BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peristiwa meluapnya lumpur panas yang terjadi di lokasi pengeboran PT Lapindo Brantas di Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, menyebabkan tergenangnya kawasan pemukiman, pertanian, dan perindustrian di sekitarnya. Sejumlah upaya telah dilakukan untuk menanggulangi luapan lumpur, diantaranya dengan membuat tanggul untuk membendung genangan lumpur. Namun, jumlah lumpur yang terus bertambah setiap hari, telah merusak tanggul dan mengancam pemukiman dan lingkungan, sehingga pemerintah membuat kebijakan untuk menjadikan sungai Porong sebagai satu-satunya saluran pembuangan lumpur (Kholidiyah, 2010).

Lumpur panas ini dialirkan melalui pipa-pipa menuju sungai Porong yang bermuara ke laut. Pembuangan lumpur ke laut tentu akan menimbulkan dampak terhadap ekosistem air. Apabila ada bahan pencemar yang masuk ke aliran sungai dapat membahayakan kehidupan biota, sumber daya dan kenyamanan ekosistem perairan serta kesehatan manusia di sepanjang aliran sungai dan laut. Menurut Dahuri dan Arumisyah (1994) masuknya bahan pencemar ke dalam perairan dapat mempengaruhi kualitas perairan. Apabila bahan yang masuk ke perairan melebihi ambang batas, maka daya dukung lingkungan akan menurun.

Penurunan daya dukung lingkungan ini juga dapat menyebabkan kerusakan baik lingkungan daratan maupun laut. Kerusakan ini tidak lepas dari peranan tangan manusia yang mengalirkan luapan lumpur Lapindo melalui sungai

Porong menuju ke laut. Seperti yang telah dijelaskan Allah SWT dalam Al-Qur'an surat Ar-Ruum ayat 41 yang berbunyi :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya :

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” (Qs. Ar-Ruum(30): 41).

Dalam tafsir Ibnu Katsir (Ghoffar, 2004) ayat tersebut menjelaskan bahwa telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia yaitu kekurangan tanam-tanaman dan buah-buahan yang disebabkan oleh kemaksiatan. Adanya peristiwa luapan lumpur Lapindo telah menenggelamkan *البحر* atau kota-kota dan kampung-kampung, tidak lain disebabkan karena maksiat yang dilakukan manusia. Abul ‘Aliyah berkata : “Barang siapa berlaku maksiat kepada Allah di muka bumi, berarti dia telah berbuat kerusakan di dalamnya. Karena kebaikan bumi dan langit adalah sebab ketaatan.”

Luapan lumpur Lapindo mengandung banyak zat-zat yang dapat mencemari lingkungan, diantaranya : fenol, kadmium (Cd), tembaga (Cu) dan timbal (Pb). Data dari Bapedal Prop Jatim (2006) dalam Herawati (2007) menyebutkan kadar fenol dari pusat semburan sebesar 5,9 ppm, sedangkan baku mutu fenol dari limbah cair bagi kegiatan minyak dan gas serta panas bumi sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup 42/96 adalah 2,0 ppm.

Selain mengandung fenol lumpur Lapindo juga mengandung logam berat seperti kadmium (Cd) dan timbal (Pb). Kadar kadmium (Cd) pada sedimen sungai Porong mencapai 0,2571 ppm, dan pada air sungai Porong mencapai 0,0271 ppm. Kandungan timbal (Pb) pada sedimen sungai Porong mencapai 3,1018 ppm dan 0,6949 ppm pada air sungai Porong, sedangkan menurut Keputusan Menteri Kesehatan no 907/2002, ambang batas kadmium dalam perairan adalah 0,003 ppm, dan untuk timbal adalah 0,05 ppm (Kholidiyah, 2010). Hasil uji pendahuluan menunjukkan, kandungan logam berat tembaga (Cu) pada lumpur Lapindo sebesar 3,394 ppm sedangkan logam berat timbal (Pb) sebesar 3,50 ppm.

Adanya logam berat berbahaya dari luapan lumpur Lapindo yang dibuang ke laut melalui sungai Porong tanpa diolah terlebih dahulu tentunya dapat mencemari lingkungan, khususnya ekosistem laut. Berdasarkan laporan UNDAC Tahun 2006 dalam Samsundari (2011), di daerah sekitar luapan lumpur Lapindo, disebutkan bahwa pelepasan lumpur ke perairan akan menyebabkan kematian hewan air dan akibat serius bagi manusia yang tergantung pada perairan tersebut.

Salah satu bahan pencemar beracun dan berbahaya (B3) dari lumpur Lapindo yang perlu diperhatikan adalah logam berat timbal (Pb). Timbal merupakan salah satu logam berat non esensial yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksisitas) pada makhluk hidup. Racun ini bersifat kumulatif, artinya sifat racunnya akan timbul apabila terakumulasi dalam jumlah yang cukup besar dalam tubuh makhluk hidup. Timbal terdapat dalam air karena adanya kontak antara air dengan tanah atau udara tercemar timbal, air yang tercemar oleh limbah industri atau akibat korosi pipa (Ulfin, 1995).

Logam Pb bersifat toksik pada manusia dan dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis. Keracunan akut biasanya ditandai dengan rasa terbakar pada mulut, adanya rangsangan pada sistem gastrointestinal yang disertai dengan diare, sedangkan gejala kronis umumnya ditandai dengan mual, anemia, sakit di sekitar mulut, dan dapat menyebabkan kelumpuhan (Darmono, 2001). Fardiaz (1992) menyatakan bahwa daya racun dari logam ini menyebabkan terjadinya penghambatan proses kerja enzim. Penghambatan tersebut menyebabkan terganggunya pembentukan hemoglobin darah, sehingga terbentuk ikatan yang kuat (ikatan kovalen) antara ion-ion Pb^{2+} dengan gugus sulfur di dalam asam-amino. Logam timbal (Pb) yang masuk ke dalam tubuh akan beredar dalam darah dan berikatan dengan eritrosit, tertimbun di dalam ginjal dan hati kemudian di ekskresikan melalui usus besar dan ginjal (Mutschler, 1991).

Untuk mencegah pencemaran logam Pb dari lumpur Lapindo yang dibuang ke sungai Porong dan bermuara ke laut, perlu dilakukan upaya penurunan logam tersebut melalui bioremediasi. Bioremediasi adalah penggunaan agen-agen biologik untuk menetralkan tanah dan air tercemar menjadi zat-zat yang tidak berbahaya bagi lingkungan atau kesehatan manusia. Agen-agen biologi yang dipakai dapat berupa enzim, sel-sel mikroba atau tanaman (Waluyo, 2005). Pada saat proses bioremediasi berlangsung, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi struktur polutan beracun menjadi metabolit yang tidak beracun dan berbahaya (Priadie, 2012). Tujuan akhir bioremediasi adalah meminimalisasi kontaminan, yaitu mengubah senyawa kimia berbahaya menjadi kurang berbahaya seperti karbondioksida atau beberapa gas lain, senyawa

anorganik, air, dan materi yang dibutuhkan oleh mikroba pendegradasi (Eweis *et al.*, 1998).

Proses bioremediasi memiliki keunggulan dibandingkan dengan teknik pengolahan lahan tercemar yang menggunakan proses kimia maupun fisika, diantaranya adalah ramah lingkungan karena umumnya tanah yang sudah dilakukan proses remediasi dapat digunakan kembali, selain itu bioremediasi juga relatif lebih murah dibandingkan dengan pengolahan secara kimia maupun fisika (Munawar, 2012).

Keberhasilan proses bioremediasi ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya lama inkubasi, konsentrasi mikroba dan nilai pH. Lama inkubasi bergantung pada besar konsentrasi cemaran, semakin besar konsentrasi cemaran maka semakin lama waktu yang dibutuhkan mikroba untuk mendegradasi bahan pencemar. Konsentrasi mikroba juga mempengaruhi proses bioremediasi logam timbal, semakin tinggi konsentrasi cemaran, maka semakin banyak konsentrasi mikroba yang dibutuhkan (Yulia, 2013). Derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh yang besar pada aktivitas mikroba untuk mengatasi limbah logam berat. Aktivitas mikroba dalam mengakumulasi logam cenderung membutuhkan suasana netral (Ariono, 1996).

Bioremediasi menggunakan mikroorganisme dapat dilakukan dengan menggunakan mikroba indigen dan juga mikroba eksogen. Mikroba indigen adalah mikroba yang berasal dari lingkungan itu sendiri (Arief, 2010), sedangkan mikroba eksogen adalah mikroba yang didatangkan dari luar media yang tercemar. Dalam bioremediasi, penggunaan mikroorganisme *indigenous* (indigen)

saja masih belum maksimum sehingga diperlukan inokulasi mikroorganisme *exogenous* (eksogen) yang merupakan kultur campuran (konsorsium) beberapa jenis bakteri atau jamur yang potensial dalam mendegradasi pencemar tersebut (Udiharto dan Sudaryono, 1999).

Proses bioremediasi dengan bantuan mikroorganisme dapat dilakukan menggunakan isolat tunggal maupun campuran. Bakteri tunggal memiliki kemampuan yang terbatas dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon, sedangkan konsorsium bakteri memiliki tingkat degradasi yang tinggi untuk mendegradasi senyawa hidrokarbon. Bakteri konsorsium bekerja secara sinergis dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon yang kemudian dimanfaatkan sebagai sumber karbon dan energi (Charlena, 2010). Bakteri sering digunakan dalam proses bioremediasi karena memiliki kemampuan adaptasi dan reproduksi yang tinggi (Atlas, 1992). Kombinasi isolat bakteri diketahui mempunyai kemampuan lebih baik dalam mendegradasi hidrokarbon dibandingkan dengan isolat tunggalnya (Yani, 2009).

Penggunaan bakteri dalam bidang bioremediasi lebih luas dibandingkan dengan kapang atau mikroorganisme lainnya, hal ini ini karena bakteri adalah golongan mikroorganisme yang paling sering terisolasi pada lahan atau air yang terkontaminasi pencemar. Seperti hasil penelitian Nugroho (2007) yang mengisolasi mikroorganisme pada minyak bumi dari Benakat diperoleh beberapa spesies mikroorganisme yaitu *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas hidrophyla*, *Agrobacterium radiobacter*. Potensi bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dalam mendegradasi minyak bumi sebesar 90%, *Aeromonas hidrophyla* 88%, dan

Agrobacterium radiobacter sebesar 79%. Sedangkan degradasi minyak bumi dari mikroba konsorsiumnya sebesar 92%.

Connel dan Miller (1995) menyatakan mikroorganisme seperti bakteri dapat menggunakan hidrokarbon dari minyak mentah dan fraksi-fraksinya baik secara utuh maupun sebagian. Mikroorganisme yang pada umumnya berkembang di lingkungan yang terkontaminasi hidrokarbon sebagian besar adalah bakteri (Kadarwati *et al*, 1994).

Golongan bakteri yang diketahui mempunyai kemampuan sebagai biosorben logam timbal adalah golongan bakteri *Pseudomonas*. Pada penelitian ini digunakan campuran bakteri yaitu *Pseudomonas aeruginosa* dan *Pseudomonas pseudomallei*. Berdasarkan penelitian Yani (2008), bakteri *Pseudomonas aeruginosa* mempunyai kemampuan biodegradasi minyak diesel pada konsentrasi 10% selama satu minggu dengan pertumbuhan jumlah sel mencapai $5,6 \times 10^{13}$ CFU/ml sedangkan bakteri *Pseudomonas pseudomallei* pada perlakuan yang sama mampu tumbuh mencapai $1,2 \times 10^{11}$ CFU/ml.

Nagashetti (2013) menambahkan, *Pseudomonas aeruginosa* mampu mengakumulasi berbagai logam berat diantaranya, merkuri (Hg), copper (Cu), kromium (Cr), dan timbal (Pb) yang mencemari tanah dan menjadi masalah besar dalam kesehatan publik. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* pada penelitian Yulia (2013) digunakan dalam bioremediasi air laut terkontaminasi minyak bumi dengan konsentrasi 3% mampu menurunkan TPH (Total Petroleum Hidrokarbon) hingga 100% dalam waktu 21 hari. Sedangkan bakteri *Pseudomonas pseudomallei* pada penelitian Mariam (2013) yang ditumbuhkan dalam media yang

mengandung logam timbal dengan konsentrasi 5% mampu menurunkan kadar logam timbal mencapai 98,2%.

Berdasarkan hal tersebut maka, penelitian ini penting untuk dilaksanakan agar kadar logam timbal (Pb) pada lumpur Lapindo yang dibuang ke laut dapat diminimalisasi menggunakan campuran bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Pseudomonas pseudomallei* sehingga tidak mencemari lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh lama inkubasi dan konsentrasi campuran bakteri (*Pseudomonas pseudomallei* dan *Pseudomonas aeruginosa*) terhadap jumlah total sel bakteri dan kadar logam berat timbal (Pb) dalam bioremediasi logam berat timbal pada lumpur Lapindo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama inkubasi dan konsentrasi campuran bakteri (*Pseudomonas pseudomallei* dan *Pseudomonas aeruginosa*) terhadap jumlah total sel bakteri dan kadar logam berat timbal (Pb) dalam bioremediasi logam berat timbal pada lumpur Lapindo.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya memberikan informasi solusi penanggulangan pencemaran logam berat Pb dalam lumpur Lapindo melalui bioremediasi menggunakan campuran bakteri (*Pseudomonas pseudomallei* dan *Pseudomonas aeruginosa*).

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Obyek penelitian adalah lumpur Lapindo dengan kadar timbal tinggi melebihi ambang batas
2. Bakteri *Pseudomonas pseudomallei* yang digunakan berasal dari koleksi laboratorium mikrobiologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang sedangkan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* berasal dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang.
3. pH yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH alami lumpur Lapindo yaitu sebesar 7,84.
4. Parameter dalam penelitian ini meliputi : kadar logam berat timbal (Pb), lama inkubasi, konsentrasi bakteri untuk proses bioremediasi dan jumlah total sel campuran bakteri (*Pseudomonas pseudomallei* dan *Pseudomonas aeruginosa*) yang dihitung menggunakan metode TPC (Total Plate Count).