

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini pencemaran air menjadi masalah yang cukup mengkhawatirkan dan perlu mendapat perhatian lebih dari segala pihak. Pencemaran air dapat terjadi karena kesengajaan maupun karena kesalahan operasional. Keberadaan air bersih menjadi dambaan setiap manusia, baik untuk keperluan sehari-hari, untuk keperluan industri, keperluan pertanian dan lain sebagainya. Namun, kesadaran akan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan, terutama air sangatlah kurang.

Di berbagai kota di Indonesia masih ada warga yang membuang sampah ke sungai. Seperti yang diabadikan oleh Armin Abdul Jabbar pada laman Pikiran Rakyat tanggal 26 Januari 2016 di Jln.PU Pengairan kota Bandung, sampah yang dibuang oleh warga tersangkut di pepohonan pinggir sungai. Selanjutnya di bantaran Sungai Buun, Kotawaringin Barat, Kalimantan Tengah, sampah-sampah mengambang di sepanjang Sungai (Borneonews, 2016) serta di Solo Jawa Tengah (Satria Utama, 2016). Membuang sampah sembarangan masih menjadi kebiasaan yang sulit dihilangkan.

Menurut Cecep Dani Sucipto (2012:1) Sampah merupakan hasil sampingan dari aktivitas manusia yang sudah terpakai. Sampah merupakan bahan padat buangan dari kegiatan rumah tangga, pasar, perkantoran, rumah

penginapan, hotel, rumah makan, industri, puing bahan bangunan dan besi-besi tua bekas kendaraan bermotor.

Kasus pencemaran air yang terjadi karena kesalahan operasional diantaranya adalah seperti yang terjadi di Sungai Mahakam. Pada laman daerah.sindonews.com tanggal 28 Oktober 2014 dinyatakan bahwa Sungai Mahakam tercemar limbah dari kapal pengangkut bahan berbahaya yang terguling karena kelebihan muatan. Akibat pencemaran itu, warga di Kelurahan Pendingin, Kecamatan Sanga-sanga, Kutai Kartanegara, kesulitan mendapatkan pasokan air bersih. Contoh lain kasus yang disebabkan oleh kesalahan operasional adalah lumpur panas Sidoarjo.

Hasil penelitian *Drilling Engineers Club* mengungkapkan, luapan lumpur di Sidoarjo, Jawa Timur, diakibatkan oleh kesalahan operasional pengeboran yang disengaja atau *intentional default* (Aditya Revianur, 2012). Lumpur ini terus menerus keluar dari lubang hasil pengeboran permukaan tanah yang dilakukan oleh PT. Lapindo Brantas pada bulan Mei 2006. Hingga sekarang lumpur tersebut telah merendam pemukiman warga, sawah, bangunan dan jalan, sehingga mengakibatkan kerugian mencapai ratusan miliar rupiah. Hal yang telah dilakukan oleh pemerintah untuk mengatasi masalah adalah dengan mengalirkan lumpur tersebut ke Sungai Porong. Upaya tersebut pastinya akan mempengaruhi muara Kali Porong, karena untuk menuju laut lumpur Sidoarjo akan melewati muara. Muara sungai merupakan bagian daerah pesisir yang memainkan peranan penting

secara ekonomi, ekologi dan juga merupakan kawasan dengan ekosistem kompleks (Gita Angraeni, Suntoyo dan Muhammad Zikra, 2014).

Gangguan kesehatan mulai dirasakan oleh warga di sekitar pembuangan lumpur Lapindo, gangguan kesehatan tersebut seperti mudah lelah, mual, nyeri pada perut, dan diare (Tika Arifani Putri dan Ririh Yudhastuti, 2013). Diduga kuat ada korelasi erat antara pemburukkan kualitas lingkungan dengan menurunnya kualitas kesehatan warga. Misal, peningkatan jumlah penderita ISPA di Puskesmas Porong tercatat sejumlah 24.719 (pada 2005) menjadi 52.543 (2009). Kenaikan lebih dari dua kali lipat juga terjadi pada penyakit *Gastritis* yang berjumlah 22.189 (tahun 2009) dari jumlah semula 7.416 warga (tahun 2005). Riset yang telah dilakukan oleh Walhi dengan memeriksa kandungan logam berat dalam air dan lumpur Lapindo di puluhan titik area semburan lumpur Lapindo dan sungai Porong pada 2008 menemukan jumlah Cd dan Pb ribuan kali di atas ambang baku (Catur Nusantara, 2015).

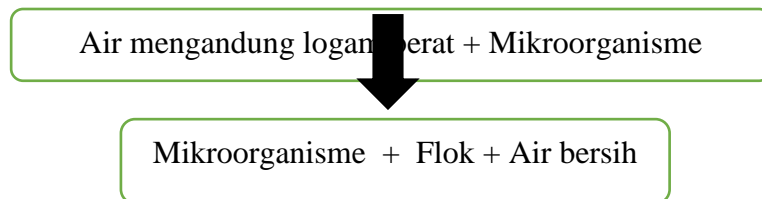
Tabel 1.1 Kandungan Logam Berat Lumpur Lapindo

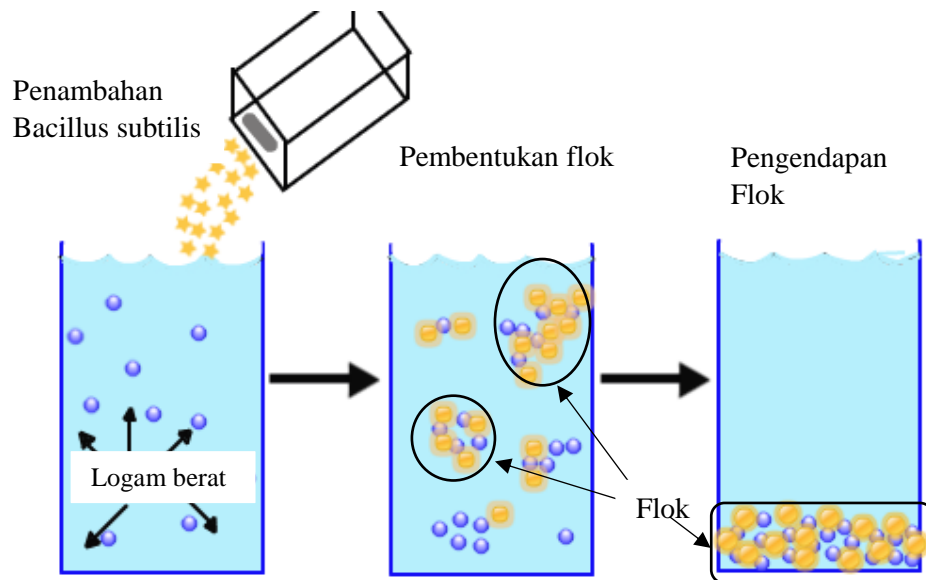
Parameter	Satuan	Kep. Menkes No. 907/2002	Hasil Analisa Logam pada Materi			
			Lumpur Lapindo	Air Lumpur Lapindo	Sedimen Sungai Porong	Air Sungai Porong
Kromium (Cr)	mg/L	0,05	nd	nd	nd	nd
Kadmium (Cd)	mg/L	0,003	0,3063	0,0314	0,2571	0,0271
Tembaga (Cu)	mg/L	1	0,4379	0,008	0,4919	0,0144
Timbal(Pb)	mg/L	0,05	7,2876	0,8776	3,1018	0,6949

Sumber: Faisal Aziz dkk (2013)

Demi menangani kondisi air di sungai Porong tersebut, diperlukan teknologi penjernih air sehingga air dapat digunakan kembali oleh warga. Penelitian mengenai desain penjernih air telah dilakukan oleh Faisal Aziz P. dkk (2013). Pada penelitian tersebut sampel air yang diambil dari Sungai Porong diberi bakteri *Bacillus subtilis* dan dilihat pengaruhnya terhadap lumpur yang ada di dalam air. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus subtilis* dapat mengurangi logam berat pada air sampel.

Penjernihan air dengan bakteri *Bacillus subtilis* menggunakan sistem bioakumulasi. Dimana logam berat diikat pada dinding sel *B.subtilis* dan digunakan untuk pertumbuhannya. Hasil pengikatan logam berat akan membentuk gumpalan partikel yang ukurannya dapat memungkinkan untuk dipisahkan dengan sedimentasi atau filtrasi yang biasa disebut sebagai flok sehingga akan terpisah antara air, bakteri dan logam berat. Berikut skema yang didapatkan berserta ilustrasinya (Faisal Aziz P dkk, 2013:8):





Gambar 1.1 Ilustrasi Penjernihan Air

Mekanisme penjernihan air ini berlangsung saat bakteri pada jumlah tertentu dan air kotor pada jumlah tertentu. Namun, saat konsentrasi logam berat pada air pada jumlah tertentu, bakteri akan sulit menjernihkan air dan mati (Faisal Aziz P dkk, 2013:9). Dalam kasus ini logam berat yang terkandung dalam air yaitu Kadmium (Cd), Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu). *Bacillus subtilis* resisten terhadap logam Cu dan Pb dikarenakan logam tersebut merupakan logam yang esensial bagi bakteri. Namun, tingkat toleransi bakteri terhadap logam Cd akan semakin menurun saat konsentrasi logam Cd tersebut meningkat (Tutut Arinda, Maya Shovitri, Enny Zulaika, 2012). Sehingga saat logam berat pada jumlah tertentu daya predasi bakteri terhadap logam berat semakin berkurang.

Bakteri *Bacillus subtilis* yang dimasukkan ke dalam air yang mengandung logam berat akan menyerap logam tersebut. Sehingga

penjernihan air yang terkontaminasi logam berat dapat dipandang sebagai kasus *predator-prey* dengan bakteri *Bacillus subtilis* sebagai *predator* dan logam pencemar sebagai *prey*. Pada skripsi ini akan dibahas mengenai pemanfaatan bakteri *Bacillus subtilis* dalam penjernihan air dengan menggunakan pemodelan matematika dan menganalisis kestabilan model matematika yang telah dibentuk.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana model matematika pada penjernihan air yang terkontaminasi logam berat dengan menggunakan bakteri *Bacillus subtilis*?
2. Bagaimanakah analisis kestabilan dari model matematika pada penjernihan air yang terkontaminasi logam berat dengan menggunakan bakteri *Bacillus subtilis*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membentuk model matematika pada penjernihan air yang terkontaminasi logam berat dengan menggunakan bakteri *Bacillus subtilis*.
2. Menganalisis kestabilan dari model matematika pada penjernihan air yang terkontaminasi logam berat dengan menggunakan bakteri *Bacillus subtilis*.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Bagi penulis, peneliti, dan masyarakat pada umumnya penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan, serta dapat menjadi referensi mengenai model *predator-prey* pada penjernihan air dengan mikroorganisme khususnya bakteri *Bacillus subtilis*.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam rangka mendukung proses penjernihan air yang tercemar logam berat dengan memanfaatkan bakteri *Bacillus subtilis*.