

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Produk berbasis minyak bumi merupakan sumber utama energi yang sangat penting bagi industri dan kehidupan manusia sampai saat ini. Pemakaian minyak bumi akan terus berlanjut sampai ditemukan sumber energi alternatif lain yang lebih ekonomis dan efisien. Hal ini menyebabkan berbagai upaya eksplorasi, eksploitasi dan pengolahan minyak bumi terus ditingkatkan dari tahun ke tahun. Namun, tumpahan yang diakibatkan kebocoran maupun kecerobohan pada proses eksplorasi, penyulingan dan distribusi minyak bumi mengakibatkan adanya penurunan kualitas lingkungan (Das and Chandran, 2011).

Limbah lumpur minyak (*oil sludge*) merupakan limbah minyak bumi yang berupa campuran kental dari sedimen, air, minyak, dan hidrokarbon yang biasa ditemui selama penyulingan minyak mentah pada tangki penyimpanan lumpur minyak dan instalasi pengolahan limbah kilang minyak. Komponen *oil sludge* bersifat karsinogenik yang merupakan masalah lingkungan (Ubani *et al.*, 2013).

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 128 Tahun 2003 Pasal 1 mengatakan bahwa lumpur minyak bumi dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah B3). Sistem pengelolaan terpadu diperlukan agar ceceran dan tumpahan minyak bumi dapat diminimalisir dan dapat meningkatkan kembali kualitas lingkungan.

Mengingat dampak pencemaran *oil sludge* cukup serius, maka diperlukan suatu metode pemulihan (remediasi) lingkungan tercemar dengan teknologi yang relatif murah, efektif, dan ramah lingkungan yang disebut dengan bioremediasi. Metode

bioremediasi lebih aman jika dibandingkan dengan metode pemulihan lingkungan secara fisika maupun kimia (Zam, 2006). Bioremediasi merupakan suatu upaya yang dibutuhkan untuk menghilangkan polutan dari lingkungan dan nantinya bisa membaik kembali kekeadaan semula yaitu tidak tercemar dengan menggunakan mikroorganisme (bakteri, fungi, *yeast*) untuk mendegradasi polutan (Kumar *et al.*, 2011).

Pada dasarnya, ada dua metode bioremediasi, yang pertama bioaugmentasi yaitu penambahan mikroba pendegradasi untuk melengkapi mikroba yang sudah ada (*indigenous*) sehingga meningkatkan proses degradasi, yang kedua biostimulasi yaitu penambahan nutrisi untuk menstimulasikan pertumbuhan mikroba yang ditambahkan atau *indigenous* (Abdulsalam *et al.*, 2012). Sumber nitrogen bisa dalam bentuk anorganik seperti pupuk NPK dan bentuk organik yang bisa berasal dari bakteri. Penyediaan nitrogen dalam tanah biasanya dilakukan pemberian pupuk sintetik seperti pupuk NPK, akan tetapi penggunaan pupuk NPK melebihi takaran dapat mematikan mikroba dalam tanah (Das and Chandran, 2011).

Alternatif penyediaan nitrogen sebagai nutrisi bakteri yaitu dengan penambahan bakteri pemfiksasi nitrogen. *Azotobacter* tergolong bakteri fiksasi nitrogen non simbiotik, heterotrofik, dan bakteri aerobik (Jimenes *et al.*, 2011). Nitrogen yang dapat digunakan oleh mikroba biasanya dalam bentuk asam amino, ion ammonium atau ion nitrat yang sedikit tersedia di dalam tanah (Mukred *et al.*, 2008). Kemampuan sel mikroba untuk melanjutkan pertumbuhannya sampai minyak bumi didegradasi secara sempurna tergantung pada keberadaan oksigen yang mencukupi dan nitrogen sebagai sumber nutrisi (Tahhan *et al.*, 2011). Penambahan jenis *bulking agent* juga tergolong biostimulasi, dengan penambahan serbuk gergaji sebagai *bulking agent* diharapkan dapat meningkatkan porositas (Atagana, 2013).

Keberhasilan bioremediasi bergantung pada kemampuan mikroba untuk mendegradasi kompleks campuran. Degradasi hidrokarbon yang lebih tinggi sering dicapai dengan adanya isolasi konsorsium bakteri dari lingkungan. Konsorsium bakteri menampilkan beragam mekanisme metabolik pada kerusakan komponen limbah minyak (Bento *et al.*, 2004).

Mengacu pada penelitian terdahulu, bioaugmentasi dan biostimulasi tidak digunakan secara bersama, tetapi dipilih salah satu yang paling efektif dalam proses bioremediasi *oil sludge* di tanah. Menurut Ghazali *et al.* (2004), degradasi *oil sludge* menggunakan metode bioaugmentasi dengan menambahkan konsorsium mikroba *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas spp.* lebih efektif. Penelitian yang dilakukan oleh Darsa and Darsa and Joeseph (2014) mengatakan bahwa *Pseudomonas aeruginosa* yang ditambahkan dapat mendegradasi bensin dari berbagai konsentrasi yang dibuktikan dengan adanya perubahan pH, meningkatnya kepadatan optik, CO₂ yang dilepaskan, dan analisis HPLC. Sedangkan menurut Abdulsalam *et al.* (2012) menunjukkan bahwa biostimulasi (penambahan air, NPK, dan KH₂PO₄) dapat meremediasi tanah yang terkontaminasi minyak motor yang telah digunakan. Menurut Agarry (2013) menyatakan bahwa penambahan serbuk gergaji, sisa tanaman, dan kotoran hewan dapat meningkatkan laju biodegradasi pada tanah yang terkontaminasi hidrokarbon minyak bumi.

Lama waktu inkubasi ialah waktu yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk beradaptasi dan memperbanyak diri hingga mencapai fase eksponensial dengan aktivitas tinggi dalam meremediasi polutan (Pelezar dan Chan, 1988). Menurut Ni'matuzahroh *et al.* (2014) penggunaan konsorsium bakteri yaitu gabungan antara bakteri hidrokarbonoklastik dan penghasil biosurfaktan merupakan produk berbasis sel mikroba dan produk metabolisme mikroba yang memiliki kemampuan mendegradasi

hidrokarbon dalam *oil sludge* jika dibandingkan dengan perlakuan menggunakan bakteri *indigenous*, bakteri biosurfaktan, bakteri hidrokarbonoklastik, dan kontrol (tanpa bakteri) hingga waktu inkubasi 4 minggu.

Menurut Christianik (2009) penambahan bakteri pemfiksasi nitrogen dan waktu inkubasi berpengaruh terhadap kadar residu *crude oil*. Kombinasi kedua perlakuan ini berbeda nyata ($\alpha < 0,05$) dalam mempengaruhi kadar *crude oil* residu. Kadar residu *crude oil* terendah diperoleh akibat kombinasi penambahan *Azotobacter chroococcum* dan *Beijerinckia indica* dengan waktu inkubasi 4 minggu yaitu sebesar 0,029 g/g-tanah (32,558% penurunan kadar *crude oil* residu).

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka pada penelitian difokuskan untuk mengoptimalkan bioaugmentasi dan biostimulasi digunakan secara bersama – sama secara *composting*, dalam bioremediasi tanah yang tercemar limbah lumpur minyak (*oil sludge*). Biostimulasi ditambahkan yaitu jenis *bulking agent* (serbuk gergaji) pada setiap perlakuan dan penyediaan sumber nitrogen (*Azotobakter* dan NPK) pada beberapa perlakuan. Sedangkan bioaugmentasi yang ditambahkan yaitu adanya perlakuan penambahan konsorsium bakteri (hidrokarbonoklastik dan biosurfaktan) pada beberapa perlakuan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka diajukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah penambahan jenis sumber nitrogen, konsorsium bakteri, waktu inkubasi, dan interaksi antara jenis sumber nitrogen, konsorsium bakteri, waktu inkubasi berpengaruh terhadap jumlah total bakteri dalam bioremediasi tanah tercemar *oil sludge*?

2. Apakah penambahan jenis sumber nitrogen, konsorsium bakteri, waktu inkubasi, dan interaksi antara jenis sumber nitrogen, konsorsium bakteri, waktu inkubasi berpengaruh terhadap kadar residu dalam bioremediasi tanah tercemar *oil sludge*?
3. Berapakah kadar rasio C/N dalam bioremediasi tanah tercemar *oil sludge* pada minggu ke-6?
4. Apakah ada komponen hidrokarbon yang terdegradasi pada perlakuan terbaik di minggu ke-6?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh penambahan jenis sumber nitrogen, konsorsium bakteri, waktu inkubasi, dan interaksi antara jenis sumber nitrogen, konsorsium bakteri, waktu inkubasi terhadap jumlah total bakteri dalam bioremediasi tanah tercemar *oil sludge*.
2. Mengetahui pengaruh penambahan jenis sumber nitrogen, konsorsium bakteri, waktu inkubasi, dan interaksi antara jenis sumber nitrogen, konsorsium bakteri, waktu inkubasi terhadap kadar residu dalam bioremediasi tanah tercemar *oil sludge*.
3. Mengetahui kadar rasio C/N dalam bioremediasi tanah tercemar *oil sludge* pada minggu ke-6.
4. Ada komponen hidrokarbon yang terdegradasi pada perlakuan terbaik di minggu ke-6.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai formula penambahan jenis sumber nitrogen, konsorsium bakteri dan waktu inkubasi yang paling efektif untuk bioremediasi tanah tercemar *oil sludge*. Informasi tersebut diharapkan dapat memberikan manfaat dalam upaya penyelamatan lahan dari tumpahan

oil sludge dan membantu mengatasi pencemaran dengan cepat, murah, dan ramah lingkungan serta dapat mengembalikan produktivitas lahan.

