

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Hidrokarbon adalah sumber energi dan bahan bakar utama yang paling luas digunakan di dunia. Pembuangan produk minyak bumi ke lingkungan menyebabkan kerusakan lingkungan dan baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi kesehatan manusia dan sistem ekologi (Panda, *et al.*, 2013). Menurut Lasari (2010), produksi kilang minyak bumi sebanyak 1000 barrel per hari menghasilkan limbah padat (lumpur minyak) lebih dari 2.6 barrel. Sedangkan produksi kilang minyak bumi di Indonesia sekitar 1,2 juta barrel per hari menghasilkan limbah padat sebanyak 3.120 barrel per hari dan dalam waktu satu tahun menghasilkan limbah sebanyak 1.3 juta barrel (Lasari, 2010).

Keberadaan limbah *oil sludge* (lumpur minyak) menimbulkan beberapa permasalahan. Konstituen *oil sludge* bersifat karsinogenik, mutagenik dan berpotensi imunotoksikan (Atlas, 1981). Pengakumulasian *oil sludge* pada dasar dan dinding tangki minyak dapat mengakibatkan berkurangnya kapasitas operasional dan mempercepat adanya korosi pada tangki penyimpanan (Banat & Rancich, 2009). Jadi, pembersihan tangki-tangki minyak dan pembuangan *oil sludge* harus dilakukan dengan mempertimbangkan keramahan terhadap lingkungan.

Berbagai upaya dilakukan untuk mengatasi limbah *oil sludge* baik secara fisik, kimia maupun biologi. Pengolahan secara fisik dan kimia diantaranya yaitu pengeringan

dan pengabuan, ekstraksi pelarut, pencucian surfaktan, dan *pyrolysis* (Jing, *et al.*, 2011). Namun, metode-metode tersebut masih memberikan dampak negatif terhadap lingkungan serta mempunyai beberapa kelemahan diantaranya reagen yang mahal, peralatan kompleks yang dibutuhkan untuk *recovery* minyak dari *oil sludge*, proses yang sulit dan biaya pengoperasian yang tinggi (Shie, *et al.*, 2000). Pengolahan limbah secara biologi merupakan alternatif yang efektif dari segi biaya dan keamanan lingkungan. Pengolahan secara biologis dilakukan dengan memanfaatkan makhluk hidup khususnya mikroba untuk menurunkan konsentrasi atau daya racun bahan pencemar (Kepmen LH No. 128, 2003).

Mikroba menghasilkan enzim untuk mendegradasi limbah *oil sludge*. Enzim digunakan untuk memutuskan ikatan rantai panjang hidrokarbon. Sehingga, menjadi hidrokarbon yang sederhana untuk digunakan sebagai sumber nutrisi bagi mikroba (Nugroho, 2007). Mikroba juga dapat menghasilkan biosurfaktan. Biosurfaktan berguna untuk meningkatkan kelarutan minyak sehingga memudahkan mikroba dalam menjangkau hidrokarbon tersebut (Panda, *et al.*, 2013).

Kecepatan biodegradasi *oil sludge* oleh mikroba bergantung pada beberapa faktor, yaitu faktor fisik dan kimia substrat, mikroba, lingkungan, serta lama waktu inkubasi. Faktor fisiko kimia substrat yaitu bentuk fisik substrat, konsentrasi minyak, komponen kimia dan ikatan-ikatan hidrokarbon penyusun substrat. Faktor mikroba, yaitu mikroba yang mampu untuk menghasilkan enzim dan biosurfaktan, kemampuan adaptasi pada substrat dan hubungan sinergisme antar mikroba, serta jumlah mikroba. Faktor

lingkungan diantaranya: suhu lingkungan, pH, oksigen, nutrisi, salinitas dan aktivitas air (Ni'matuzahroh, *et al.*, 2013).

Penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mendapatkan mikroba yang dapat hidup pada limbah *oil sludge*, diantaranya Ni'matuzahroh *et al.*, (2003), Fatimah *et al.*, (2011), Nugroho (2007), Panda *et al.*, (2013). Pada penelitian Komarawidjaja (2009) dipaparkan bahwa pertumbuhan konsorsium mikroba menunjukkan peningkatan yang cukup baik di dalam *crude oil* (Komarawidjaja, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan konsorsium mikroba cenderung menghasilkan aktivitas yang lebih baik dibandingkan penggunaan isolat tunggal. Enzim yang dihasilkan oleh tiap jenis mikroba dapat saling melengkapi untuk menyederhanakan hidrokarbon kompleks sehingga limbah *oil sludge* dapat terdegradasi secara maksimal (Okoh, 2006).

Teknologi pelarutan dan pengolahan limbah *oil sludge* dengan menggunakan mikroba terus dikembangkan di Indonesia. Namun belum ada produk yang siap dimanfaatkan oleh industri dan metode untuk menangani limbah secara tuntas juga belum banyak ditemukan (Ni'matuzahroh, *et al.*, 2013). Teknologi pengolahan limbah yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu degradasi limbah *oil sludge* menggunakan metode bioaugmentasi dan biostimulasi dengan variasi waktu inkubasi. Bioaugmentasi yaitu penambahan konsorsium mikroba eksogenus berupa konsorsium mikroba potensial koleksi Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga (FST Unair) yang terdiri atas bakteri penghasil biosurfaktan, bakteri dan *yeast* hidrokarbonoklastik. Biostimulasi yaitu penambahan Air Mineral Sintetik (AMS) dan molase.

Efektivitas biosurfaktan, enzim dan formula konsorsium yang dihasilkan oleh bakteri koleksi laboratorium mikrobiologi FST Unair dalam melarutkan dan mendegradasi lumpur minyak (*oil sludge*) masih perlu diujikan. Sehingga, penelitian ini dilakukan untuk menguji efektivitas berbagai konsorsium mikroba dalam mendegradasi limbah *oil sludge* dengan variasi waktu inkubasi serta dengan menggunakan media AMS dan molase. Penelitian ini diharapkan memperoleh formulasi konsorsium mikroba terbaik dalam mendegradasi *oil sludge* pada waktu inkubasi yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Apakah variasi konsorsium mikroba dalam biodegradasi *oil sludge* berpengaruh terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%)?
- b. Apakah perbedaan lama waktu inkubasi dalam biodegradasi *oil sludge* berpengaruh terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%)?
- c. Apakah kombinasi variasi konsorsium mikroba dan perbedaan lama waktu inkubasi dalam biodegradasi *oil sludge* berpengaruh terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%)?

1.3 Asumsi Penelitian

Mikroba menghasilkan enzim untuk mendegradasi limbah *oil sludge*. Enzim digunakan untuk memutuskan ikatan rantai panjang hidrokarbon menjadi bentuk yang sederhana dan dapat digunakan sebagai sumber nutrisi untuk metabolisme mikroba. Mikroba juga dapat menghasilkan biosurfaktan. Biosurfaktan dapat membantu mikroba

dalam meningkatkan kelarutan minyak sehingga memudahkan mikroba untuk menjangkau hidrokarbon tersebut (Panda, *et al.*, 2013). Konsorsium mikroba cenderung menghasilkan aktivitas yang lebih baik dibandingkan penggunaan isolat tunggal. Enzim yang dihasilkan oleh tiap jenis mikroba dapat saling melengkapi untuk menyederhanakan hidrokarbon kompleks sehingga limbah *oil sludge* dapat terdegradasi secara maksimal (Nugroho, 2007). Asumsi dalam penelitian ini yaitu konsorsium mikroba dan waktu inkubasi dalam biodegradasi *oil sludge* berpengaruh terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%).

1.4 Hipotesis Penelitian

1.4.1 Hipotesis kerja

Jika variasi konsorsium mikroba dan waktu inkubasi berpengaruh terhadap biodegradasi *oil sludge*, maka kombinasi jenis konsorsium mikroba dan waktu inkubasi akan memberikan perbedaan dalam degradasi *oil sludge* yang ditandai dengan perbedaan jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%).

1.4.2 Hipotesis statistik

H₀₁ : Tidak ada pengaruh variasi konsorsium mikroba dalam biodegradasi *oil sludge* terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%).

H₁₁ : Ada pengaruh variasi konsorsium mikroba dalam biodegradasi *oil sludge* terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%).

H₀₂ : Tidak ada pengaruh perbedaan waktu inkubasi dalam biodegradasi *oil sludge* terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%).

- H1₂ : Ada pengaruh perbedaan waktu inkubasi dalam biodegradasi *oil sludge* terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%).
- H0₃ : Tidak ada pengaruh kombinasi variasi konsorsium mikroba dan perbedaan waktu inkubasi dalam biodegradasi *oil sludge* terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%).
- H1₃ : Ada pengaruh kombinasi variasi konsorsium mikroba dan perbedaan waktu inkubasi dalam biodegradasi *oil sludge* terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%).

1.5 Tujuan

- a. Untuk mengetahui pengaruh variasi konsorsium mikroba dalam biodegradasi *oil sludge* terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%).
- b. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan waktu inkubasi dalam biodegradasi *oil sludge* terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%).
- c. Untuk mengetahui pengaruh kombinasi variasi konsorsium mikroba dan perbedaan waktu inkubasi dalam biodegradasi *oil sludge* terhadap jumlah total mikroba (CFU/mL) dan persentase degradasi *oil sludge* (%).

1.6 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengatasi masalah-masalah yang muncul dari adanya limbah *oil sludge*. Hasil penelitian dapat digunakan untuk mengurangi residu *oil sludge* pada tangki penyimpanan hasil pengilangan minyak bumi dan sebagai salah satu agen bioremediasi pada lahan tercemar limbah *oil sludge*. Hasil penelitian ini juga dapat mengungkap potensi keanekaragaman mikroba isolat Indonesia sebagai agen pengurai hidrokarbon kompleks dan pendegradasi limbah *oil sludge*.

