbal (Pb) dan persenyawaannya dapat berada dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah, Pb masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Disamping itu, proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin juga merupakan salah satu jalur sumber Pb yang masuk ke dalam badan perairan. Pb yang masuk ke dalam badan perairan sebagai dampak dari aktivitas manusia ada bermacam – macam bentuk. Diantaranya adalah limbah industri, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri baterai. Buangan-buangan tersebut akan jatuh pada jalur - jalur perairan seperti anak-anak sungai yang kemudian terakumulasi di lautan (Palar, 1994).

Pb dalam batuan berada pada struktur silikat yang menggantikan unsur kalsium (Ca) dan baru dapat diserap oleh tumbuhan ketika Pb dalam mineral utama terpisah oleh proses pelapukan. Pb di dalam tanah mempunyai kecenderungan terikat oleh bahan organik dan sering terkonsentrasi pada bagian atas tanah karena menyatu dengan tumbuhan, dan kemudian terakumulasi sebagai hasil pelapukan di dalam lapisan humus (Herman, 2006).

Pb (timbal) merupakan salah satu logam berat dengan kandungan yang telah melebihi ambang batas di beberapa perairan di Indonesia. Pb merupakan

logam yang dapat terakumulasi dalam jaringan organisme. Kandungannya dalam jaringan terus meningkat sesuai dengan kenaikan konsentrasi Pb dalam air dan lamanya organisme tersebut berada dalam perairan yang tercemar Pb. Hal ini disebabkan karena organisme air tidak mampu meregulasi logam berat Pb yang masuk kedalam tubuh organisme. Kadar maksimum Pb dalam air yang dapat digunakan untuk kegiatan perikanan adalah sebesar 0,03 mg/L (Alaerts dan Santika, 1987 dalam Panna *et al.*, 2009).

2.4.2 Ciri-ciri timbal (Pb)

Menurut Ardianto (2005) timbal atau yang dikenal sehari-hari dengan timah hitam dan dalam bahasa ilmiahnya dikenal dengan kata plumbum, dengan lambing Pb. Logam ini termasuk kedalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada tabel Periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat (BA) 207,2. Pb adalah suatu logam berat berwarna kelabu kebiruan dan lunak dengan titik leleh 327°C dan titik didih 1.620°C . Pada suhu $550-600^{\circ}\text{C}$ Pb akan menguap dan berikatan dengan oksigen di udara membentuk timbal oksida (PbO_2). Bentuk oksidasi yang paling umum adalah timbal (II) (PbO). Walaupun bersifat lunak dan lentur, Pb sangat rapuh dan mudah mengkerut pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas dan dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat.

Menurut Fardiaz (1992), timbal banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya, sebagai berikut:

- Titik cairnya rendah sehingga jika mudah digunakan dalam bentuk cair maka hanya membutuhkan teknik yang sederhana dan murah.
- Timbal merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah ke berbagai bentuk.
- Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab.

- d. Timbal dapat membentuk ikatan (*alloy*) dengan logam lainnya, dan *alloy* yang terbentuk mempunyai sifat yang berbeda dengan timbal yang murni.
- e. Densitas timbal lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya, kecuali bila dibanding dengan emas dan merkuri.

2.4.3 Pengaruh timbal (Pb) pada periphyton

Badan perairan yang telah kemasukan ion-ion Pb dalam konsentrasi yang melebihi semestinya, dapat mengakibatkan kematian bagi organisme perairan tersebut. Konsentrasi Pb yang mencapai 188 ppm dapat membunuh ikan-ikan. Diketahui bahwa organisme perairan seperti Crustacea akan mengalami kematian setelah 245 jam, bila pada badan perairan terlarut Pb pada konsentrasi 2,75-49 ppm. Sedangkan insekta akan mengalami kematian dalam waktu 168-336 jam, pada badan perairan terlarut Pb konsentrasi 3,5-64 ppm (Palar, 1994).

Peningkatan kadar logam berat Timbal (Pb) dalam air yang terus berlangsung akan diikuti oleh peningkatan kadar logam berat Timbal (Pb) dalam tubuh mikroalga yang akan menimbulkan pencemaran (Dolaria, 2004). Logam berat dapat masuk dalam jaringan tubuh organisme air melalui rantai makanan dan difusi melalui permukaan kulit (Hutagalung, 1991). Logam berat yang masuk ke dalam tubuh mikroalga umumnya tidak dikeluarkan lagi karena logam ini cenderung untuk menumpuk di dalam tubuh mikroalga. Sebagai akibatnya logam ini akan terus ada di sepanjang rantai makanan hingga pada organisme tingkat tinggi. Hal ini disebabkan oleh karena predator pada satu tropik level memakan mangsa dari tropik level yang lebih rendah yang telah tercemar logam berat (Hutabarat dan Stewart, (1985) dalam Yennie dan Murtini (2005).

Logam berat dalam air mudah terserap dan tertimbun dalam fitoplankton yang merupakan titik awal dari rantai makanan. Selanjutnya melalui rantai makanan akan sampai ke organisme lainnya. Kadar logam berat dalam air

selalu berubah-ubah tergantung pada saat pembuangan limbah dan tingkat kesempurnaan pengelolaan limbah. Logam berat yang terikat dalam sedimen relatif sukar untuk lepas kembali melarut dalam air, sehingga semakin banyak jumlah sedimen maka semakin besar kandungan logam berat di dalamnya (Fardiaz, 1992).

2.5 Mekanisme penyerapan logam berat timbal (Pb)

Proses penyerapan logam berat oleh mikroalga melalui dua mekanisme yaitu *aktif uptake* dan *pasif uptake*. Menurut Suhendrayatna (2001), proses *Passive uptake* ini terjadi ketika ion logam berat terikat pada dinding sel biosorben. Mekanisme *passive uptake* dapat dilakukan dengan dua cara. Pertama dengan cara pertukaran ion, dimana ion pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat. Kedua adalah pembentukan senyawa kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus fungsional seperti karbonil, amino, thiol, hidroksi, fosfat, dan hidroksi-karboksil secara bolak balik dan cepat. *Aktif uptake* merupakan mekanisme masuknya logam berat melewati membran sel sama dengan proses masuknya logam esensial melalui sistem transpor membrane. Hal ini disebabkan adanya kemiripan sifat fisika-kimia secara keseluruhan antara logam berat dengan logam esensial. Proses *aktif uptake* pada mikroorganisme dapat terjadi sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan dan akumulasi intraselular ion logam.

2.6 Komunitas Periphyton

Periphyton adalah organisme yang melekat atau menggantung pada bagian tumbuhan berakar di dalam air atau permukaan lain yang ada di atas dasar perairan. Golongan ini dapat berupa hewan atau tumbuhan (Raharjo, 2004). Menurut Osborn (1983) dalam Hertanto (2008), proses kolonisasi merupakan pembentukan koloni perifiton pada substrat yang berlangsung

secara seketika pengkoloni menempel pada substrat. Tipe substrat sangat menentukan proses kolonisasi dan komposisi perifiton, hal ini berkaitan erat dengan kemampuan dan alat penempelnya. Kemampuan perifiton menempel pada substrat menentukan eksistensinya terhadap pencucian oleh arus atau gelombang yang dapat memusnahkannya. Untuk menempel pada substrat, perifiton mempunyai berbagai alat penempel, yaitu:

- 1) Rhizoid, seperti pada *Oedogonium* dan *Ulothrix*,
- 2) Tangkai bergelatin panjang atau pendek, seperti pada *Cymbella*,
Gomphonema dan *Achnanthes*,
- 3) Bantalan gelatin berbentuk setengah bulatan (*sphaerical*) yang diperkuat dengan kapur atau tidak, seperti pada *Rivularia*, *Chaetophora* dan *Ophyrydium*.

2.7 Proses penyerapan Pb yang terjadi pada periphyton di eceng gondok

Menurut Haryoto dan Wibowo (2004), proses akumulasi bahan pencemar ke dalam fitoplankton dari lingkungannya terjadi akibat interaksi antara bahan pencemar tersebut dengan permukaan tubuhnya, karena fitoplankton adalah organisme renik bersel tunggal yang seluruh permukaannya dilapisi oleh membran sel, maka masuknya bahan pencemar tersebut melalui membran sel.

Proses penyerapan Pb yang terjadi pada periphyton di eceng gondok ini bisa dikatakan terjadi melalui sinyal transduksi yang merupakan kemampuan suatu komponen sel untuk mengenali keadaan lingkungannya atau menerima respon tertentu. Denikrisna (2011) menyatakan bahwa sinyal transduksi merupakan proses penyampaian pesan. Jadi ada pesan dari luar sel kemudian di membran sel bertemu reseptornya dan mengakibatkan ada suatu tanggapan dari dalam sel. Mekanismenya adalah adanya stimulus dari luar sel berupa ligan. Ligan merupakan radikal bebas, yang mana radikal bebas ini berdiri sendiri tidak dalam bentuk garam organik. Dalam hal ini Pb diibaratkan sebagai ligan.

Kemudian terjadi ikatan antara ligan tersebut dengan reseptor yg ada di membran sel. Reseptor ini akan mengirimkan ke bagian sel yang lebih dalam, sehingga sel itu bisa merespon keadaan lingkungannya. Respon yang ditimbulkan akan bermacam-macam tergantung kabar yang diterima di reseptor awal. Reseptor awal dari penyampaian pesan ini adalah dinding sel. Pada dinding sel terdapat biosorben untuk melakukan biosorpsi. Haryoto dan Wibowo (2004) mengatakan bahwa biosorpsi merupakan proses penyerapan logam, senyawa, dan partikulat dari larutan dengan menggunakan material biologi. Jadi bisa dikatakan bahwa reseptor pada dinding sel inilah yang akan merespon pesan dengan melakukan penyerapan Pb yang ada di periphyton.

2.8 Parameter kualitas air pendukung

2.8.1 Parameter fisika

2.8.1.1 Suhu

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air (Effendi, 2003). Adanya kegiatan penebangan atau pemangkasan vegetasi pada daerah aliran sungai (DAS) akan menyebabkan intensitas sinar matahari masuk ke perairan. Dampak dari hal tersebut akan menyebabkan suhu yang meningkat pada permukaan aliran dan lebih dingin pada daerah yang lebih dalam (Sullivan *et al.*, 1990 dalam Welch *et al.*, 1998)

Dalam setiap penelitian pada ekosistem air, pengukuran suhu air merupakan hal yang mutlak dilakukan. Hal ini disebabkan karena kelarutan berbagai jenis gas di dalam air serta semua aktivitas biologis-fisiologis di dalam air sangat dipengaruhi oleh temperatur. Menurut hukum *VAN't HOFFS*, kenaikan temperatur sebesar 10 °C (hanya pada kisaran temperatur yang masih ditolerir)

akan meningkatkan laju metabolisme dari organisme sebesar 2 - 3 kali lipat (Barus, 2002).

2.8.1.2 Kecepatan arus

Odum (1993) mengemukakan bahwa kecepatan arus ditentukan oleh kemiringan, kekasaran, kedalaman dan kelebaran dasarnya. Kecepatan arus dapat bervariasi amat besar di tempat yang berbeda dari suatu aliran air yang sama (membujur ataupun melintang dari poros arah aliran) dan dari waktu ke waktu. Di dalam aliran air yang besar atau sungai, arus dapat berkurang sedemikian rupa sehingga menyerupai kondisi air yang tergenang.

Welch (1980) membagi kecepatan arus dalam 5 kelompok, yaitu:

- a. Kecepatan arus > 100 cm/detik : tergolong sangat cepat
- b. Kecepatan arus $50 - 100$ cm/detik : tergolong cepat
- c. Kecepatan arus $25 - 50$ cm/detik : tergolong sedang
- d. Kecepatan arus $10 - 25$ cm/detik : tergolong lambat
- e. Kecepatan arus < 10 cm/detik : tergolong sangat lambat

Sungai merupakan salah satu perairan yang mengalir dari hulu ke muara, disepanjang aliran sungai terjadi penggabungan oleh anak-anak sungai dan parit-parit. Aliran tersebut akan melalui daerah-daerah yang topografinya berbeda-beda, seperti daerah curam, landai dan ada yang relatif datar. Perbedaan topografi yang dilalui oleh sungai akan menyebabkan terjadinya perbedaan kecepatan arus pada bagian-bagian sungai tersebut. Bagian sungai yang melalui daerah yang datar kecepatan arusnya akan lambat dan relatif tenang (Duya, 2008).

Kelimpahan alga pada perifiton pada substrat batu lebih tinggi dari substrat lainnya (plastik, kayu dan tanaman), karena tekstur dan struktur batu dapat melindungi alga perifiton terhadap arus (Dharmawan, 2008).

2.8.2 Parameter kimia

2.8.2.1 pH (Potensial Hidrogen)

Pada suasana asam logam Pb larut membentuk ion Pb^{2+} . Nilai pH berpengaruh terhadap toksisitas suatu senyawa kimia, toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah dan berkurang dengan meningkatnya pH. Nilai pH berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Pada $pH < 5$, alkalinitas dapat mencapai nol. Semakin tinggi nilai pH, semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas (Effendi, 2003).

Perubahan pH dapat disebabkan oleh adanya hujan dan aktivitas perindustrian. Allan (1995) mengemukakan bahwa air hujan pada umumnya bersifat asam disebabkan oleh muatan karbondioksida (CO_2) dan juga keberadaan sulfat yang secara alami terdapat dalam air hujan. Masih menurut Allan (1995) bahwa aktivitas perindustrian hanya menghasilkan sedikit penurunan pH, tetapi ketika kemampuan meyanggah dari bikarbonat berkurang maka aktivitas manusia akan menyebabkan pH menurun dengan cepat.

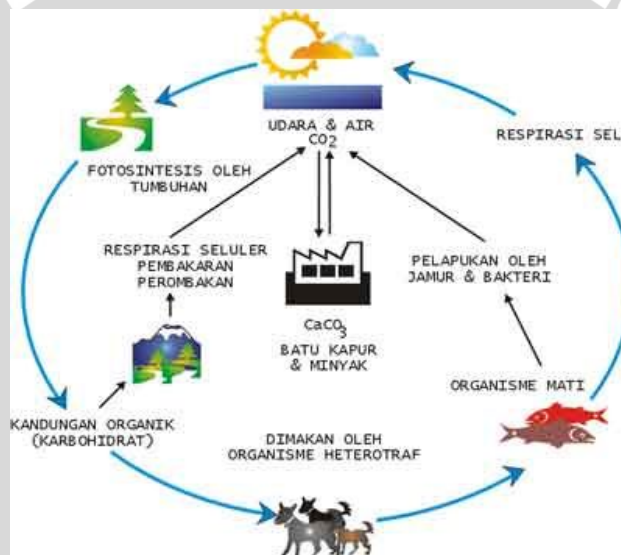
Menurut Barus (2002), nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme air umumnya terdapat antara 7 sampai 8,5. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Haslam (1995) dalam Effendi (2003) mengemukakan bahwa tumbuhan air dapat menyerap logam, penyerapan logam oleh tanaman banyak terjadi pada perairan dengan pH rendah.

2.8.2.2 Karbondioksida (CO_2)

Karbondioksida merupakan gas yang sangat diperlukan dalam proses fotosintesis, di udara sangat sedikit $\pm 0,033\%$ dan di dalam air melimpah mencapai 12 mg/l. sumber CO_2 dalam air adalah difusi dari udara, proses

dekomposisi bahan organik, air hujan dan air bawah tanah maupun hasil respirasi organisme (Arfiati, 2001).

Welch (1952) dalam Subarijanti (2002) mengemukakan bahwa sumber CO_2 di perairan adalah langsung dari udara yang masuk ke dalam air secara difusi, dari air tanah yang biasanya banyak mengandung CO_2 setelah melalui perakaran tanaman dan bahan – bahan yang sedang dalam proses pelapukan, hasil penguraian bahan organik dalam air, hasil respirasi organism perairan dan dari senyawa – senyawa lain terutama senyawa kalsium dan magnesium. Siklus karbon di perairan bisa dilihat seperti pada Gambar 1.

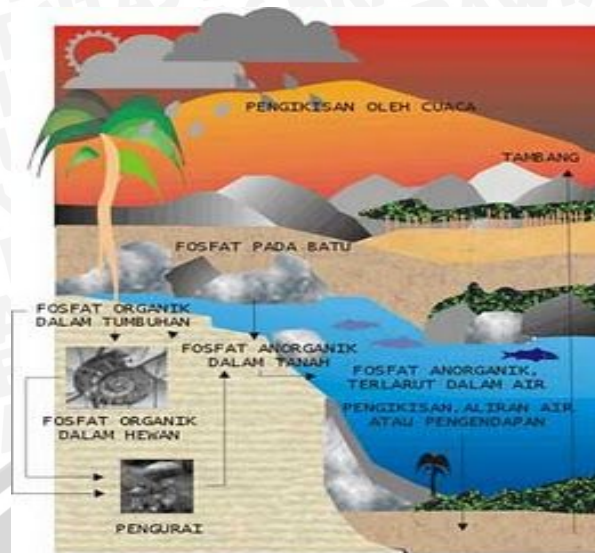


Gambar 1. Siklus Karbon (Fauzi, 2001)

Keberadaan karbondioksida berpengaruh terhadap organisme perairan. Hariyadi *et al.*, (1992) mengemukakan kandungan CO_2 sebesar 10 mg/L atau lebih masih dapat ditolerir oleh ikan. Kebanyakan spesies dari biota akuatik masih dapat hidup pada perairan yang memiliki kandungan CO_2 bebas 60 mg/L.

2.8.2.3 Nitrat

Nitrat adalah bentuk paling umum dari nitrogen di sungai dan danau. Konsentrasi dan tingkat persediaan dihubungkan erat dengan penggunaan lahan di pinggiran sungai. Ion nitrat bergerak dengan mudahnya melalui tanah dan



Gambar 3. Siklus Fosfat (Fauzi, 2001)

Sumber alami fosfor di perairan adalah pelapukan batuan mineral. Selain itu fosfor juga berasal dari dekomposisi bahan organik. Sumber antropogenik adalah limbah industri dan domestik yakni fosfor yang berasal dari detergen. Limpahan dari daerah pertanian yang menggunakan pupuk juga memberikan kontribusi yang besar bagi keberadaan fosfor di perairan (Effendi, 2003).

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi penelitian

Materi pada penelitian ini adalah alga periphyton pada eceng gondok dan parameter kualitas air meliputi suhu, pH, CO₂, arus yang mempengaruhi periphyton.

Pengukuran kandungan logam berat timbal (Pb) pada periphyton di eceng gondok Sungai Lesti Desa Gampingan Kecamatan Pagak Kabupaten Malang.

3.2 Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survey dengan metode diskriptif, yaitu dengan mengadakan kegiatan pengumpulan, analisis dan interpretasi data yang bertujuan untuk membuat deskripsi mengenai keadaan yang terjadi pada saat penelitian (Suryabrata, 1987). Data adalah informasi atau keterangan mengenai suatu hal yang berkaitan dengan tujuan penelitian. Dalam penelitian ini data yang diambil meliputi data primer dan data sekunder.

3.2.1 Data primer

Data primer disebut juga data tangan pertama, yaitu data yang diambil secara langsung dari subjek penelitian dengan menggunakan alat pengukur atau alat pengambilan data langsung pada subyek sebagai sumber informasi yang dicari (Azwar, 1997). Data ini dapat diperoleh langsung dengan melakukan pengamatan dan pencatatan hasil observasi, serta wawancara.

Observasi atau pengamatan langsung adalah pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang diselidiki (Koentjoroningrat, 1991). Pada penelitian ini dilakukan pengamatan langsung terhadap komunitas periphyton, suhu, pH, CO₂, DO, kedalaman dan arus.

Wawancara dilakukan untuk tujuan tugas tertentu mencoba mendapatkan informasi secara lisan dari responden dengan berdialog langsung dengan responden tersebut (Koentjoroningrat, 1991). Wawancara pada

penelitian ini dilakukan dengan masyarakat sekitar Sungai Lesti, Desa Gampingan mengenai dampak adanya limbah pabrik dan keluhan yang dirasakan masyarakat.

3.2.2 Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung atau dari sumber kedua. Data sekunder adalah data yang mendukung penelitian, mendukung dan melengkapi data primer. Data sekunder ini dapat diperoleh dari instansi terkait (Departemen Kelautan dan Perikanan, Kantor Kecamatan), laporan, majalah, buku-buku, jurnal dan sebagainya (Marzuki, 1983).

3.3 Teknik pengambilan sampel

3.3.1 Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada praktek kerja lapang ini dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.3.2 Teknik penentuan stasiun

3.3.2.1 Penentuan stasiun

Stasiun pengamatan ditentukan berdasarkan tata guna lahan di sekitar Sungai Lesti. Lokasi pengamatan dibagi menjadi tiga stasiun, dengan jarak antar stasiun 400-700 meter. Adapun ketiga stasiun tersebut antara lain:

- Stasiun I yang letaknya di wilayah aktivitas manusia yang meliputi kegiatan pertanian dan pembuangan limbah rumah tangga.
- Stasiun II yang letaknya di kawasan outlet IPAL pabrik kertas PT. Ekamas Fortuna.
- Stasiun III yang letaknya di kawasan pertemuan antara dua titik sungai yaitu Sungai Brantas dan Sungai Lesti.

3.3.2.2 Penentuan titik pengambilan sampel periphyton pada tiap stasiun

Untuk mengetahui komunitas alga periphyton pada eceng gondok dilakukan pengamatan dengan metode transek kuadrat dan *Frame point*. Pada *frame point* akar, batang dan daun eceng gondok diambil secara acak. Masing-masing stasiun dibuat transek yang tegak lurus dengan sungai, dari tiap garis transek dibuat frame dengan ukuran 100 cm x 100 cm. Tiap stasiun diletakkan 2 transek di sebelah kanan dan kiri aliran sungai. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali selama 3 minggu.

3.3.3 Teknik pengambilan sampel periphyton

- Mengambil sampel eceng gondok sebanyak 2 rumpun, masing2 rumpun diambil satu tanaman. Setelah itu memotong akar, tangkai dan daun serta menghitung luas bagian yang dipotong.
- Mengikis bagian eceng gondok yang sudah diukur luasnya dengan sikat secara hati-hati.
- Menyemprot hasil kikisan dengan aquadest dan menampungnya dalam cawan petri
- Memasukkan hasil tampungan dalam cawan petri ke dalam botol film dengan volume 30 ml
- Menambahkan larutan lugol sebanyak 2 – 3 tetes untuk mengawetkan sampel periphyton
- Mengamati di bawah mikroskop dimulai dengan perbesaran terkecil sampai terlihat gambar organisme pada bidang pandang.
- Menggambar bentuk periphyton
- Menulis ciri – ciri periphyton serta jumlah yang didapat pada masing – masing bidang pandang
- Mengidentifikasi dengan bantuan buku Prescott (1970) dengan metode dikotomi

3.3.4 Teknik pengukuran kualitas air

3.3.4.1 pH (Potensial Hidrogen)

Pengukuran pH (Potensial Hidrogen) dalam Subarijanti (1990) adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan pH paper.
- Memasukkan pH paper ke dalam sampel air.
- Mengibaskan sampai setengah kering.
- Membaca hasil yang tertera pada kotak standart pH paper.

3.3.4.2 Karbondioksida (CO₂)

Pengukuran karbondioksida (CO₂) dalam Subarijanti (1990) adalah sebagai berikut :

- Mengambil sampel air sebanyak 25 ml, ditambah indikator phenol ptalein 2 tetes.
- Jika berwarna merah muda, berarti tidak mengandung CO₂.
- Mencatat volume Na₂CO₃ yang terpakai untuk titrasi, dan memasukkan ke dalam rumus sebagai berikut:

$$\text{CO}_2 \text{ bebas (mg/L)} = \frac{\text{ml (titran)} \times \text{N (titran)} \times 22 \times 1000}{\text{ml air sampel}}$$

3.3.4.3 Suhu

Pengukuran suhu dengan menggunakan alat yaitu thermometer Hg. Tim Asisten Limnologi (2009) menyatakan pengukuran suhu dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Memasukkan bagian ujung thermometer ke dalam perairan sekitar 9 cm dan ditunggu sekitar 2 menit sampai air raksa dalam skala thermometer menunjuk atau berhenti pada skala tertentu.
- Mencatat dalam skala °C

- Membaca skala pada thermometer pada saat masih dalam air dan bagian ujung thermometer tidak sampai tersentuh tangan.

3.3.4.4 Kecepatan Arus

Pengukuran kecepatan arus berdasarkan Tim Asisten Limnologi, 2009 adalah sebagai berikut :

- Mengisi botol bekas air mineral dengan air sungai dan dihubungkan dengan botol bekas yang kosong menggunakan tali rafia dengan panjang ± 30 cm dan diikatkan lagi pada tali rafia sepanjang 10-15 meter.
- Menghanyutkan botol mengikuti arus sungai.
- Waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak 10 meter diukur dengan stopwatch
- Kecepatan arus dihitung sebagai (panjang tali yang terpakai dibagi waktu tempuh)

$$\text{Kec. Arus (cm/detik)} = \frac{\text{Jarak yang ditempuh arus (cm)}}{\text{Total waktu yang dibutuhkan (detik)}}$$

3.3.4.5 Nitrat

Subarijanti (1990) menyatakan pengukuran nitrat bisa dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Membuat larutan standart pembanding nitrat nitrogen (bisa dilihat di Tabel 1) : melarutkan 0,607 gr Na_2NO_3 dalam 1 liter aquadest. Diuapkan dalam cawan porselin sampai kering. Bila sudah dingin ditambahkan 2 ml larutan asam fenol disulfonik dan diencerkan sampai 500 ml dengan aquadest (1 ml titran larutan standart ini mengandung 0,01 ppm nitrat-nitrogen). Menyiapkan larutan standart pembanding dengan menambah NH_4OH dengan perbandingan NH_4OH pekat berbading dengan aquadest sebesar 1:1 kedalam larutan standart nitrat dalam 100 ml tabung nessler.

Tabel 1. Larutan Standart Pembanding Nitrat-Nitrogen

Larutan standart nitrat (ppm)	Larutan menjadi (ml)	Nitrat- N yang dikandung
0,1	100	0,01
0,5	100	0,05
1,0	100	0,10
2,0	100	0,20
5,0	100	0,50
10	100	01,00

3.3.4.6 Orthopospat

Subarijanti (1990) mengemukakan pengukuran orthopospat adalah sebagai berikut :

- Membuat larutan standart fosfat (bisa dilihat di Tabel 2)
- Menambahkan 2 ml larutan ammonium molybdate-asam sulfat kedalam masing -masing kadar larutan baku dan kemudian menggoyangkan sampai larutan itu tercampur.
- Menambahkan 5 tetes larutan SnCl_2 dan dikocok. Warna biru akan tampak (10-12 menit) sesuai dengan kadar fosfornya
- Membandingkan warna dengan larutan pembanding fosfor atau dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 590 μm .

Tabel 2. Larutan Standart Pembanding Fosfat

Larutan standart pembanding (ppm)	Larutan menurut jumlah ml larutan fosfor (mengandung 5 ppm) ke dalam aquadest sampai 50 ml.
0.025	0.25
0.05	0.5
0.1	1
0.25	2.5
0.5	5
0.75	7.5
1	10

3.3.5. Analisa data

Prosedur perhitungan kepadatan alga periphyton dilakukan dengan prosedur menurut APHA (1985), dengan rumus:

$$N = \frac{n \times A_t \times V_t}{A_c \times V_s \times A_s}$$

Dimana: N : Kepadatan alga periphyton (organisme / mm²)

n : Jumlah organisme yang ditemukan

A_t : Luas cover glass (mm²)

V_t : Volume sampel yang ditampung dalam botol sampel (30 ml)

A_c : Luas lapang pandang x jumlah lapang pandang yang diamati (mm²)

V_s : Volume air sampel di bawah cover glass (0,045 ml)

A_s : Luas daerah yang diambil sampelnya (mm²)

3.3.6 Analisa kepadatan relatif

Kepadatan relatif ini merupakan kepadatan relatif untuk masing-masing stasiun yang menunjukkan banyaknya organisme di 3 stasiun pengamatan pada tempat tersebut.

Arfiati (1991) menyatakan bahwa kepadatan relatif bisa dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$KR = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

Dimana: KR : Kepadatan relatif

n_i : Jumlah individu pada genus tersebut

N : Jumlah total individu

