

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran lingkungan akibat eksploitasi pengeboran minyak bumi merupakan permasalahan besar yang dihadapi dunia saat ini. Kegiatan pengeboran skala besar dapat mengakibatkan banyaknya hidrokarbon yang dilepas ke lingkungan, besarnya volume lumpur minyak (*Oil sludge*) yang dihasilkan selama proses pengeboran dapat mengancam kelestarian lingkungan (Mrayyan and Battikhi, 2005).

Pesatnya perkembangan aktivitas pertambangan minyak bumi di Indonesia menjadikan Indonesia menduduki peringkat ke-25 negara dengan potensi minyak bumi terbesar didukung cadangan minyak sebesar 4,4 miliar barrel. Pada tahun 2012, produksi minyak bumi Indonesia mencapai 314,7 juta barrel dan Kalimantan Timur merupakan salah satu daerah penghasil minyak terbesar setelah Riau dengan jumlah produksi 134.626 barrel perhari (Ringkasan Eksekutif RI, 2013). Kondisi ini berpotensi menyebabkan terjadinya pencemaran hidrokarbon oleh *oil sludge* saat kegiatan pengeboran berlangsung.

Oil sludge atau lumpur minyak adalah campuran kental terdiri dari sedimen, air, minyak, dan hidrokarbon dengan konsentrasi yang tinggi, biasanya *oil sludge* terdapat di kawasan industri penyulingan minyak mentah, yakni di tangki penyimpanan minyak dan instalasi pengolahan limbah pada kilang minyak. Komposisi kimia *oil sludge* sangat kompleks, terdiri dari alkana, senyawa aromatik, asphaltene, dan resin (Ubani *et al.*, 2013). *Oil sludge* mengandung *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAHs) yang tinggi,

dan hidrokarbon poliklorin yang dapat memicu karsinogenik, genotoksik, sitotoksik, mutagenik sehingga menjadi ancaman besar bagi manusia (Mandal *et al.*, 2012).

Mengingat dampak pencemaran minyak bumi baik dalam konsentrasi rendah maupun tinggi cukup serius, maka manusia terus berusaha mencari teknologi yang paling mudah, murah dan tidak menimbulkan dampak lanjutan (Nugroho *et al.*, 2007). Salah satu alternatif penanggulangan lingkungan tercemar minyak adalah dengan teknik bioremediasi. Bioremediasi adalah proses penurunan kontaminan lingkungan menjadi bentuk yang kurang beracun menggunakan organisme hidup, terutama mikroorganisme (Kumar *et al.*, 2011). Aplikasi bioremediasi dapat lebih efektif apabila didukung oleh nutrisi, pH, kelembapan, aerasi dan suhu yang sesuai untuk pertumbuhan dan aktivitas mikroba dalam mendegradasi hidrokarbon (Ubani *et al.*, 2013).

Peningkatan bioremediasi dapat dilakukan dengan metode biostimulasi untuk merangsang pertumbuhan mikroba indigenus (Agarry *et al.*, 2013). Biostimulasi ialah penambahan substrat, vitamin, oksigen dan komponen lain yang menstimulasi aktivitas mikroorganisme sehingga mikroorganisme dapat mendegradasi hidrokarbon lebih cepat (Agamuthu *et al.*, 2013). Biostimulasi dapat dilakukan dengan menambahkan limbah organik. Limbah organik adalah limbah yang mudah diuraikan melalui proses yang alami. Penambahan limbah organik seperti serbuk gergaji dan kotoran unggas dapat meningkatkan degradasi hidrokarbon hingga 91%. Hal ini terjadi karena limbah organik tersebut berpotensi menjadi agen biostimulasi dengan cara meningkatkan difusi oksigen, meningkatkan nutrisi, menambah kualitas sumber karbon, meningkatkan permukaan adsorpsi bakteri, serta mampu meningkatkan karakteristik fisikokimia tanah untuk mempercepat adaptasi mikroba sehingga aktivitas biodegradasi bakteri berlangsung sempurna (Atagana, 2014). Penambahan kotoran sapi dan kulit kacang tanah mampu

mendegradasi senyawa hidrokarbon pada tanah tercemar *crude oil* masing-masing 94% dan 93% (Agarry, 2013).

Selain biostimulasi, metode bioremediasi yang efektif dalam biodegradasi *oil sludge* yakni bioaugmentasi. Bioaugmentasi adalah penambahan bakteri *eksogenous* untuk melengkapi populasi mikroba yang sudah ada (Das dan Chandran, 2011). Penambahan bakteri *eksogenous* dapat dilakukan dengan pemberian konsorsium mikroba yang sesuai dengan tujuannya. Konsorsium mikroba ialah komunitas campuran mikroorganisme (Johnsen *et al.*, 2005). Berdasarkan penelitian Karwati (2009) menggunakan 2 isolat bakteri *eksogenous* A10 dan D8 yang diaplikasikan pada tanah terkontaminasi minyak mentah, D8 mampu menurunkan kontaminan minyak mentah hingga 92,30% sedangkan A10 hingga 60,23%.

Dalam penelitian ini, kedua metode tersebut (biostimulasi dan bioaugmentasi) akan dikombinasikan dengan metode *composting*. Metode *composting* ialah proses penguraian terkontrol bahan organik yang *biodegradable* oleh mikroorganisme menjadi humus atau yang dikenal dengan kompos (Vigil dan Tchobanoglous, 1994). Pengaplikasian teknologi *composting* dapat terus dikembangkan secara berkelanjutan karena adanya substrat organik yang ditambahkan (Sayara *et al.*, 2010). Hal ini disebabkan oleh melimpahnya serbuk gergaji dan kotoran sapi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi dalam penerapan metode biostimulasi. Penambahan konsorsium bakteri berfungsi dalam mempercepat laju degradasi senyawa hidrokarbon pada tanah tercemar *oil sludge*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Coles *et al.*, (2009) menunjukkan bahwa pengaruh antara penambahan substrat organik, dalam hal ini *bulking agent* (jerami, pasir), pupuk (kotoran unggas, kotoran sapi) dan bakteri efektif dalam mendegradasi tanah terkontaminasi minyak diesel baik diperlakukan individu maupun dikombinasikan

satu dengan yang lain. Kombinasi antara pasir, kotoran sapi dan bakteri yang toleran terhadap dingin merupakan perlakuan terbaik degradasi limbah minyak diesel sebesar 96,2%. Hasil lain ditunjukkan oleh Retno dan Nana (2013) bahwa dengan penambahan gabungan dari konsorsium mikroba *eksogenous* dan *indigenous* serta *bulking agent* gergaji optimal mendegradasi lahan tercemar hidrokarbon dari lumpur minyak hingga 81,32%.

Selain stimulasi nutrisi dan penambahan bakteri *eksogenous*, faktor lain yang sangat mempengaruhi proses bioremediasi ialah lama waktu inkubasi. Waktu inkubasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu mikroba (mikroorganisme) untuk beradaptasi dan memperbanyak diri hingga mencapai fase eksponensial dengan aktifitas tinggi dalam meremediasi polutan. Semakin lama waktu inkubasi, maka proses pertumbuhan mikroba akan semakin meningkat dengan penambahan jumlah sel mikroba sehingga proses bioremediasi berjalan cepat (Pelezar dan Chan, 1986).

Hasil laporan Ni'matuzahroh *et al.* (2014) menunjukkan bahwa penambahan bakteri hidrokarbonoklastik dan biosurfaktan mampu mendegradasi hidrokarbon pada tanah tercemar limbah *oil sludge* dengan waktu inkubasi 4 minggu. Selama ini untuk melihat efektivitas biodegradasi, pemilihan penggabungan formula terbaik (bakteri hidrokarbonoklastik dan biosurfaktan) dan stimulasi limbah organik (serbuk gergaji dan kotoran sapi) pada tanah tercemar limbah *oil sludge* yang berasal dari Kalimantan Timur belum pernah dilakukan.

Berdasarkan latar belakang di atas, perlu dilakukan penelitian tentang upaya bioremediasi tanah tercemar hidrokarbon *oil sludge* menggunakan limbah organik meliputi serbuk gergaji dan kotoran sapi serta penambahan konsorsium bakteri biosurfaktan dan hidrokarbonoklastik dengan lama waktu inkubasi yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah jenis limbah organik, konsorsium bakteri, waktu inkubasi, dan interaksi antara jenis limbah organik, konsorsium bakteri, waktu inkubasi berpengaruh terhadap jumlah total bakteri dalam bioremediasi tanah tercemar *oil sludge*?
2. Apakah jenis limbah organik, konsorsium bakteri, waktu inkubasi, dan interaksi antara jenis limbah organik, konsorsium bakteri, waktu inkubasi berpengaruh terhadap kadar residu *oil sludge*?
3. Berapakah persentase degradasi pada perlakuan terbaik dalam bioremediasi tanah tercemar *oil sludge*?
4. Berapakah kadar rasio C/N dalam bioremediasi tanah tercemar *oil sludge* pada minggu ke-6?
5. Komponen hidrokarbon manakah yang dapat terdegradasi pada perlakuan terbaik di minggu ke-6?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh jenis limbah organik, konsorsium bakteri, waktu inkubasi, dan interaksi antara jenis limbah organik, konsorsium bakteri, waktu inkubasi terhadap jumlah total bakteri.
2. Untuk mengetahui pengaruh jenis limbah organik, konsorsium bakteri, waktu inkubasi, dan interaksi antara jenis limbah organik, konsorsium bakteri, waktu inkubasi terhadap kadar residu *oil sludge*.

3. Untuk mengetahui persentase degradasi pada perlakuan terbaik dalam bioremediasi tanah tercemar *oil sludge*.
4. Untuk mengetahui kadar rasio C/N dalam bioremediasi tanah tercemar *oil sludge* pada minggu ke-6.
5. Untuk mengetahui komponen hidrokarbon yang dapat terdegradasi pada perlakuan terbaik di minggu ke-6.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah memberikan informasi ilmiah tentang penggunaan limbah organik dalam hal ini serbuk gergaji dan kotoran sapi untuk bioremediasi tanah tercemar *oil sludge*. Informasi tersebut juga diharapkan dapat meningkatkan nilai dari limbah serbuk gergaji dan kotoran sapi dalam upaya pemanfaatannya untuk membantu proses biodegradasi senyawa hidrokarbon. Disamping itu, penambahan konsorsium bakteri dapat dilakukan untuk mempercepat proses degradasi senyawa hidrokarbon pada tanah tercemar *oil sludge*.