

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungannya karena tidak mempunyai nilai ekonomi (Soeparman & Soeparmin, 2002). Limbah ini diperoleh dari kegiatan yang dilakukan manusia sehari-hari termasuk kegiatan otomotif. Operasi bengkel sebagai tempat pemeliharaan dan perbaikan alat-alat transportasi, menghasilkan limbah hidrokarbon berupa ceceran minyak pelumas, minyak diesel dan gasoline (Tiwary, 2001). Limbah bengkel ini apabila terbuang ke lingkungan dapat menyebabkan pencemaran tanah.

Di Indonesia jumlah bengkel dari tahun ke tahun mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kendaraan bermotor baik itu roda dua maupun roda empat. Dinas Pengelolaan Kas dan Aset Daerah (DPKAD) DIY mencatat total kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda empat mencapai 1.053.482 unit per Oktober 2012. Kabupaten Sleman merupakan kabupaten yang memiliki penambahan jumlah kendaraan bermotor tertinggi sebanyak 40.253 unit kendaraan yang terdiri dari 34.243 unit roda dua dan 6.010 roda empat (Aditya, 2012).

Kankantapong dkk. (2009) dalam Cindiyanti (2011), mengemukakan kegiatan perawatan kendaraan bermotor menghasilkan limbah yang merupakan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) dan non-B3. Limbah B3 ini berupa oli bekas, aki bekas, dan alat-alat pada kendaraan bermotor. Oli

merupakan campuran dari hidrokarbon kental ditambah berbagai bahan kimia aditif. Oli bekas sendiri mengandung komponen logam berat seperti besi; timah; cadmium dan mangan, *polychlorinated biphenyls* (PCBs), dan *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs). Komponen-komponen ini mengandung sifat beracun tinggi saat terlepas ke lingkungan, terutama tanah yang merupakan tempat berkembangbiaknya makhluk hidup.

Menurut Udiharto (2000), tingkat toksisitas limbah bengkel hidrokarbon minyak dapat bersifat akut atau kronik yang memiliki dampak terhadap manusia, tumbuhan dan hewan. Toksik akut pada umumnya menyerang sistem syaraf pusat dan dapat memengaruhi kerusakan sel sumsum tulang serta menyebabkan penyakit kanker. Mason (1996) menyebutkan minyak yang tercemar dapat menghambat laju fotosintesis karena memengaruhi permeabilitas membran sel dan mengurangi penyerapan cahaya matahari oleh kloroplas. Dampak lainnya pada makhluk hidup ialah amfibi lebih mudah terkena dampak negatif dari minyak karena kulitnya yang permeabel. Invertebrata tanah mempunyai kandungan lipid yang tinggi dan laju metabolisme yang cepat sehingga sangat sensitif terhadap toksisitas kontak dari minyak bertitik didih rendah.

Dampak tidak langsung dari limbah bengkel terjadi karena adanya kompetisi penggunaan nutrisi mineral dan oksigen antara akar tumbuhan dan mikroorganisme pendegradasi hidrokarbon dan mendorong terbentuknya kondisi anaerobik sehingga dihasilkan senyawa fitotoksik seperti H_2S (Atlas & Bartha, 1997). Selain itu limbah bengkel kendaraan bermotor dengan

sifatnya yang hidrofobik dapat menyebabkan struktur tanah menjadi buruk sehingga membatasi kemampuannya dalam menyerap air dan udara (Bossert dan Bartha, 1984).

Berdasarkan survei awal ke beberapa bengkel kendaraan bermotor di Propinsi DI Yogyakarta khususnya di daerah Seturan, Janti, dan Babarsari, bengkel kendaraan bermotor tidak memiliki sistem pengolahan limbah. Limbah oli bekas biasanya ditampung dalam ember dan dijual kembali dengan harga per liternya Rp.3000, namun masih terdapat sisa limbah oli pada ember tampung yang tidak ikut terjual. Oli ini akan dibuang ke selokan dan ditimbun dalam tanah di sekitar bengkel bersama dengan limbah bengkel lainnya seperti air cucian, air aki, minyak diesel dan gasolin.

Limbah cair bengkel dapat diolah melalui proses fisik, kimia maupun biologi. Proses fisik dan kimia umumnya membutuhkan biaya yang besar, seperti pada proses fisika menggunakan insinerator membutuhkan biaya antara \$250 - \$800, selain itu proses fisik dan kimia menimbulkan polutan sekunder seperti ozon, formaldehida, dan *Peroxy Acyl Nitrate* (Fermor dkk., 2001). Pengolahan limbah yang aman untuk lingkungan dapat dilakukan dengan proses biologi, yaitu menggunakan biota dalam pengolahan limbah. Pengolahan limbah dengan proses biologi dapat dilakukan dengan cara fitoremediasi, bioremediasi, dan zooremediasi (Ginting, 1995).

Bioremediasi merupakan proses pemulihan secara biologi terhadap komponen lingkungan yang tercemar (Baker & Herson, 1994). Salah satu teknik bioremediasi adalah biodegradasi yaitu proses penguraian oleh aktivitas

mikroba yang mengakibatkan transformasi struktur suatu senyawa sehingga terjadi perubahan integritas molekuler dan toksisitas senyawa tersebut berkurang atau menjadi tidak toksik sama sekali (Nugroho, 2006). Penggunaan bakteri pendegradasi hidrokarbon pada lingkungan yang tercemar minyak akan lebih efektif apabila bakteri tersebut berasal dari areal tercemar tersebut (Rezvani, 2006).

Teknik bioremediasi yang sering digunakan dalam skala industri ialah teknik lumpur aktif. Lumpur aktif merupakan proses biologi menggunakan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah cair menjadi CO_2 , H_2O , NH_4 , dan sel biomassa baru (Asmadi & Suharno, 2012). Proses pengolahan limbah cair dengan sistem lumpur aktif akan mengkonversi limbah organik ke dalam bentuk gas CO_2 yang dilepas ke atmosfer sebesar 50% dan 50% lagi akan terkonversi menjadi biomassa. Lumpur aktif sendiri dapat dibuat dengan cara memberikan aerasi ke suatu limbah cair dan diberikan tambahan nutrisi berupa sumber C, N dan P sebagai bahan baku dan energi untuk pertumbuhan sel (Benefield dkk., 1980). Penelitian ini akan dilakukan pengujian kemampuan dari bakteri yang terdapat pada limbah cair bengkel kendaraan bermotor menggunakan lumpur aktif.

B. Keaslian Penelitian

Bengkel (*workshop*) merupakan tempat pemeliharaan, perbaikan, dan pembongkaran alat-alat kendaraan bermotor yang tentunya menghasilkan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Limbah bengkel termasuk dalam

limbah minyak yang tergolong dalam bahan hidrokarbon. Pengelolaan limbah hidrokarbon telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya seperti Pagoray (2009) yang meneliti tentang biostimulasi dan bioaugmentasi untuk bioremediasi limbah hidrokarbon serta analisis berkelanjutannya. Pada penelitian ini dilakukan penambahan bakteri *Arthobacter simplex*, *Mycobacterium phlei*, dan *Pseudomonas aeruginosa* yang mampu mempercepat laju degradasi limbah hidrokarbon. Hasil yang diperoleh degradasi TPH pada minggu 12 dapat menurunkan TPH di bawah 1 %, hasil analisis optimasi degradasi TPH dengan metode RSM pada minggu ke 12 dengan biostimulasi kompos 21 % dan bioaugmentasi 11 % mampu mendegradasi TPH 3%.

Penelitian sebelumnya oleh Shovitri dan Nasikhin (2013), mengisolasi dan mengkarakterisasi bakteri pendegradasi solar dan bensin dari perairan pelabuhan Gresik, Jawa Timur. Genus bakteri pendegradasi solar dan bensin dideteksi melalui karakterisasi biokimiawi sesuai *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Viabilitas isolat diketahui dengan mengukur kerapatan optik sel bakteri pada medium minimal solar atau bensin menggunakan spektrofotometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat yang mampu tumbuh dalam medium minimal solar yaitu isolat S1 yang cenderung masuk ke genus *Bacillus*. Isolat S1 memiliki kerapatan optik mencapai 3,63 sedangkan isolat yang mampu tumbuh dalam medium minimal bensin yaitu isolat B1 yang cenderung masuk ke genus *Vibrio*. Isolat B1 memiliki kerapatan optik mencapai 4,99.

Penelitian tentang eksplorasi bakteri pendegradasi limbah minyak bumi juga dilakukan oleh Yudono dkk. (2013), yang dilakukan di wilayah PT Pertamina UBEP Limau Muara Enim, Sumatera Selatan. Penelitian ini dilakukan secara bertahap yaitu isolasi, pemurnian, karakterisasi dan identifikasi bakteri isolat bakteri. Sampel berupa air, *sludge* dan tanah, hasil penelitian ini diperoleh 10 isolat bakteri *indigenous* yang mampu mendegradasi limbah minyak bumi yang termasuk dalam genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, dan *Favobacterium*.

Yani dan Akbar (2013) dalam penelitian biodegradasi minyak diesel menggunakan campuran bakteri pendegradasi hidrokarbon yaitu *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas pseudomallei* dan *Enterobacter agglomerans*. Kemampuan biodegradasi minyak diesel diuji pada medium cair dan hasilnya menunjukkan ketiga isolat ini mampu tumbuh pada medium yang mengandung minyak diesel pada konsentrasi 10 persen minyak diesel. Pertumbuhan *Pseudomonas pseudomallei* $1,2 \times 10^{11}$ CFU/ml, *Enterobacter agglomerans* mampu tumbuh sampai $4,8 \times 10^{13}$ CFU/ml, dan *Pseudomonas aeruginosa* sebesar $5,6 \times 10^{13}$ CFU/ml.

Salib (2003), melakukan penelitian tentang dekomposisi limbah cair dengan penambahan sumber nutrisi nitrogen dan fosfor pada lumpur aktif. Penelitian ini menggunakan mikrobia dominan yang terdapat pada lumpur aktif limbah cair. Oleh karena itu dilakukan identifikasi koloni mikrobia dominan, karakteristik sel, dan kurva pertumbuhan. Selain itu juga dilakukan pengukuran untuk mengetahui laju dekomposisi limbah cair melalui parameter

pH, SSV, BOD, DO dan COD. Hasil penelitian diperoleh 2 mikrobia dominan dengan warna koloni putih dan kuning sebagai isolat P dan isolat K.

Penelitian tentang bioremediasi menggunakan bakteri juga dilakukan oleh Sitanggang (2008), untuk meremediasi limbah cair batik. Bakteri yang digunakan ialah *Pseudomonas aeruginosa*, penelitian ini menggunakan 4 akuarium yang masing-masing berisi limbah cair batik dengan volume 5 liter dan akuades volume 1 liter. Strain *P. aeruginosa* diberikan dengan jumlah yang berbeda, yaitu akuarium I tanpa penambahan bakteri, akuarium II sebanyak 1 tabung reaksi, akuarium III sebanyak 2 tabung reaksi, dan akuarium IV sebanyak 3 tabung reaksi. Hasil penelitian menunjukkan bakteri ini mampu menurunkan nilai zat padat tersuspensi, BOD, COD, minyak lemak dan pH. Semakin banyak tabung reaksi dengan strain *P. aeruginosa* maka semakin cepat menurunkan parameter utama limbah cair industri batik.

C. Rumusan Masalah

1. Isolat apa yang ditemukan paling dominan pada limbah cair bengkel kendaraan bermotor?
2. Apakah lumpur aktif dengan penambahan mikrobia yang terdapat pada limbah bengkel kendaraan bermotor mampu melakukan bioremediasi?
3. Mikrobia *indigenous* manakah yang paling baik dalam meremediasi limbah cair bengkel kendaraan bermotor?

D. Tujuan

1. Mengetahui isolat yang ditemukan paling dominan pada limbah cair bengkel kendaraan bermotor,
2. Mengetahui kemampuan lumpur aktif dengan penambahan mikrobia *indigenous* yang terdapat pada limbah bengkel kendaraan bermotor dalam melakukan bioremediasi,
3. Mengetahui mikrobia *indigenous* yang paling mampu dalam meremediasi limbah bengkel kendaraan bermotor menggunakan lumpur aktif.

E. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini ialah diharapkan dapat memberikan informasi mengenai remediasi limbah bengkel kendaraan bermotor menggunakan lumpur aktif dengan penambahan mikrobia (*indigenous*) dan juga mengembangkan pengolahan limbah yang ramah lingkungan dengan proses bioremediasi dalam menangani limbah bengkel.