PENGARUH ISOLAT BAKTERI HIDROKARBONOKLASTIK *Alcaligenes* sp. 2 DAN *Bacillus* sp. 2 DENGAN BIOSTIMULAN KOMPOS LIMBAH RUMAH TANGGA TERHADAP TPH DAN pH TANAH TERCEMAR MINYAK PELUMAS BEKAS

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains

AGHNA NUR AULIA
NIM. 14032042

PROGRAM STUDI BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018

ABSTRAK

Aghna Nur Aulia. 2018. Pengaruh Isolat Bakteri Hidrokarbonoklastik *Alcaligenes* sp. 2 dan *Bacillus* sp. 2 dengan Biostimulan Kompos Limbah Rumah Tangga Terhadap TPH dan pH Tanah Terkontaminasi Minyak Pelumas Bekas. *Skripsi*. Program Studi Biologi FMIPA.

Minyak pelumas merupakan salah satu produk turunan minyak bumi yang terdiri dari hidrokarbon. Minyak pelumas berfungsi menjaga kondisi mesin kendaraan dengan mengurangi gesekan pada mesin. Kontaminasi yang ditimbulkan oleh minyak pelumas bekas sangat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan. Oleh karena itu perlu upaya untuk memulihkan tanah yang terkontaminasi oleh minyak pelumas bekas. Salah satu teknik pemulihan yang dinilai paling ekonomis, efektif dan efisien adalah teknik bioremediasi. Teknik bioremediasi merupakan upaya pemulihan lingkungan dengan menggunakan organisme dalam mengurai senyawa-senyawa berbahaya kontaminan. Tujuan Penelitian ini yaitu untuk melihat pengaruh jenis bakteri dan persentase kompos terbaik, serta interaksi antara bakteri dan kompos dalam menurunkan TPH dan pH pada tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas.

Jenis penelitian adalah rancangan acak lengkap (RAL) dua arah dengan dua faktor (jenis bakteri dan persentase kompos). Penelitian ini terdiri dari sembilan perlakuan dan tiga ulangan. Faktor jenis bakteri yaitu *Alcaligenes* sp 2, *Bacillus* sp 2, dan konsorsium *Alcaligenes* sp 2 dan *Bacillus* sp 2. Faktor persentase kompos yaitu 3%, 6% dan 9%. Parameter yang diukur adalah penurunan TPH dan pH.

Hasil penelitian menunjukan bahwa selama 15 hari masa inkubasi pengukuran degradasi TPH terbaik adalah konsorsium *Alcaligenes* sp 2 dan *Bacillus* sp 2 dan persentase kompos 6%. Hasil pengukuran degradasi TPH yang terbaik selama 30 hari adalah *Alcaligenes* sp 2 dan persentase kompos 9%. Hasil analisis ragam menunjukan bahwa persentase kompos hari ke 30 mempengaruhi penurunan TPH pada taraf 5%. Persentase kompos 3% berbeda nyata dengan kompos 6% dan 9% Pengukuran nilai pH menunjukan adanya penurunan pH dari hari ke 0 sampai hari ke 30.

Kata Kunci: *Alcaligenes* sp 2, *Bacillus* sp 2, Kompos Limbah Rumah Tangga, Bioremediasi, TPH, pH

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "**Pengaruh Isolat Bakteri Hidrokarbonoklastik *Alcaligenes* sp 2 dan *Bacillus* sp 2 dengan Biostimulan Kompos Limbah Rumah Tangga Terhadap TPH dan pH Tanah Terkontaminasi Minyak Pelumas Bekas**". Shalawat dan salam untuk Nabi Muhammad SAW. yang telah membawa umat manusia dari kejahiliyahan kepada peradaban yang berilmu pengetahuan dan berakhlak mulia.

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis banyak mendapat sumbangan pikiran, ide, bimbingan, dorongan, serta motivasi yang sangat berarti. Untuk itu, penulis ucapkan terimakasih kepada pihak-pihak berikut ini.

1. Ibu Dr. Yuni Ahda, M.Si. sebagai dosen pembimbing yang telah banyak menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan kesabaran dalam memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Irdawati, M. Si., dan Ibu Dezi Handayani, S.Si, M.Si., sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan, saran, kritik, arahan, dan koreksi untuk perbaikan skripsi.
3. Ibu Irdawati, M.Si sebagai dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, nasihat dan arahan selama masa perkuliahan.
4. Bapak Pimpinan Jurusan Biologi FMIPA UNP yang telah memberikan dukungan dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini.

5. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Biologi FMIPA UNP yang telah menambah wawasan dan ilmu pada penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi FMIPA UNP.
6. Bapak/Ibu PLP dan Laboran serta Karyawan, Jurusan Biologi FMIPA UNP yang telah membantu kelancaran penulis dalam menempuh pendidikan.
7. Bapak Ketua Jurusan Biologi FMIPA UNP yang telah memberikan izin kepada penulis dalam melaksanakan penelitian di Jurusan Biologi.
8. Rekan-rekan mahasiswa dan pihak lainnya yang telah membantu dalam penelitian ini.
9. Teristimewa untuk kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral dan materi pada penulis.

Semoga segala bantuan yang telah Bapak/Ibu dan rekan-rekan mahasiswa berikan menjadi amal ibadah di sisi Allah SWT. Penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menyelesaikan skripsi ini, namun jika masih terdapat kesalahan yang luput dari koreksi penulis, penulis menyampaikan maaf dan mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini. Harapan penulis semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca.

Padang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Hal

ABSTRAK i

KATA PENGANTAR ii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR LAMPIRAN viii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah 1

B. Batasan Masalah 5

C. Rumusan Masalah 5

D. Tujuan Penelitian 6

E. Manfaat Penelitian 6

F. Hipotesis 7

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Pencemaran Hidrokarbon 8

B. Bioremediasi 9

C. Biostimulasi 12

D. Bakteri Hidrokarbonoklastik 14

E. Kondisi pH Tanah Bioremediasi 19

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian 22

B. Tempat dan Waktu Penelitian 22
C. Alat dan Bahan 22
D. Rancangan Penelitian 23
E. Prosedur Penelitian 23
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN
A. Hasil Penelitian 28
B. Pembahasan 32
BAB V PENUTUP
A. Kesimpulan 37
B. Saran 37
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar Hal

1. Struktur kimia 16 jenis komponen PAH 9

2. Grafik degradasi dari dua jenis PAH 17

3. Oksidasi n-alkana melalui jalur sub terminal 21

DAFTAR TABEL

Tabel Hal

Rancangan Percobaan 23

Hasil persentase degradasi TPH hari ke 15 28

Hasil persentase degradasi TPH hari ke 30 29

Hasil pengukuran nilai pH hari ke 15 30

Hasil pengukuran nilai pH hari ke 30 30

Hasil DNMRT persentase kompos limbah rumah tangga 31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Hal

1. Data degradasi TPH hari ke 15 43

2. Data degradasi TPH hari ke 30 43

3. Analisis ragam penurunan TPH hari ke 15 44

4. Uji DMRT penurunan TPH pada hari ke 15 46

5. Analisis ragam penurunan TPH pada hari ke 30..... 47

6. Uji DMRT penurunan TPH hari Ke 30 49

7. Hasil pengukuran rasio C/N kompos limbah rumah tangga..... 49

8. Analisis ragam TPH hari ke 15 49

9. Analisis ragam TPH hari ke 30 49

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Minyak bumi merupakan sumber energi utama yang digunakan pada alat transportasi dan rumah tangga (Hafiluddin, 2011). Minyak bumi mentah (*crude oil*) mengalami proses destilasi bertingkat sehingga menghasilkan beberapa produk turunan, salah satunya minyak pelumas. Minyak pelumas berfungsi untuk menjaga mesin kendaraan bermotor tetap optimal dengan mengurangi gesekan pada permukaan mesin (Fillaeli, 2011).

Menurut data yang diperoleh dari badan pusat statistik (BPS) tahun 2012 tercatat jumlah kendaraan bermotor di Indonesia sebanyak 94 juta unit, sedangkan pada tahun 2014 meningkat menjadi 104,2 juta unit. Tercatat bahwa kendaraan bermotor telah menghasilkan limbah minyak pelumas bekas sebanyak 47 juta liter per bulan. Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia diprediksi oleh BPS akan terus mengalami kenaikan setiap tahunnya.

Minyak pelumas bekas menurut Kepmen LH No.128 Tahun 2003 temasuk ke dalam kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Menurut Koma *et al.* (2001) minyak pelumas bekas mengalami perubahan struktur kimia berupa penambahan panjang rantai karbon. Bhattacharya *et al.* (2015) menyatakan bahwa semakin panjang rantai karbon, maka efisiensi degradasi akan semakin kecil. Clemente *et al*. (2011) Kandungan PAH (*polycyclic aromatic hydrocarbon*) yang ada pada minyak pelumas bekas bersifat toksik, mutagenik dan karsinogenik.

Vincent (2006) menyatakan bahwa kandungan PAH yang terakumulasi dalam jumlah besar di dalam tubuh akan berakibat fatal bagi kesehatan. Penyakit yang ditimbulkan seperti kanker, kelainan pada darah, penyakit liver, penyakit ginjal, dan kerusakan sumsum tulang belakang. Selain itu, minyak pelumas bekas yang tersebar di lingkungan dapat mengkontaminasi lingkungan darat dan laut (Gargouri *et al.*, 2015).

Salah satu kontaminasi lingkungan yang ditimbulkan akibat minyak pelumas bekas yaitu kontaminasi tanah. Menurut Yolantika (2014) tanah yang terkontaminasi minyak pelumas bekas memiliki ciri-ciri fisik yaitu berwarna hitam, memiliki bau minyak pelumas yang menyengat, dan tanah berminyak. Penelitian oleh Kalantary *et al.*, (2014) menunjukan tanah yang tercemar minyak pelumas bekas memiliki daya serap yang lebih rendah terhadap air. Hal ini disebabkan sifat hidrokarbon yang hidrofobik. Tanah yang terkontaminasi oleh minyak pelumas bekas juga mengalami perubahan struktur kimia, fungsi tanah dan biologi.

Kondisi lingkungan yang telah terkontaminasi minyak pelumas bekas harus segera dipulihkan, karena resiko yang ditimbulkan pada kesehatan dan lingkungan sangat merugikan. Upaya pemulihan lingkungan tercemar dikenal dengan istilah remediasi. Teknik remediasi yang dilakukan ada tiga jenis, yaitu teknik kimia, fisika dan biologi (Benyahia, 2005). Remediasi lingkungan dengan teknik fisika dan kimia memiliki banyak kelemahan. Walaupun dari segi waktu remediasi dengan teknik tersebut lebih cepat. Remediasi lingkungan dengan teknik fisika dan kimia menimbulkan masalah baru. Misalnya, penggunaan absorban pada

teknik fisika menimbulkan tumpukan sampah sisa absorban. Teknik pembakaran tumpahan minyak bumi pada teknik kimia menghasilkan asap kaya karbon hasil pembakaran. Kedua teknik tersebut dinilai tidak efektif dan efesien serta tidak ramah lingkungan. Selain itu tidak ada jaminan dekomposisi secara sempurna (Astuti, 2016).

Teknik remediasi yang dinilai paling efektif dan efisien adalah teknik biologi atau bioremediasi. Bioremediasi adalah teknik pemulihan lingkungan dengan memanfaatkan organisme dalam mengurai atau menyerap bahan kontaminasi yang berbahaya menjadi produk tidak berbahaya, seperti karbondioksida dan air (Solomon, 2011). Selain itu dari segi biaya teknik bioremediasi juga lebih murah. Organisme yang digunakan tidak berbahaya dan ramah lingkungan, seperti bakteri, jamur, dan tumbuhan tingkat tinggi (Habe dan Omori, 2003).

Salah satu teknik dari bioremediasi yaitu biostimulasi. Biostimulasi meningkatkan jumlah mikroba pendegradasi hidrokarbon, sehingga terjadi peningkatan laju pertumbuhan mikroba (Hafiluddin, 2011). Biostimulasi dilakukan dengan menambahkan nutrisi untuk menstimulasi jumlah dan kemampuan degradasi mikroorganisme indigen. Mikroorganisme pengurai hidrokarbon memiliki enzim dengan kemampuan memanfaatkan komponen organik polutan. Hal ini menyebabkan terjadinya proses degradasi pada hidrokarbon (Agamuthu, 2013). Menurut Seklemova *et al*., (2001) penambahan unsur N (nitrogen) dan P (phosfor) sangat penting untuk meningkatkan kemampuan mikroorganisme mendegradasi komponen xenobiotik di tanah. Oleh

sebab itu, dibutuhkan penambahan pupuk untuk mencukupi kebutuhan unsur N dan P tersebut di dalam tanah. Menurut standar nasional Indonesia (SNI) 19-7030 tahun 2004 spesifikasi kompos dari limbah organik domestik memiliki nilai kematangan kompos ketika mencapai nilai C/N sebesar 10-20.

Bakteri pendegradasi hidrokarbon mampu memotong ikatan hidrokarbon pada minyak pelumas bekas dan mengkonsumsi hidrokarbon tersebut sebagai sumber energi. Bakteri ini dikenal dengan istilah bakteri hidrokarbonoklastik (Nurhariyati, 2006). Ahda dan Fitri (2016) telah berhasil mengisolasi bakteri pada tanah yang tercemar minyak pelumas bekas. Isolat bakteri yang telah berhasil diisolasi yaitu *Bacillus* sp 1, *Bacillus* sp 2, dan *Alcaligenes* sp. yang merupakan golongan bakteri hidrokarbonoklastik dan telah diteliti secara *in vitro.* Hasil penelitian Ahda *et al.* (2018) isolat A1 (*Alcaligenes* sp 2) dan D1 (*Bacillus* sp 2) yang digunakan dalam penelitian ini tergolong kepada isoalat bakteri dengan indeks degradasi yang tinggi setelah diuji secara *in vitro*. Sebelumnya, Ghazali *et al*. (2004) berhasil melakukan isolasi terhadap kelompok bakteri basil yaitu *Bacillus* sp. Isolat bakteri *Bacillus* sp. memiliki toleransi yang tinggi terhadap hidrokarbon di tanah dan resistensi endosporanya. Hardik *et al.* (2011) melakukan isolasi bakteri *Alcaligenes* sp. yang memiliki kemampuan mengurai minyak pelumas bekas dengan degradasi hidrokarbon sebesar 76%.

Menurut Barakwan (2017) beberapa indikator yang dapat diamati dalam keberhasilan bioremediasi diantaranya seperti penurunan kadar TPH, pH, dan pertambahan jumlah bakteri. Penurunan kadar TPH disebabkan oleh aktifitas bakteri hidrokarbonoklastik yang memiliki kemampuan mengonsumsi bahan

organik polutan dengan memutus rantai-rantai hidrokarbon dan mengurainya menjadi CO_2 dan air (Solomon, 2011). Sehingga kadar hidrokarbon yang merupakan parameter pengukuran TPH mengalami penurunan. Perubahan pH terjadi karena adanya metabolisme oleh bakteri yang menghasilkan amonia dan asam organik. Senyawa amonia menyebabkan kenaikan pH sedangkan asam organik menyebabkan penurunan pH (Zam, 2011). Penelitian oleh Aliyanta (2012) menunjukan pada tanah yang di kontaminasi secara *in vitro* terjadi penurunan pH dari 8,25 menjadi 6,25 yang menandakan adanya aktivitas mikroorganisme.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Jenis bakteri yang digunakan adalah *Alcaligenes* sp 2, *Bacillus* sp 2 dan konsorsium *Alcaligenes* sp 2 dan *Bacillus* sp2.
2. Biostimulan yang digunakan adalah kompos limbah rumah tangga yang berupa sayuran.
3. Parameter biodegradasi yaitu pengukuran nilai TPH dan pH.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah terdapat pengaruh jenis bakteri dalam menurunkan TPH dan pH pada tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas?

2. Apakah terdapat pengaruh persentase biostimulan kompos limbah rumah tangga dalam menurunkan TPH dan pH tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas?
3. Apakah terdapat interaksi antara jenis bakteri dan persentase kompos limbah rumah tangga dalam menurunkan TPH dan pH tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas?
4. Apakah terjadi penurunan nilai pH setelah diberi perlakuan pada tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dalam penelitian ini dinyatakan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi pengaruh jenis bakteri dalam menurunkan TPH pada tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas.
2. Mengidentifikasi pengaruh persentase biostimulan kompos limbah rumah tangga dalam menurunkan TPH tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas.
3. Mengidentifikasi interaksi antara jenis bakteri dan persentase kompos limbah rumah tangga dalam menurunkan TPH tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas.
4. Mengidentifikasi penurunan nilai pH setelah diberi perlakuan pada tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan informasi kepada masyarakat, khususnya mahasiswa biologi tentang pengaruh isolat bakteri hidrokarbonoklastik *Alcaligenes* sp 2 dan *Bacillus* sp 2 dengan pemberian biostimulan kompos limah rumah tangga terhadap pH dan TPH tanah yang terkontaminasi minyak pelumas bekas.
2. Menambah wawasan ilmu pengetahuan terutama di bidang bioteknologi.
3. Sebagai data informasi dan bahan acuan untuk penelitian selanjutya.

F. Hipotesis

1. Terdapat pengaruh jenis bakteri dalam menurunkan TPH dan pH tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas.
2. Terdapat pengaruh persentase kompos dalam menurunkan TPH dan pH tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas.
3. Terdapat pengaruh interaksi jenis bakteri dan persentase kompos dalam menurunkan TPH dan pH tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas.
4. Terjadi penurunan nilai pH setelah diberi perlakuan pada tanah terkontaminasi minyak pelumas bekas.