

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kebutuhan akan minyak bumi, semakin meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan konsumsi minyak bumi dunia rata-rata sebesar 3-4 persen per tahun dalam satu dekade. Indonesia, menempati urutan ke-14 dunia dengan konsumsi mencapai 1,57 juta barel per hari (BP *Statistical Review of World Energy*, 2013). Hal ini tentu saja menyebabkan aktivitas produksi minyak juga meningkat. Banyak tempat-tempat pengilangan minyak baru bermunculan. Seiring dengan aktivitas produksi yang terus meningkat, limbah yang dihasilkan pun meningkat. Salah satu limbah yang banyak terdapat pada aktivitas pengilangan minyak adalah limbah lumpur minyak atau yang biasa disebut *oil sludge*. *Oil sludge* merupakan sedimen atau endapan pada dasar tangki penyimpanan bahan bakar minyak yang terbentuk akibat adanya kontak antara minyak, udara, dan air (Sugiarto, 2004). Akumulasi *oil sludge* dalam tangki-tangki minyak akan menyebabkan penurunan kemampuan penyimpanan minyak serta dapat mempercepat proses pengkaratan tangki (Banat *and* Rancich, 2009).

Pembersihan tangki-tangki minyak dan pembuangan *oil sludge*, harus dilakukan dengan mempertimbangkan keramahan terhadap lingkungan. Bila tidak ditangani dengan baik, maka pembuangan *oil sludge* dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, seperti *oil sludge* yang mengkontaminasi tanah dapat merembes masuk ke air tanah (Mishra *et al.*, 2001). Terlebih lagi, kandungan senyawa hidrokarbon kompleks dari *oil sludge* ada yang bersifat karsinogenik dan berpotensi immunotoksikan (Ling dan Isa, 2006).

Beberapa pengolahan secara fisik-kimia telah digunakan dalam mengatasi permasalahan *oil sludge*, akan tetapi masih memiliki kekurangan baik dari segi keramahan

lingkungan ataupun biaya. Teknologi pembersihan dengan cara insenerasi dan mengubur *oil sludge* pada suatu lahan sangatlah mahal (Vasudevan dan Rajaram, 2001). Selain itu, pendekatan secara konvensional (misalnya *land-filling*, *recycling*, dan pirolisis) dalam meremediasi polutan dapat mengarah pada terbentuknya senyawa toksik (Dua *et al.*, 2002 dalam Paul *et al.*, 2005).

Salah satu upaya alternatif pengelolaan *oil sludge* yang murah dan ramah lingkungan adalah dengan cara biodegradasi oleh mikroba. Pemilihan biodegradasi sebagai upaya alternatif dalam remediasi lingkungan menjadi topik hangat pembicaraan baik di kalangan peneliti maupun praktisi. Dengan mengandalkan kemampuan mikroba pendegradasi polutan tercemar, diharapkan dapat menjadi solusi permasalahan lingkungan.

Namun demikian, masih ada beberapa tantangan yang menjadi penghambat dalam upaya biodegradasi oleh mikroba. Odion *et al.* (2013) menjelaskan dalam reviewnya mengenai biodegradasi hidrokarbon oleh mikroba, bahwa ada beberapa tantangan yang menjadi permasalahan dalam suatu biodegradasi, diantaranya adalah: lambatnya laju degradasi yang dicapai oleh mikroba dalam suatu proses biodegradasi, ketidaksesuaian kondisi lingkungan tercemar dengan kondisi optimum mikroba pendegradasi substrat tercemar, dan rendahnya *bioavailability* (kemampuan interaksi antara substrat dengan mikroba) pada kasus pencemaran senyawa hidrokarbon, terutama senyawa hidrokarbon kompleks yang *recalcitrant* dan tidak larut dalam air, seperti *oil sludge*. Oleh karena itu strategi dan cara yang berbeda perlu dieksplorasi lebih lanjut untuk mengoptimalkan biodegradasi *oil sludge* oleh mikroba.

Dalam upaya pemilihan strategi dan cara yang dilakukan pada optimalisasi biodegradasi *oil sludge* oleh mikroba berkaitan erat dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Dengan mengoptimalkan semua faktor pendorong biodegradasi, maka

optimalisasi biodegradasi pun akan tercapai. Faktor utama dalam proses biodegradasi adalah faktor yang berasal dari mikroba pendegradasi, dalam hal ini mikroba pendegradasi mampu menggunakan substrat polutan tercemar sebagai sumber karbon dan juga mampu mendegradasinya. Kemampuan mikroba tidak hanya dititikberatkan pada proses degradasi senyawa polutan utama, tetapi juga bagaimana mikroba tersebut mampu berikatan dengan substrat secara optimal (*bioavailability* yang diperankan oleh biosurfaktan).

Salah satu mikroba hidrokarbonoklastik dan diketahui sebagai penghasil biosurfaktan potensial yang diisolasi dari tanah tercemar minyak di Bojonegoro, Jawa Timur adalah *Acinetobacter* sp. P2(1) (Ni'matuzahroh *et al.*, 2009). Penelitian mengenai biosurfaktan *Acinetobacter* sp. P2(1) sudah pernah dilakukan, salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Fatmalia (2011), diketahui bahwa biosurfaktan *Acinetobacter* sp. P2(1) yang ditumbuhkan dalam substrat gula cair konsentrasi 1% memiliki Aktivitas Emulsifikasi sebesar 30,29% pada waktu inkubasi hari ke-5. Sedangkan penelitian yang mengungkap kemampuan biodegradasinya terhadap senyawa hidrokarbon alifatik, aromatik, dan poliaromatik belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, sebelum mengujikannya pada proses optimalisasi biodegradasi *oil sludge*, yang merupakan substrat dengan kandungan hidrokarbon kompleks, perlu dilakukan uji *screening* pertumbuhan dan potensi biodegradasi *Acinetobacter* sp. P2(1) terhadap substrat uji hidrokarbon tunggal: Heksadekana (alifatik), Toluena (aromatik), Fenantrena, dan Naftalena (poliaromatik) yang merupakan senyawa permodelan dari senyawa-senyawa hidrokarbon yang terkandung dalam *oil sludge*.

Untuk mendegradasi senyawa hidrokarbon yang terdapat dalam *oil sludge*, diperlukan adanya pengemulsi yang mampu membawa fase minyak ke dalam fase air (emulsi). Biosurfaktan mempunyai kemampuan mengemulsi dan meningkatkan kelarutan

minyak sehingga akan terjadi akses mikroba dengan substrat (*bioavailability*), yang pada akhirnya dapat meningkatkan pertumbuhan mikroba pendegradasi hidrokarbon dan kecepatan biodegradasi (Tuleva *et al.*, 2001; Jagadevan dan Mukherji, 2004; Mariano *et al.*, 2007).

Dalam proses biodegradasi suatu senyawa pencemar, diperlukan adanya faktor pendukung yang membantu optimalisasi biodegradasi. Menurut Baker dan Herson (1994) serta menurut Gordon (1994), selain mikroorganisme, terdapat satu faktor pendukung yang sangat penting dalam biodegradasi, yaitu faktor nutrisi. Nutrien-nutrien merupakan pendukung untuk hidup, berkembang biak, dan menghasilkan enzim-enzim untuk mendegradasi hidrokarbon. Nutrien yang dibutuhkan oleh mikroba bervariasi menurut jenis mikrobanya, tetapi seluruh mikroba memerlukan nitrogen, fosfor, dan karbon (Nugroho, 2006). Mikroba pendegradasi juga menggunakan nutrisi tersebut untuk menghasilkan senyawa antara seperti, biosurfaktan, yang berguna untuk meningkatkan *bioavailability* dalam proses biodegradasi sehingga dapat meningkatkan laju biodegradasi (Dibble and Bartha, 1979). Salah satu substrat kaya nutrisi yang sering digunakan sebagai kometabolisme dalam produksi biosurfaktan adalah molase.

Molase yang merupakan hasil samping dari produksi gula ini kaya akan gula sederhana seperti sukrosa, selain itu juga terdapat bahan-bahan lain seperti asam lemak, asam amino, serta unsur vitamin yang sangat bermanfaat dalam sebuah proses metabolisme mikroba (Joshi *et al.*, 2008). Beragamnya unsur karbon dan nutrisi yang kompleks dan juga murah harga jual molase jika dibandingkan dengan sumber karbon lain, menjadi dasar pemilihan molase sebagai substrat potensial dalam produksi biosurfaktan sebagai upaya optimalisasi biodegradasi.

Penambahan molase dengan konsentrasi tertentu dalam proses biodegradasi *oil sludge* oleh *Acinetobacter* sp. P2(1) diasumsikan dapat meningkatkan produksi

biosurfaktan, yang menyebabkan meningkatnya *bioavailability* sel bakteri terhadap substrat *oil sludge*, sehingga proses biodegradasi dapat lebih optimal. Karena itulah, perlu diketahui konsentrasi molase dalam kaitannya dengan kadar karbon/gula yang dibutuhkan untuk pertumbuhan optimal bakteri dengan aktivitas biodegradasi yang tinggi. Dengan adanya konsentrasi molase yang tepat diharapkan mampu menjadi acuan dalam upaya optimalisasi biodegradasi *oil sludge* oleh *Acinetobacter* sp. P2(1).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang permasalahan di atas adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana respon pertumbuhan *Acinetobacter* sp. P2(1) pada substrat uji hidrokarbon : alifatik (Heksadekana), aromatik (Toluena), poliaromatik (Fenantrena, dan Naftalena)?
2. Bagaimana potensi biodegradasi *Acinetobacter* sp. P2(1) pada substrat uji hidrokarbon : alifatik (Heksadekana), aromatik (Toluena), poliaromatik (Fenantrena, dan Naftalena)?
3. Apakah pemberian molase berpengaruh terhadap optimalisasi biodegradasi *oil sludge* oleh *Acinetobacter* sp. P2(1) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Respon pertumbuhan *Acinetobacter* sp. P2(1) pada substrat uji hidrokarbon : alifatik (Heksadekana), aromatik (Toluena), poliaromatik (Fenantrena, dan Naftalena) yang dinyatakan dalam *Total Plate Count* (TPC), dan nilai pH akhir kultur.