

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Kerusakan lingkungan di darat dan lautan akibat perbuatan manusia seperti halnya peristiwa menyemburnya lumpur Lapindo yang menyebabkan kerusakan ekosistem perairan terutama sungai Porong Sidoarjo karena kebijakan pemerintah yang kurang mempertimbangkan kelestarian ekosistem akibat pembuangan lumpur Lapindo secara langsung ke badan air yaitu sungai. Kerusakan tersebut telah dijelaskan dalam al-Qur'an surat al-Ruum/30 ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ



*"Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar) "(Qs. Al-Ruum/30: 41).*

Menurut Ali (2009) dalam *Tafsir Yusuf Ali*, kalimah (لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ) "La'allahum Yarji'un" mengandung makna bahwa tujuan terakhir keadilan Tuhan dan hukuman-Nya ialah memperbaiki manusia dari kerusakan dan mengembalikannya kepada asalnya seperti halnya ketika diciptakan. Dalam konteks Ekologi hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan komponen alam harus berlangsung dalam batas keseimbangan agar tetap terjaga kelestariannya. Agama Islam telah mengajarkan tentang pemeliharaan lingkungan hidup yang sesuai dengan

konsep kembali ke alam (لعلهم يرجعون) yaitu penyadaran manusia akan tugasnya sebagai hamba Allah, bahwa alam semesta dengan segala isinya adalah kepunyaan Allah. Untuk itu manusia dilarang melakukan pengrusakan sebagai wujud ketundukan dan kepatuhan kepada-Nya (Suriyani dan Kotijah, 2013).

Ayat di atas menjelaskan bagaimana al-Qur'an secara spesifik menyebut tentang perlakuan manusia terhadap lingkungan. Kerusakan lingkungan di darat dan di laut merupakan akibat ulah manusia yang ceroboh. Manusia terus menerus melakukan eksploitasi alam untuk memenuhi kerakusannya, sehingga bertebarlah bencana di muka bumi, baik di daratan maupun di lautan (Abdullah, 2010).

Menurut Wardhana (1999), menyatakan bahwa baik buruknya suatu perairan dipengaruhi oleh kegiatan di sekitarnya. Sering kali kegiatan yang ada dapat menurunkan kualitas air yang pada akhirnya akan mengganggu kehidupan biota air. Kualitas air merupakan salah satu komponen dari habitat yang turut menentukan kelangsungan kehidupan dalam suatu ekosistem perairan. Kualitas air yang baik berpengaruh pada kecerahan perairan, karena kecerahan ada kekurangannya dengan daya tembus cahaya matahari yang merupakan salah satu faktor untuk membantu kehidupan (Guntur dkk., 2000).

Tanggal 29 Mei 2006 terjadi semburan lumpur panas di daerah Porong – Sidoarjo akibat bocornya saluran pipa pengeboran oleh PT. Lapindo Brantas di Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo. Semburan lumpur panas tersebut hingga saat ini masih terus berlanjut. Dampak dari semburan lumpur panas menyebabkan pemukiman, sawah, jalan dan bangunan lainnya terendam.

Penanggulangan lumpur yang terus meluap, maka diusulkan untuk pembuangan lumpur lapindo ke laut melalui Sungai Porong (Badan Lingkungan Daerah, 2007).

Pembuangan lumpur Lapindo ke laut tentu akan menimbulkan dampak terhadap ekosistem air. Apabila terdapat bahan pencemar yang masuk ke aliran sungai, maka akan membahayakan kehidupan biota, sumberdaya dan kenyamanan ekosistem perairan di sepanjang aliran sungai dan laut . Pembuangan lumpur ke laut tentu juga akan kesehatan masyarakat sekitar dan industri-industri kelautan seperti budidaya tambak udang, ikan, dan produksi garam yang ada (Juniawan, 2013).

Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang dilakukan oleh UNDAC (2006); Juniawan (2013), lumpur Lapindo diketahui mengandung logam berat Pb sebesar 17,8 ppm. Apabila logam berat tersebut masuk ke dalam perairan dapat menyebabkan pencemaran terhadap sungai, tanah dan organisme di sekitar aliran sungai. Sedangkan berdasarkan uji pendahuluan yang telah dilakukan oleh peneliti, lumpur Lapindo diketahui mengandung logam berat Pb sebesar 2 ppm, yang jauh di atas ambang batas menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Baku Mutu hasil pemantauan kualitas air DAS yaitu 0,03 ppm.

Logam berat adalah semua jenis logam yang mempunyai berat jenis lebih dari  $5 \text{ g/cm}^3$ . Logam berat tersebar ke permukaan bumi di tanah, air dan udara. Logam berat tersebut dapat berbentuk senyawa organik, anorganik atau terikat dalam suatu senyawa logam yang lebih berbahaya daripada keadaan murninya. Unsur kimia yang termasuk ke dalam logam berat antara lain Hg, Pb, Cd, Cu, Mn, Ni, Cr, Mo dan lain-lain (Fatriyah, 2007).

Timbal (Pb) termasuk salah satu golongan logam berat non-esensial yang masuk ke dalam tubuh organisme hidup akan dapat bersifat racun. Timbal (Pb) memiliki afinitas tinggi terhadap unsur S menyebabkan logam ini menyerang ikatan belerang dalam enzim sehingga enzim bersangkutan menjadi tak aktif. Timbal (Pb) dapat mencemari udara, air, tanah, tumbuhan, hewan, bahkan manusia karena Pb bersifat karsinogenik (Juniawan, 2013).

Aliran lumpur Lapindo dengan kadar Pb yang besar dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kehidupan biota sehingga berpengaruh terhadap keseimbangan rantai makanan, kelestarian fungsi sungai dan laut yang aliri oleh lumpur Lapindo. Kandungan timbal pada aliran lumpur Lapindo akan berefek negatif terhadap biota air seperti jenis makroinvertebrata, karena Pb merupakan logam beracun yang akan mempengaruhi kualitas perairan (Parawita, 2009).

Jumlah logam berat dalam suatu lingkungan bisa berkurang atau bertambah, hal ini tidak terlepas dari aktivitas manusia yang dapat mencemari lingkungan dan akhirnya merugikan manusia itu sendiri. Allah telah menciptakan unsur logam berat dengan kadar yang seimbang di alam. Seperti yang telah tercantum dalam surat al-Furqon/25 ayat 2 :

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ

شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

"Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya" (Qs. al- Furqon/25 : 2).

Menurut Yunus (1991) dalam *Tafsir Qur'an Karim*, kalimat “*Wa Khalafa Kulla Syaiin Faqaddarahu Taqdiiran*” mengandung makna sesungguhnya Allah menjadikan alam ini serta mengatur segala sesuatu dengan ketentuan-ketentuan yang tidak dapat diketahui orang sebelum terjadinya. Menurut Qurthubi (2009) dalam *Tafsir Al- Qurthubi*, menjelaskan bahwa (فَقَدَّرَهُ تَقْدِيرًا) mengandung arti Allah menetapkan segala sesuatu dari apa yang diciptakan-Nya sesuai dengan hikmah yang diinginkan-Nya, dan bukan karena nafsu dan kelalaian, melainkan segala sesuatu berjalan sesuai dengan ketentuan-Nya hingga hari Kiamat dan setelah Kiamat. Ayat tersebut menjelaskan bahwa, semua fenomena alam memiliki pola-pola tertentu yang teratur mengikuti aturan, ukuran, hukum sebab-akibat yang telah ditentukan oleh Allah SWT. secara rapi, benar, koheren, harmonis, dan seimbang (Rossidy, 2008).

Menurut Rachmawatie (2009) kejadian semburan lumpur panas Lapindo telah menimbulkan dampak hampir semua sektor kehidupan, sehingga mengancam keberlanjutan kehidupan masyarakat di daerah sekitar semburan, khususnya ekosistem biota perairan. Salah satu kandungan senyawa yang terdapat dalam lumpur yang di buang ke Sungai Porong adalah logam berat Cd, Cu, Pb dan Hg. Senyawa tersebut membahayakan kelestarian ekosistem yaitu kelangsungan hidup biota air.

Tindakan remediasi diperlukan bagi lingkungan yang telah terkontaminasi dengan logam berat. Proses Bioremediasi logam berat pada lingkungan dibutuhkan suatu agen biologis tertentu yang mampu menyerap logam berat yang terdapat pada lingkungan tercemar. *Chlorella* sp. merupakan suatu agen bioremediasi yang baik,

selain dapat hidup pada lingkungan yang tercemar juga dapat memakai logam berat sebagai logam esensial untuk metabolisme (Wetipo *et al*, 2013).

*Chlorella* sp. adalah alga uniselular yang berwarna hijau dan berukuran mikroskopis, berbentuk bulat, tidak mempunyai flagella sehingga tidak dapat bergerak aktif, dinding selnya terdiri dari selulosa dan pektin, tiap-tiap selnya terdapat satu buah inti sel dan satu kloroplast. *Chlorella* sp. merupakan alga yang kosmopolit, terdapat di air payau, air laut dan air tawar. *Chlorella* sp. memiliki kemampuan menyerap logam yang terlarut dalam air yang digunakan untuk membantu metabolismenya. *Chlorella* sp. dapat tumbuh dan berkembang biak pada air yang terkontaminasi logam berat, selain itu *Chlorella* sp. mempunyai kemampuan untuk menyerap logam-logam berat dengan cara melakukan penyerapan melalui permukaan selnya, karena adanya proses adsorpsi (Dewi dan Gultom, 2009).

Pengambilan ion logam berat oleh *Chlorella* sp. secara selektif disebabkan oleh adanya ikatan yang kuat antara pasangan ion logam berat dan komponen sel, khususnya protein. Adsorpsi terjadi melalui dua proses, yakni pertukaran ion dan pengikatan ion logam berat oleh gugus fungsi yang terdapat pada permukaan sel. Dinding sel mikroalga umumnya terdiri atas selulosa yang memiliki gugus fungsional seperti hidroksil yang dapat berikatan dengan logam berat (Nakajima *et al.*, 1981).

Menurut Sylvester *et al*. (2002) dalam Fachrullah (2011) faktor lingkungan mempengaruhi proses pertumbuhan sel *Chlorella* sp. Faktor lingkungan yang optimum untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah salinitas berkisar 0-35 ppt, suhu optimum 25-35 °C, dan pH optimum berkisar 6-8. *Chlorella* sp. mampu menyerap

beberapa logam berat dengan baik seperti logam Cr (6,660 mg), Cu (7,126 mg), Cd (8,549 mg), Zn (9,181mg) dan mampu bertahan hidup pada lingkungan tercemar dengan adanya peningkatan biomasanya Cr (0,089 mg), Cd (0,088 mg), Cu (0,090 mg), Zn (0,089 mg ) (Wetipo *et al*, 2013).

Sel *Chlorella* sp. memiliki daya serap yang tinggi terhadap ion logam berat. Kapasitas serapan ini dapat terlihat dari persentase serapan ion logam berat yang mencapai hampir 100% yaitu Pb sebesar 99,999 %, Cu 99,999 %, Cd sebesar 84,083 % dan Cr sebesar 47,669 % . Kapasitas serapan yang tinggi dapat disebabkan oleh adanya faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan mikroalga dan tingkat kelarutan logam berat di dalam media kultur (Fachrullah, 2011).

Menurut Fatriyah (2007), biomassa *Chlorella* sp. menaikkan persentase jumlah logam yang terserap. Hal ini terjadi karena dengan bertambahnya jumlah biomassa, maka akan semakin banyak situs aktif pada dinding sel biomassa yang berinteraksi dengan ion logam. Penelitian yang dilakukan Syahputra (2009), menyatakan bahwa penambahan algae *Chlorella pyrenoidosa* sebanyak 800 ml/l, mampu memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan kadar tembaga (Cu) dengan efisiensi penurunan mencapai 90,97 %.

Menurut Fatriyah (2007), penambahan waktu kontak adsorpsi akan menaikkan persentase jumlah ion logam yang teradsorpsi. Waktu yang relatif singkat dapat menyebabkan proses adsorpsi belum maksimal karena permukaan sel akan semakin banyak terisi oleh adsorbat dengan semakin lamanya waktu kontak adsorpsi. Penelitian Rehman (2004) menjelaskan bahwa *Chlorella* sp. dapat menurunkan  $Cd^{+2}$

(5.0µg/ml) sebesar 76% setelah 7 hari, 80% setelah 14 hari, 88% setelah 21 hari dan 96% setelah 28 hari. Alga *Chlorella* sp. juga dapat menurunkan Ni<sup>+2</sup> (5.0µg/ml) sebesar 78% setelah 7 hari, 82% setelah 14 hari, 88% setelah 21 hari dan 94% setelah 28 hari.

Sebagai makhluk yang dapat berpikir, sudah seharusnya manusia terus belajar agar tidak menyalahgunakan karunia yang sebenarnya sudah tersedia di lingkungan sekitarnya, seperti *Chlorella* sp. yang ternyata dapat hidup pada media yang terkontaminasi logam berat dan memiliki manfaat untuk menyerap logam berat yang berbahaya. Penyerapan logam berat Pb oleh *Chlorella* sp. dilakukan dengan memvariasikan volume penambahan dan waktu kontak dengan tujuan untuk mengetahui potensi *Chlorella* sp. sebagai bioremediator dan mengetahui pengaruh beberapa perlakuan yang paling optimal terhadap penyerapan logam berat Pb dari lumpur Lapindo Sidoarjo.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. pada media lumpur Lapindo Sidoarjo?
2. Berapa volume dan waktu kontak yang optimal dari *Chlorella* sp. untuk menyerap logam berat timbal (Pb) dari lumpur Lapindo Sidoarjo?

### 1.3 Hipotesa Penelitian

Hipotesa - hipotesa yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut :

1. *Chlorella* sp. dapat tumbuh pada media lumpur Lapindo Sidoarjo.
2. Bioremediasi logam berat timbal (Pb) dari lumpur Lapindo Sidoarjo oleh *Chlorella* sp. dipengaruhi oleh volume dan waktu kontak.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pertumbuhan *Chlorella* sp. pada media lumpur Lapindo Sidoarjo.
2. Untuk mengetahui volume dan waktu kontak yang optimal dari *Chlorella* sp. dalam menyerap logam berat timbal (Pb) dari lumpur Lapindo Sidoarjo.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi bagi remediasi logam berat Pb dan memberikan informasi kepada Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo (BPLS) tentang potensi *Chlorella* sp. sebagai bioremediator logam Pb sebelum dialirkan ke badan air (sungai) dengan menaburkan *Chlorella* sp. pada bak pengenceran.

### 1.6 Batasan Masalah

1. Bahan yang digunakan untuk bioremediasi adalah mikroalga *Chlorella* sp. yang diambil dari biakan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Jurusan Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Sampel yang digunakan adalah lumpur Lapindo Sidoarjo dari bak penampungan pembuangan pipa saluran ketiga.
3. Kondisi lumpur Lapindo yang digunakan dalam penelitian ini adalah lumpur yang telah dilakukan pengenceran dengan aquades.
4. Kemampuan *Chlorella* sp. sebagai bioremediator logam Pb dilihat dari penginokulasian ke lumpur koloid Lapindo dan dilakukan analisis penyerapan Pb menggunakan analisa *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS).
5. Metode volume dan waktu kontak yang optimal *Chlorella* sp. dalam menyerap Pb ditentukan dengan melihat area efisiensi  $\geq 50\%$ .