

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran laut saat ini telah menjadi salah satu fokus perhatian para pakar lingkungan dunia termasuk di Indonesia. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999 pencemaran laut terjadi akibat masuknya atau dimasukkannya polutan yang berupa zat, organisme atau energi ke dalam lingkungan laut sehingga kualitas air laut menjadi turun dan air laut tersebut tidak dapat berfungsi sesuai alokasi pemanfaatannya. Pencemaran laut saat ini banyak terjadi akibat kegiatan manusia baik individu maupun tingkat industri. Limbah tersebut secara langsung maupun tidak langsung dibuang ke lingkungan laut tanpa diolah terlebih dahulu. Hal tersebut menyebabkan turunnya kualitas air laut dan daya dukung lingkungan (Mukhtasor, 2010).

Penurunan kualitas lingkungan perairan terutama disebabkan oleh limbah yang mengandung logam berat. Saat ini banyak industri skala kecil maupun besar membuang limbah hasil produksi langsung ke perairan tanpa diolah terlebih dahulu. Pada akhirnya limbah tersebut mengalir ke laut dan merusak ekosistem yang berada didalamnya. Seperti yang terjadi di daerah Surakarta, banyak industri batik rumahan yang tidak mengolah limbahnya terlebih dahulu namun dibuang langsung ke sungai. Hal tersebut mengakibatkan kondisi sungai berubah warna menjadi hitam dan merah. Selain itu masyarakat sekitar juga mengalami gatal-gatal dan iritasi kulit akibat pencemaran limbah tersebut (Primartanyo, 2008).

Berdasarkan penelitian, ada beberapa jenis logam berat yang terkandung dalam limbah hasil produksi batik seperti kadmium dan timbal (Agustina dkk., 2011).

Pada dasarnya jenis logam berat berdasarkan kebutuhannya dibagi menjadi dua yaitu logam berat esensial dan non esensial. Logam berat esensial merupakan logam berat yang dibutuhkan oleh organisme hidup dalam jumlah tertentu mampu berperan dalam berbagai proses metabolisme seperti kobal (Co) untuk pembentukan vitamin B₁₂, besi (Fe) untuk pembuatan haemoglobin, sedangkan seng (Zn) berperan sebagai enzim dehidrogenase (Hutagalung, 1984). Sedangkan logam berat non esensial adalah logam berat yang bersifat toksik bagi organisme, misalnya merkuri (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), kromium (Cr) dan arsen (As).

Suatu logam berat akan bersifat toksik jika keberadaannya melebihi kebutuhan organisme hidup dan mampu mengganggu aktivitas metabolisme suatu organisme. Toksisitas logam berat akan semakin besar, jika kadar logam berat tersebut meningkat. Sebagai contoh, 50% kerang biru, *Mytilus edulis* yang dipelihara dalam air yang mengandung Pb 0,5 ppm mati dalam waktu 150 hari. Sedangkan dalam air yang mengandung Pb 5 ppm, 50% kerang biru tersebut mati dalam waktu 105 hari. Adanya efek sinergis dari beberapa logam, juga akan memperbesar toksisitas logam berat. Misalnya, perak (Ag) bila berkombinasi dengan tembaga (Cu) akan menghasilkan toksisitas yang 10 kali lebih toksik dari raksa (Hg) (Benhard, 1978).

Salah satu logam berat yang mampu membahayakan makhluk hidup dan lingkungan adalah kadmium (Cd). Berdasarkan urutan toksisitas logam berat, kadmium merupakan urutan kedua logam berat yang berbahaya setelah merkuri

yaitu $Hg^{2+} > Cd^{2+} > Ag^{2+} > Ni^{2+} > Pb^{2+} > As^{2+} > Cr^{2+} > Sn^{2+} > Zn^{2+}$ (Waldichuck, 1974). Berdasarkan jenis pemakaiannya, saat ini unsur kadmium digunakan untuk *elektroplating*, *pigment* (bahan cat warna), penahan panas dalam alat-alat pabrik, baterai, dan campuran logam. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa kadmium merupakan jenis logam berat yang dapat menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Salah satunya adalah kasus yang terjadi di Jepang yang dikenal dengan penyakit itai-itai. Penyakit itai-itai terjadi akibat keracunan kadmium. Peristiwa ini terjadi di Fuchu, dimana terdapat pertambangan Pb, Zn, Cd yang airnya menuju ke hulu sungai yang kemudian mengalir ke daerah persawahan penduduk. Karena beras yang dimakan telah mengandung kadmium, mengakibatkan penduduk di daerah sekitar itu menderita penyakit rematik dan mialgia (nyeri otot) yang disebut dengan penyakit itai-itai. Dari permasalahan tersebut jika pencemaran perairan akibat logam berat dibiarkan, kedepan akan memperburuk kondisi lingkungan, membahayakan kesehatan manusia, dan biota perairan (Makkasau dkk., 2011).

Berbagai cara dilakukan dalam mengatasi bahaya pencemaran di perairan akibat logam berat kadmium. Salah satunya dengan melakukan remediasi. Remediasi merupakan suatu cara yang dapat dilakukan untuk menurunkan toksisitas suatu senyawa. Namun remediasi yang sering dilakukan secara kimia ternyata kurang efektif karena mampu merusak suatu ekosistem. Saat ini teknik bioremediasi mulai dikembangkan yaitu menggunakan unsur biologi sebagai agen bioremediator. Teknik bioremediasi saat ini dikembangkan karena tidak mengakibatkan kerusakan lingkungan seperti kerusakan dan kematian biota

diperairan yang telah tercemar. Menurut Kholidiyah (2010), tumbuhan eceng gondok (*Eichornia crassipes* Solms) mampu melakukan bioremediasi terhadap logam berat kadmium pada sungai pembuangan lumpur lapindo dengan akumulasi tertinggi pada batang. Selain itu kajian lain ditemukan bahwa mikroalga mampu menjadi agen bioremediasi. Selain bisa digunakan sebagai agen bioremediasi, mikroalga juga memiliki siklus hidup yang cepat sehingga mudah dalam pemanfaatannya. Menurut Fauziah (2011), mikroalga spesies *Scenedesmus dimorphus* memiliki kemampuan sebagai agen bioremediasi dengan menyerap logam berat Cd mencapai 65,91% pada konsentrasi 5 ppm. Berdasarkan hal tersebut, diketahui bahwa mikroalga merupakan mikroorganisme yang memiliki potensi untuk melakukan proses bioremediasi terutama di perairan yang tercemar logam berat.

Salah satu mikroalga yang keberadaannya melimpah di alam yaitu *Skeletonema* sp. Mikroalga tersebut masuk kedalam kelompok diatom yang merupakan mikroalga uniseluler dengan distribusi yang sangat universal di semua tipe perairan (Basmi, 1999). *Skeletonema* sp. diketahui memiliki kemampuan dalam bioremediasi logam berat. Menurut Leonard (2014) *Skeletonema* sp. mampu tumbuh pada kondisi lingkungan yang mengandung logam berat merkuri (Hg) pada konsentrasi 0.06 ppm sebagai nutrisi. Menurut Wisudyawati (2014) *Skeletonema* sp. juga mampu tumbuh pada media yang mengandung timbal (Pb) pada konsentrasi 0.9 ppm yang dijadikan sebagai nutrisi pertumbuhannya. Selain itu *Skeletonema* sp mampu mengakumulasi logam berat kadmium dengan menghasilkan metalotionin untuk mengikat ion Cd^{2+} menjadi unsur yang stabil

pada konsentrasi 0,224 ppm (Nassiri *et al.*, 1997). Dari penelitian tersebut, perlu dikaji lebih mendalam mengenai kemampuan tumbuh *Skeletonema* sp. dalam media yang terpapar logam berat kadmium lebih tinggi dari 0,224 ppm yaitu pada konsentrasi 0,5 , 1, dan 2 ppm, beda pertumbuhan dan penyerapan kadmium oleh *Skeletonema* sp. serta kapasitas maksimum kadmium yang terserap oleh *Skeletonema* sp. selama siklus hidupnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, rumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Apakah *Skeletonema* sp. mampu tumbuh pada medium yang mengandung logam berat kadmium pada konsentrasi 0,5; 1; dan 2 ppm ?
2. Apakah ada beda pertumbuhan *Skeletonema* sp. pada perlakuan kombinasi konsentrasi kadmium dan jumlah inokulasi sel *Skeletonema* sp. ?
3. Apakah ada beda penyerapan kadmium oleh *Skeletonema* sp. pada perlakuan kombinasi konsentrasi kadmium dan jumlah inokulasi sel *Skeletonema* sp. ?
4. Berapakah kapasitas maksimum bioremediasi kadmium yang dapat dilakukan oleh *Skeletonema* sp. pada konsentrasi 0,5; 1; dan 2 ppm?

1.3 Asumsi Penelitian

Skeletonema sp. bisa tumbuh pada medium yang mengandung logam berat kadmium dan mampu melakukan proses bioremediasi kadmium pada konsentrasi

0,224 ppm dengan melakukan proses bioakumulasi ion kadmium dalam vakuola sel (Nassiri *et al*, 1997). Selain itu *Skeletonema* sp. sebagai mikroalga memiliki batas toleransi maksimum terhadap konsentrasi kadmium dalam melakukan proses bioremediasi yang mempengaruhi pertumbuhan dan penyerapan kadmium oleh *Skeletonema* sp.

1.4 Hipotesis Penelitian

1.4.1 Hipotesis kerja

1. Jika *Skeletonema* sp. mampu tumbuh pada media logam berat kadmium maka *Skeletonema* sp. memiliki kemampuan dalam melakukan proses bioremediasi logam berat kadmium.
2. Jika setiap organisme memiliki batas toleransi dalam melakukan proses bioremediasi logam berat maka *Skeletonema* sp. memiliki batas maksimal dalam melakukan bioremediasi logam berat kadmium.

1.4.2 Hipotesis statistik

1. H_{01} : Tidak ada beda pertumbuhan *Skeletonema* sp. pada perlakuan pemberian kombinasi konsentrasi kadmium dan jumlah inokulasi sel *Skeletonema* sp.

H_{a1} : Ada beda pertumbuhan *Skeletonema* sp. pada perlakuan pemberian kombinasi konsentrasi kadmium dan jumlah inokulasi sel *Skeletonema* sp.

2. H_{02} : Tidak ada beda penyerapan kadmium *Skeletonema* sp. pada perlakuan pemberian kombinasi konsentrasi kadmium dan jumlah inokulasi sel *Skeletonema* sp.

H_{a2} : Ada beda penyerapan kadmium *Skeletonema* sp. pada perlakuan pemberian kombinasi konsentrasi kadmium dan jumlah inokulasi sel *Skeletonema* sp.

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bertujuan untuk:

1. Mengetahui kemampuan *Skeletonema* sp. untuk tumbuh pada medium yang mengandung logam berat kadmium dengan konsentrasi 0,5; 1; dan 2 ppm..
2. Mengetahui beda pertumbuhan *Skeletonema* sp. pada perlakuan pemberian kombinasi konsentrasi kadmium dan jumlah inokulasi sel *Skeletonema* sp.
3. Mengetahui beda penyerapan kadmium *Skeletonema* sp. pada perlakuan pemberian kombinasi konsentrasi kadmium dan jumlah inokulasi sel *Skeletonema* sp.
4. Mengetahui kapasitas maksimum bioremediasi kadmium (Cd) yang dapat dilakukan oleh *Skeletonema* sp pada konsentrasi 0,5; 1; dan 2 ppm..

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan lebih mengenai kemampuan *Skeletonema* sp. dalam melakukan bioremediasi pada berbagai konsentrasi kadmium dan jumlah inokulasi sel *Skeletonema*

sp. sehingga selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam menangani masalah pencemaran air laut yang disebabkan oleh adanya kandungan logam berat kadmium.

