

**EFEKTIVITAS KOMBINASI EM4 DAN TANAH HUMUS
DALAM PROSES BIOREMEDIASI LIMBAH OLI**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

LISA ARIANI

NIM. 140702015

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2019 M/1440 H**

**EFEKTIVITAS KOMBINASI EM4 DAN TANAH HUMUS DALAM PROSES
BIOREMEDIASI LIMBAH OLI**

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Sebagai Beban Studi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh

LISA ARIANI

NIM. 140702015

**Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Husnawati Yahya, M.Sc
NIDN. 2009118301

Pembimbing II

Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
NIDN. 2002028301

**EFEKTIVITAS KOMBINASI EM4 DAN TANAH HUMUS DALAM PROSES
BIOREMEDIASI LIMBAH OLI**

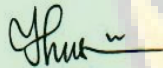
SKRIPSI

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 9 Januari 2019
3 Jumadil Awal 1440 H

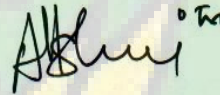
Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



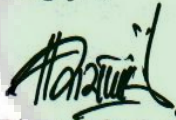
Husnawati Yahya, M.Sc
NIDN. 2009118301

Sekretaris,



Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
NIDN. 2002028301

Penguji I,



Rizna Rahmi, S.Si., M.sc
NIDN. 2024108402

Penguji II




Aulia Rohendi, ST., M.Sc
NIDN. 2010048202

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh,




Dr. Azhar Amsal, M. Pd.
NIDN. 2001066802

LEMBARAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lisa Ariani
NIM : 140702015
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Efektivitas Kombinasi EM4 dan Tanah Humus Dalam
Proses Bioremediasi Limbah Oli

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

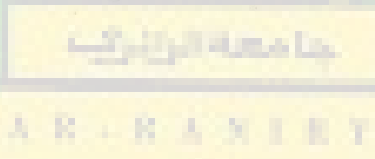
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 25 Januari 2019

Yang Menyatakan



Lisa Ariani



ABSTRAK

Nama : Lisa Ariani
NIM : 140702015
Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Efektivitas Kombinasi EM4 dan Tanah Humus Dalam Proses Bioremediasi Limbah Oli
Tanggal Sidang : 9 Januari 2018 / 3 Jumadil Awal 1440 H
Tebal Skripsi : 35 Halaman
Pembimbing I : Husnawati Yahya, M.Sc
Pembimbing II : Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc
Kata Kunci : Bioremediasi, degradasi, TPH

Limbah oli merupakan limbah B3 yang digunakan untuk bahan bakar. Belum banyak penelitian yang memanfaatkan limbah oli dalam proses pengomposan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kombinasi EM4 dan tanah humus dalam menurunkan kadar TPH (Total Petroleum Hidrokarbon). Metode penelitian yang dilakukan yaitu kombinasi antara EM4 dan tanah humus dalam bioremediasi lahan tercemar minyak bumi. Parameter yang diuji untuk mengetahui kondisi optimal yang dicapai pada bioremediasi terdiri atas pH, kadar air, dan TPH. Proses degradasi paling baik dari kedua sampel tanah humus 200 gram dan tanah humus 300 gram dalam penurunan TPH adalah sampel tanah humus 200 gram P4 dengan persentase penurunan sebesar 27,57.

KATA PENGANTAR



Segala puji hanya milik Allah SWT, Dia-lah yang telah menganugerahkan al-Qur'an sebagai hudan lin naas (petunjuk bagi seluruh manusia) dan rahmatan lil'alamain (rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang Maha Mengetahui makna dan maksud kandungan al-Qur'an. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW utusan dan manusia pilihan, dialah penyampai, pengamal dan penafsir pertama al-Qur'an.

Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat melaksanakan tugas proposal dan dapat menyelesaikan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Tugas Akhir dengan judul **Efektivitas Kombinasi EM4 dan Tanah Humus Dalam Proses Bioremediasi Limbah Oli**. Selama persiapan dan pelaksanaan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Eriawati S,Pd.M.Pd., selaku ketua Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Yeggi Darnas ST.MT.,selaku koordinator Tugas Akhir Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Husnawati Yahya M.Sc., selaku dosen pembimbing 1 yang telah membantu dan membimbing serta mengarahkan penulis hingga selesainya skripsi.
4. T. Muhammad Ashari, M.Sc., selaku pembimbing 2 yang telah membantu penulis dalam memberikan saran yang berguna dalam perbaikan skripsi dan selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.

5. Orang tua Ayahanda Marwan dan Ibunda Ainal Mardiah serta dan seluruh keluarga tercinta yang tidak henti-hentinya memberikan do'a, kasih sayang serta motivasi untuk penulis dalam menempuh pendidikan ini hingga penulis menyelesaikan pendidikan ini.
6. Semua sahabat terbaik saya dan seluruh angkatan TL 2014 terima kasih telah memberikan motivasi dan semangat untuk penulis.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT, berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga Laporan ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan tugas akhir ini.

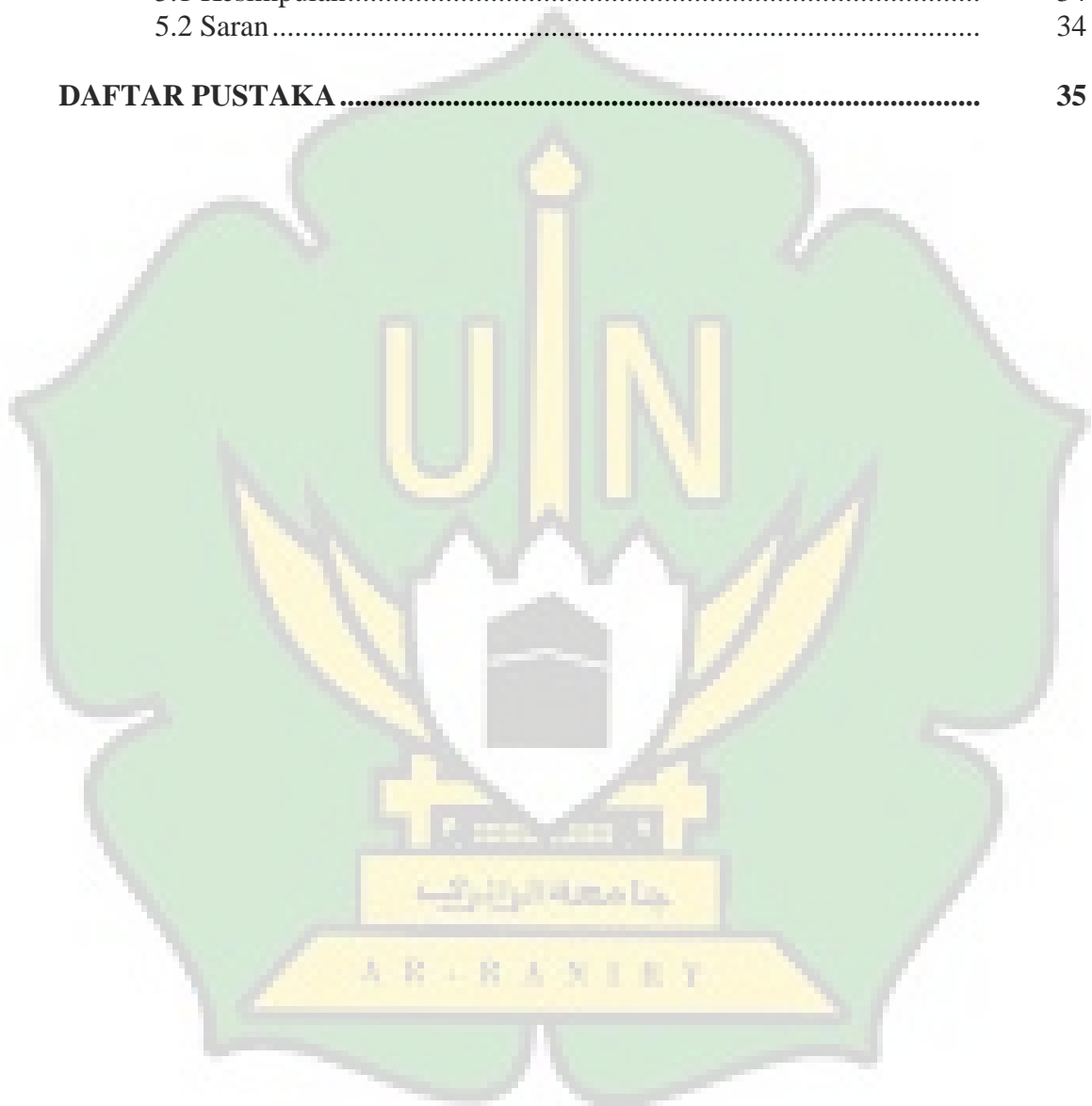
Banda Aceh, 5 Februari 2018

Lisa Ariani

DAFTAR ISI

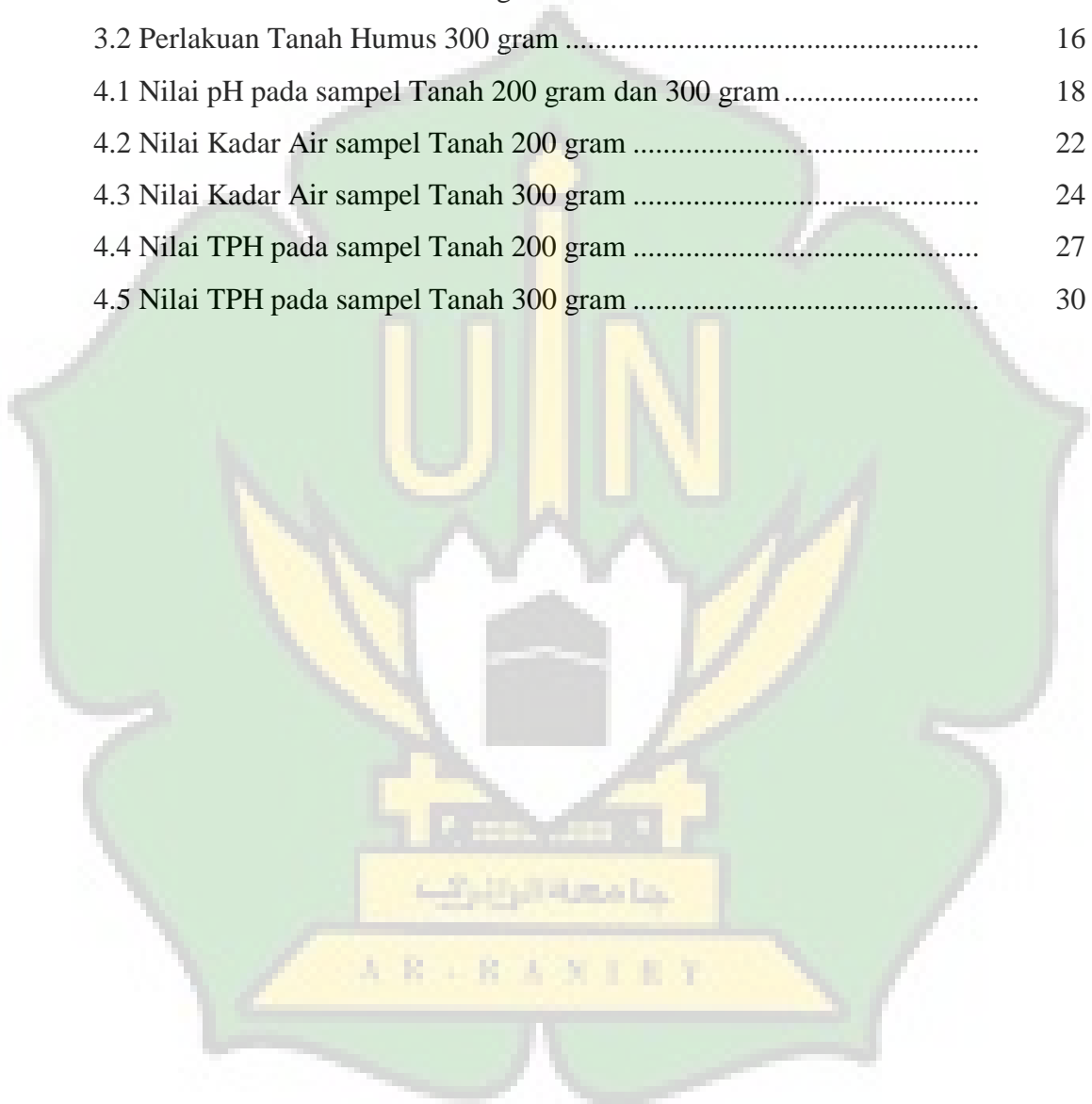
| | Halaman |
|--|----------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN | ii |
| ABSTRAK | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN | ix |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| | |
| BAB II DASAR TEORI | 5 |
| 2.1 Limbah Oli dan Pemanfaatannya | 5 |
| 2.2 Teknik Remediasi Limbah Oli | 6 |
| 2.3 Pengomposan (Composting) dan EM4 | 7 |
| | |
| BAB III METODE PENELITIAN | 12 |
| 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian..... | 12 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 12 |
| 3.3 Metode Kerja..... | 13 |
| 3.4 Analisis Data | 14 |
| | |
| BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN | 17 |
| 4.1 Nilai pH | 17 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2 Uji Kadar Air..... | 22 |
| 4.3 Total Petroleum Hidrokarbon (TPH)..... | 27 |
| BAB V PENUTUP..... | 34 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 34 |
| 5.2 Saran..... | 34 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 35 |



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|----------------|
| 3.1 Perlakuan Tanah Humus 200 gram | 16 |
| 3.2 Perlakuan Tanah Humus 300 gram | 16 |
| 4.1 Nilai pH pada sampel Tanah 200 gram dan 300 gram | 18 |
| 4.2 Nilai Kadar Air sampel Tanah 200 gram | 22 |
| 4.3 Nilai Kadar Air sampel Tanah 300 gram | 24 |
| 4.4 Nilai TPH pada sampel Tanah 200 gram | 27 |
| 4.5 Nilai TPH pada sampel Tanah 300 gram | 30 |



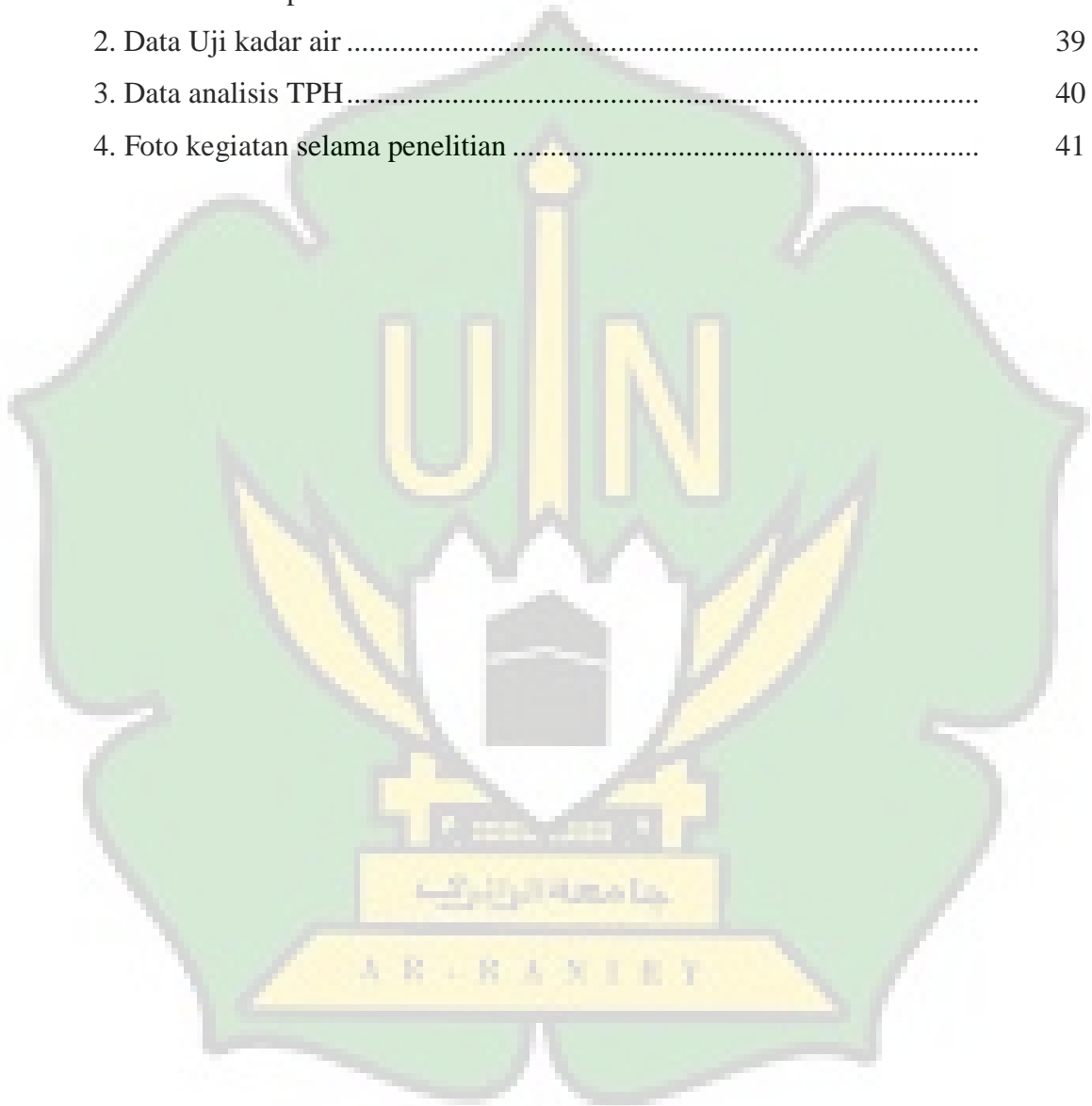
DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|----------------|
| 4.3 Grafik kadar air pada tanah 200 gram (P) | 23 |
| 4.4 Grafik kadar air pada sampel tanah 300 gram (Q) | 25 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|----------------|
| 1. Data analisis pH..... | 39 |
| 2. Data Uji kadar air | 39 |
| 3. Data analisis TPH..... | 40 |
| 4. Foto kegiatan selama penelitian | 41 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap proses produksi selalu menghasilkan sisa-sisa produksi atau limbah. Limbah yang dihasilkan oleh suatu kegiatan baik industri maupun nonindustri seringkali kurang mendapat perhatian dalam masalah penanganannya. Limbah pada dasarnya memerlukan perhatian yang khusus, terutama limbah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun atau yang lebih dikenal dengan limbah B3. Di Indonesia, masalah limbah B3 mulai diangkat sebagai masalah dari dampak kemajuan teknologi dan industri yang berkembang (Azhari, 1998).

Salah satu bahan berbahaya beracun yang masih kurang penanganannya adalah oli. Oli mesin adalah campuran kompleks hidrokarbon dan senyawa-senyawa organik lain yang digunakan untuk melumasi bagianbagian mesin mobil agar mesin bekerja dengan lancar. Setelah masa pemakaian oli sebagai pelumas berakhir, maka oli bekas akan mengandung lebih banyak logam dan *polycyclic aromatic hydrocarbon* (PAH) (Hagwell, 1992). Oli bekas merupakan senyawa hidrokarbon yang dapat mengubah struktur dan fungsi tanah sehingga produktivitas tanah menjadi menurun. Pencemaran oli bekas dapat terjadi dikarenakan tidak adanya sistem yang baku mengenai pengelolaan minyak pelumas bekas terutama dari bengkel-bengkel kendaraan bermotor (Hertien dan Wahyu, 2004).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah no.18 tahun 1999 dijelaskan bahwa limbah bahan beracun dan berbahaya (limbah B3) adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat, konsentrasinya, atau jumlahnya yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari lingkungan hidup dan membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup yang lain. Menurut Watts (1997) karakteristik limbah B3 diklasifikasikan menjadi 4 yaitu, mudah terbakar, bersifat korosif, reaktif, dan beracun. Oleh karena itu oli bekas tergolong limbah B3 karena bersifat racun. Dampak pencemaran oli bekas bagi

lingkungan salah satunya adalah rusaknya komunitas biotik di darat dan di perairan (Ristiati, 2013). Selain itu, oli bekas tersebut dapat berbahaya bagi kesehatan manusia karena mengandung senyawa *Polycyclic aromatic hydrocarbon* (PAH) yang bersifat mutagenik dan karsinogenik (Basuki, 2016). Di kota Banda Aceh sendiri oli banyak digunakan sebagai bahan bakar nelayan perahu di lampulo dan belum banyak literatur yang membahas tentang pemanfaatan limbah oli sebagai pupuk. Salah satu cara yang ramah lingkungan dalam pengolahan oli adalah secara bioremediasi, yaitu biodegradasi senyawa pencemar menjadi produk-produk yang lebih sederhana dan tidak berbahaya Metting, F.B.,(1993). Teknik bioremediasi ini pada umumnya menggunakan aktivitas mikroorganisme tertentu dalam proses degradasi limbah. Dalam teknik ini, selain menggunakan bakteri atau jamur, juga dapat menggunakan tumbuhan maupun enzim (Mas'ud, *et al*, 2010).

Pada penelitian sebelumnya, Aliyanta et al. (2012) telah melakukan penelitian tentang efektivitas biokompos, rumput gajah dan kelompok mikroba yang efektif dalam bioremediasi lahan tercemar minyak bumi yang dilakukan dalam skala laboratorium. Penambahan kompos dan urea dapat meningkatkan efisiensi degradasi *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) sebesar 91,15% dengan komposisi medium (100 g berat kering lumpur minyak bumi, 100 g berat kering biokompos, 9 g urea, rasio C/N = 5). Perlakuan tersebut juga menambahkan kombinasi rumput gajah, mikroorganisme, urea dan biokompos selama 35 hari.

Teknik yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengomposan pada skala laboratorium. Penelitian ini menggunakan EM4 yang diperoleh dari unit usaha tani. *Effective mikroorganism 4* (EM4). Mikroorganisme ini menghasilkan energi dalam bentuk ATP yang selanjutnya energi tersebut akan digunakan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana yang dapat dimanfaatkan oleh tanah (Hartutik, et al.,2009).

EM4 mengandung 90% bakteri *Lactobacillus sp.* (bakteri penghasil asam laktat) pelarut fosfat, bakteri fotosintetik, *Streptomyces sp.*, jamur pengurai selulosa dan ragi. EM4 merupakan suatu tambahan untuk mengoptimalkan

pemanfaatan zat-zat makanan karena bakteri yang terdapat dalam EM4 dapat mencerna selulose, pati, gula, protein, lemak (Surung, 2008). Kombinasi antara jerami, mikroorganisme EM4 dan tanah humus yang berasal dari hutan yang juga hasil pembusukan dari sisa tanaman secara alami oleh alam tanpa campur tangan manusia diharapkan dapat mendegradasi limbah oli. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium. Diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan dampak negatif limbah oli terhadap lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan pembatasan masalah di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh kombinasi EM4 dan tanah humus terhadap kadar pH sampel?
2. Bagaimana pengaruh kombinasi EM4 dan tanah humus terhadap kadar air sampel?
3. Apakah kombinasi EM4 dan tanah humus dapat menurunkan kadar TPH limbah oli?

1.3 Tujuan Penelitian

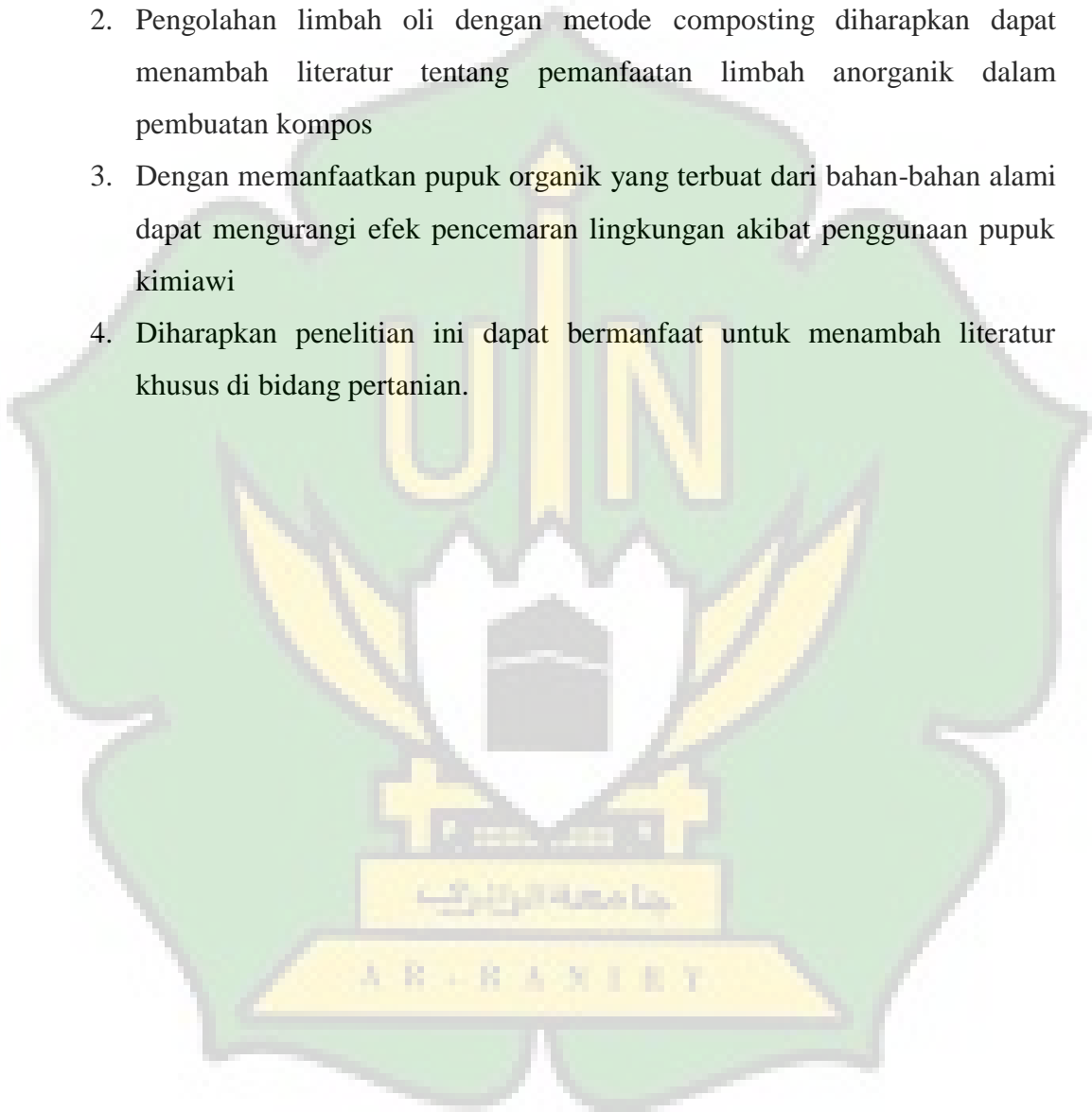
Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui efektivitas kombinasi EM4 dan tanah humus dalam menurunkan kadar TPH
2. Untuk mengetahui efektivitas kombinasi EM4 dan tanah humus terhadap kadar pH
3. Untuk mengetahui efektivitas kombinasi EM4 dan tanah humus terhadap kadar air

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini yaitu:

1. Diharapkan dapat memberikan manfaat dalam mengurangi bahaya limbah B3 khususnya limbah oli ke lingkungan
2. Pengolahan limbah oli dengan metode composting diharapkan dapat menambah literatur tentang pemanfaatan limbah anorganik dalam pembuatan kompos
3. Dengan memanfaatkan pupuk organik yang terbuat dari bahan-bahan alami dapat mengurangi efek pencemaran lingkungan akibat penggunaan pupuk kimiawi
4. Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat untuk menambah literatur khusus di bidang pertanian.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Limbah Oli dan Pemanfaatannya

Oli merupakan salah satu hasil olahan minyak bumi yang dapat diartikan sebagai pelumas mesin, peredam panas, dan sebagai pelindung dari karatnya mesin (Kurniawan, 2014). Oli bekas dihasilkan dari berbagai macam aktivitas manusia sehari-hari yang salah satunya termasuk kegiatan otomotif atau perbengkelan kendaraan bermotor. Limbah oli bekas merupakan produk yang tidak mungkin dihindari oleh setiap industri bengkel-bengkel kendaraan bermotor dan menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. Pencemaran limbah oli di beberapa bengkel otomotif di Indonesia mencapai 1,42 juta liter/hari (Basuki, 2008). Selain itu, limbah oli juga termasuk kedalam limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) karena mengandung logam berat, *Polychlorinated Biphenyls* (PCBs), *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAHs) dan senyawa lainnya yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan (Susanto, 2014).

Minyak pelumas atau oli merupakan hasil produk olahan minyak bumi. Minyak bumi merupakan salah satu contoh dari limbah organik yang berupa senyawa hidrokarbon. Senyawa hidrokarbon berada dipermukaan tanah, maka senyawa tersebut dapat menguap, tersapu air hujan, atau masuk kedalam tanah dan dalam jangka waktu yang lama senyawa tersebut akan mengendap sebagai zat racun, Hal ini akan menyebabkan terganggunya ekosistem dan siklus air pada tanah (Karwati, 2009). Minyak pelumas (oli) bekas diketahui mengandung beberapa unsur logam berat diantaranya Zn, Cu, Ni, Pb menurut Kin (2008), minyak pelumas yang sudah digunakan diketahui mengandung unsur logam berat yang lebih banyak dibandingkan dengan minyak pelumas yang masih baru.

Pencemaran oli bekas dapat terjadi dikarenakan tidak adanya sistem yang baik mengenai pengelolaan oli bekas terutama dari bengkel-bengkel kendaraan bermotor (Surtikanti & Surakusumah, 2014). Berbagai aspek pemerintahan dan pembangunan dirumuskan dalam peraturan pemerintah termasuk kewenangan dalam pengelolaan dan pengendalian lingkungan hidup. Namun dalam peraturan

pemerintah khusus untuk oli bekas masih ditangani oleh pemerintah pusat, sedangkan pemerintah provinsi, kabupaten atau kota hanya diberi tugas sebagai pelapor jika terjadi kasus mengenai oli bekas (Mukhlisoh, 2012)

Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir potensi bahaya dari pencemaran lingkungan oleh limbah oli. Berdasarkan beberapa penelitian, limbah oli banyak diolah dan dimanfaatkan sebagai bahan bakar (Akhyar, 2014). Hal ini adalah salah satu cara untuk menangani dari pencemaran oli bekas.

2.2 Teknik Remediasi Limbah Oli

Salah satu metode yang digunakan untuk mengolah limbah oli pada tanah menggunakan mikroba disebut bioremediasi. Bioremediasi merupakan proses penting untuk pemulihan lingkungan tercemar oleh berbagai bahan pencemar termasuk limbah minyak dari bengkel. Metode ini telah digunakan untuk mendegradasi limbah minyak pelumas, solar pada sedimen (Schinner & Margesin, 2001)

Bioremediasi menurut Crawford, (1996) merupakan proses biodegradasi yang produktif menghilangkan bahan berbahaya (B3) yang ada di lingkungan dan dapat mengancam kehidupan manusia, dan biasanya terdapat pada tanah, air dan sedimen. (Swannell et al, 1996) mendefinisikan bioremediasi sebagai usaha untuk mengatasi pencemaran lingkungan dengan melakukan penambahan-penambahan materi atau hara pada lingkungan yang terkontaminasi sehingga proses biodegradasi alami dapat ditingkatkan. Menurut (Capone & Bauer, 1992). Bioremediasi dapat dilakukan dengan menambahkan mikroba non indigenous, yang disebut dengan bioaugmentasi atau dengan penambahan nutrisi untuk meningkatkan kemampuan mikroba indigenous, yang disebut dengan biostimulasi. Macam-macam Teknik bioremediasi yang dapat dilakukan yaitu :

1. *Bioaugmentation*: penambahan kultur bakteri terhadap medium yang terkontaminasi). Bakteri merupakan organisme yang umum digunakan dalam bioaugmentasi untuk merombak bahan pencemar yang terdapat dalam limbah. Contoh: bioremediasi limbah minyak di Cepu dengan menggunakan bakteri *Bacillus* (Komar & Irianto, 2000)

2. *Biofilter*: memisahkan gas organik dengan melewati udara melalui suatu carrier yang dapat berupa kompos atau tanah yang mengandung mikroba yang mampu mendegradasi bahan pencemar yang dilewatkan. Contoh : bioremediasi bahan pencemar gasolin BTEX dengan biofilter kompos (Vander et al, 2003).
3. *Biostimulasi* (stimulasi populasi mikroba asli dalam tanah dan/ atau air tanah, yang dilakukan secara in situ atau ex situ) dengan penambahan nutrisi seperti fosfor, nitrogen yang merupakan pemicu pertumbuhan. Keberadaan sejumlah kecil bahan pencemar juga dapat difungsikan sebagai pemicu untuk mengaktifkan enzim. Contoh: bioremediasi minyak mentah di pantai dengan biostimulasi nitrogen dan fosfor (Head, et al., 2004)
4. *Bioslurry*: pengolahan tanah yang mengandung bahan pencemar hidrokarbon dengan menggunakan konsorsium bakteri pendegradasi hidrokarbon pada bioreaktor dalam bentuk slurry. Proses ini dilakukan pada kolam yang berfungsi sebagai bioreaktor.
5. *Bioventing*: teknik ini mirip dengan biostimulasi, dilakukan dengan menyemburkan oksigen melalui tanah untuk menstimulasi pertumbuhan mikroba. Cara ini banyak digunakan pada tanah yang tercemar limbah minyak bumi.
6. Pengomposan: Teknik ini dilakukan dengan mencampur bahan yang terkontaminasi dengan kompos yang mengandung mikroba. Contoh: bioremediasi minyak diesel dengan menggunakan kompos sampah biologis (Ryckeboer et al, 2003)
7. *Landfarming*: penggunaan teknik ini untuk mendorong pertumbuhan mikroba dengan cara tanah tercemar disebar pada lahan terbuka. Contoh teknik ini digunakan untuk membersihkan sejumlah besar tumpahan minyak dalam tanah (Yani & Fauzi, 2005)

Berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa penambahan kompos dan pupuk hayati yang mengandung bakteri *Pseudomonas* dapat meningkatkan degradasi TPH dan diperoleh hubungan positif antara jumlah penambahan kompos dan pupuk hayati yang mengandung bakteri *Pseudomonas* dengan penurunan TPH. Komposisi terbaik dalam penurunan TPH adalah sampel A22

(300 gram tanah terkontaminasi minyak bumi ditambah 300 gram kompos ditambah 3ml pupuk hayati yang mengandung bakteri *Pseudomonas*) dengan persentasi penurunan sebesar 80,90% dalam waktu 47 hari. Sedangkan, kadar yang dibutuhkan untuk menurunkan TPH sesuai baku mutu (1% berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 128 Tahun 2003 tentang Tata Cara Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi dengan Cara Biologi), yaitu bila konsentrasi maksimum TPH awal sebelum proses pengolahan biologis adalah tidak lebih dari 15%, konsentrasi TPH yang sebelum proses pengolahan lebih dari 15% perlu dilakukan pengolahan atau pemanfaatan terlebih dahulu dengan mempertimbangkan teknologi yang tersedia dan karakteristik limbah. Hasil akhir dari Proses Pengolahan secara biologis harus memenuhi kriteria sebagai berikut.

Tabel 2.1 persyaratan nilai akhir hasil pengolahan minyak bumi

| No. | Parameter | Satuan | Nilai akhir hasil Olahan |
|-----|------------------|---------------------|--------------------------|
| A. | Analisis limbah* | | |
| 1 | pH | - | 6 – 9 |
| 2 | TPH | ($\mu\text{g/g}$) | 10.000 |
| 3 | Benzene | ($\mu\text{g/g}$) | 1 |
| 4 | Toluene | ($\mu\text{g/g}$) | 10 |
| 5 | Ethylbenzene | ($\mu\text{g/g}$) | 10 |
| 6 | Xylene | ($\mu\text{g/g}$) | 10 |
| 7 | Total PAH | ($\mu\text{g/g}$) | 10 |
| B. | Analisis TCLP | | |
| 1 | Pb | mg/L | 5 |
| 2 | As | mg/L | 5 |
| 3 | Ba | mg/L | 150 |
| 4 | Cd | mg/L | 1 |
| 5 | Cr | mg/L | 5 |
| 6 | Cu | mg/L | 10 |
| 7 | Hg | mg/L | 0,2 |
| 8 | Se | mg/L | 1 |
| 9 | Zn | mg/L | 50 |

Sumber: Permen No 128 tahun 2003

2.3 Pengomposan (*Composting*) dan EM4

Kompos adalah bahan-bahan organik yang telah mengalami proses pelapukan karena adanya interaksi antara mikroorganisme (bakteri) yang bekerja di dalamnya (Murbandono, 2001). Bahan-bahan organik dapat berasal dari

dedaunan, rumput, jerami, sisa-sisa ranting dan dahan, kotoran hewan, dan lainlain.

Tanah dapat diartikan sebagai lapisan kulit bumi bagian luar yang merupakan hasil pelapukan dan pengendapan batuan. Di dalam tanah banyak mengandung bermacam-macam bahan organik dan anorganik yang terjadi akibat dari pengaruh kombinasi faktor iklim, jasad hidup, bentuk wilayah dan lamanya waktu pembentukan (Yuliprianto, 2010: 11)

Bahan organik yang telah mengalami pengomposan mempunyai peranan penting bagi perbaikan mutu dan sifat tanah yaitu: memperbaiki struktur tanah; memperbesar kemampuan tanah untuk menampung air; memperbaiki drainase dan atau tata udara tanah sehingga kandungan air mencukupi dan suhu tanah lebih stabil meningkatkan pengaruh positif dari pupuk buatan (sebagai penyeimbang bila pupuk buatan membawa efek yang negatif); dan mempertinggi daya ikat tanah terhadap zat hara (Murbandono 2001). Kompos selain berfungsi memperbaiki mutu dan sifat tanah juga dapat digunakan untuk memperbaiki tanah yang terkontaminasi dengan berbagai polutan organik (Fermor et al, 2001). Selanjutnya dijelaskan bahwa penimbunan kompos dengan penambahan nutrisi dapat meningkatkan aktivitas penguraian oleh mikroflora asli dari tanah yang terkontaminasi.

Aplikasi bioremediasi menggunakan kompos mempunyai beberapa keunggulan dan lebih ekonomis dibanding dengan teknik bioremediasi lainnya, sehingga teknologi bioremediasi kompos lebih sering dipakai (US-EPA 1997;1998). Beberapa keunggulan menggunakan kompos antara lain:

1. Kompos mempunyai keragaman populasi mikroba yang terlibat dalam proses degradasi yakni sekitar 5 – 10 kali lebih banyak dibandingkan dengan kandungan mikroba dalam tanah yang subur.
2. Tingginya aktivitas mikroba dalam proses degradasi yakni sekitar 20 – 40 kali lebih aktif dalam hal aktivitas dehidrogenasi dibanding dengan aktifitas dalam tanah yang subur.
3. Kompos tidak mengandung hama dan penyakit serta tidak membahayakan pertumbuhan atau produk tanaman.

4. Kompos dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit.
5. Kompos tidak mengakibatkan pencemaran dalam tanah, air ataupun udara.
6. Kompos merupakan absorben yang sangat baik untuk senyawa-senyawa organik maupun anorganik

Menurut Jumbriah, (2006). Pada penelitian sebelumnya bioremediasi dengan cara pengomposan telah digunakan untuk berbagai jenis polutan seperti pencemar klorofenol di tanah. Secara umum bioremediasi limbah hidrokarbon dengan penambahan kompos dilakukan pada skala laboratorium membutuhkan waktu bioremediasi antara 3 hingga 5 bulan mampu mendegradasi 25% sampai dengan 97.5%

Menurut Higa dan James (1997), hasil fermentasi bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme efektif 4 (EM4) antara lain adalah asam laktat dan amino yang dapat diserap langsung oleh tanaman sebagai antibiotik yang mampu menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan.

Perpaduan penambahan EM4 dan tanah humus yaitu tanah yang terbentuk dari proses pelapukan dedaunan atau ranting-ranting pohon yang berjatuh ke tanah. Proses terbentuknya tanah humus ini disebut dengan proses humifikasi. Proses terbentuknya tanah humus atau humifikasi ini dapat terjadi secara alamiah atau dengan sendirinya. Proses ini merupakan proses pengomposan secara alami atau yang dilakukan oleh alam, dan dapat mempercepat proses degradasi rantai hidrokarbon zat pencemar tertentu. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Juliani & rahman, (2015), yang mana peran kompos adalah untuk meningkatkan porositas tanah sehingga kadar oksigen yang diperlukan oleh mikroba lebih meningkat. Sedangkan pupuk menjadi nutrisi bagi mikroba dalam proses penguraian zat pencemar di tanah.

BAB III

METODE PENELITIAN

1.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian ini berlangsung bulan Mei sampai Juni selama kurang lebih 45 hari, yang terdiri dari : 30 hari masa pengomposan limbah oli, dan pengolahan data selama kurang lebih 15 hari. Lokasi penelitian diadakan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Teknik Kimia Unsyiah dan di Indrapuri.

1.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: neraca analitik, oven, desikator, plastik bening, *soil tester*, *stirrer*, *shaker*, kertas saring, kertas Whatman, tabung reaksi, *beker glass*, *Erlenmeyer*, cawan petri, dan peralatan gelas lainnya. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: tanah humus yang diperoleh dari hutan atau kebun-kebun setempat, jerami, limbah oli bekas dari bengkel, dan EM4 yang diperoleh dari unit usaha tani.

1.3 Metode Kerja

1. Pembuatan Media Perlakuan

Pada penelitian ini ada 2 perlakuan kombinasi tanah dan 4 kombinasi EM4. Berat tanah yang dipakai 200 dan 300 gram sedangkan EM4 yaitu, 0, 3, 5, dan 7 ml. Setiap perlakuan disertai kontrol yaitu, yang mana tanah humus dicampur dan aduk dengan oli bekas sebanyak 35 ml agar homogen dan kelembapan media uji terjaga serta untuk mengetahui kadar TPH awal, hal ini bertujuan untuk melihat hasil degradasi limbah oli sebelum proses pengomposan.

Tahapan *composting* dimulai dengan pencampuran tanah humus dengan jerami sebanyak 25 gram setiap perlakuan. agar homogen, sampel diaduk kemudian pada saat perlakuan tanah dipisah setengahnya dan diberikan oli bekas setiap perlakuan kemudian diaduk kembali agar homogen dan kelembapan media uji terjaga, kemudian tanah sisa dimasukkan kembali

kedalam plastik bening, terakhir di semprotkan EM4 pada setiap perlakuan.

Perlakuan kombinasi EM4 dan tanah humus terdiri dari :

P1 : 200 gr tanah humus + 35 ml limbah oli

P2 : 200 gr tanah humus + 25 gr jerami + 35 ml limbah oli + 3 ml EM4

P3: 200 gr tanah humus + 25 gr jerami+ 35 ml limbah oli + 5 ml EM4

P4 : 200 gr tanah humus + 25 gr jerami + 35 ml limbah oli + 7 ml EM4

Q1 : 300 gr tanah humus + 35 ml limbah oli.

Q2: 300 gr tanah humus + 25 gr jerami+ 35 ml limbah oli + 3 ml EM4

Q3: 300 gr tanah humus + 25 gr jerami + 35 ml limbah oli + 5 ml EM4

Q4: 300 gr tanah humus + 25 gr jerami + 35 ml limbah oli + 7 ml EM4

Jumlah perlakuan sebanyak delapan buah sampel. Pemberian air sebanyak 4 kali selama waktu penelitian dengan takaran yang sama. Agar homogen dan kelembapan media uji terjaga, setiap 1 minggu sekali, sampel diaduk agar terjaga proses berlangsungnya bioremediasi. Pengadukan dan penyiraman media uji setiap 1 minggu sekali dianggap telah mampu menjaga homogenitas dan kelembapan sampel tsb (Pranajaya *et al*, 2015)

2. Pembuatan Media Composting

Dalam pembuatan media composting dalam skala kecil (polybag), pengaturan perlakuan adalah sebagai berikut:

1. Terlebih dahulu dimasukkan setengah perlakuan tanah humus dalam plastik
2. Dimasukkan jerami yang telah dicacah kecil-kecil.
3. Dituangkan limbah oli sesuai perlakuan. Kemudian ditimbun kembali dengan tanah humus.
4. Setelah itu, disemprotkan EM4 sesuai perlakuan.
5. Setelah 30 hari, baru masing-masing perlakuan di bawa ke laboratorium untuk di analisis PH, kadar air, dan kadar TPH limbah oli tersebut.
6. Dilakukan pengujian faktor lingkungan suhu dan kelembapan setiap seminggu sekali

1.4 Pengujian Laboratorium

1. Pengukuran pH dan Suhu

Menurut SNI 03-6787-2002, proses pengukuran pH sampel adalah sebagai berikut:

1. Diambil 5 gram sampel tanah lalu dilarutkan dalam aquades dengan rasio tanah, aquades = 1: 2.5
2. Sampel ditempatkan dalam tabung reaksi bertutup, lalu dikocok agar homogen.
3. Sampel didiamkan selama 1 jam, kemudian diukur dengan menggunakan Soil Tester.

2. Pengukuran Kadar Air

Menurut *Natural Resources Conservation Services* (2000) dalam Aliyanta et al. (2012), tahapan pengukuran kadar air yaitu:

1. Cawan petri dioven selama satu jam dan dikeringkan dalam desikator selama 30 menit.
2. Dimasukkan 5 g sampel dalam cawan petri dan dikeringkan dalam oven pada suhu 65 – 105°C selama 24 – 72 jam.
3. Sampel kering kemudian ditimbang.
4. Kadar air dihitung dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{\text{berat sampel basah} - \text{berat sampel kering}}{\text{berat sampel basah}} \times 100\%$$

3. Pengukuran Total Petroleum Hidrokarbon (TPH)

Menurut Ijah dan Upke (1992) dalam Aliyanta et al. (2012), prosedur pengukuran TPH adalah sebagai berikut:

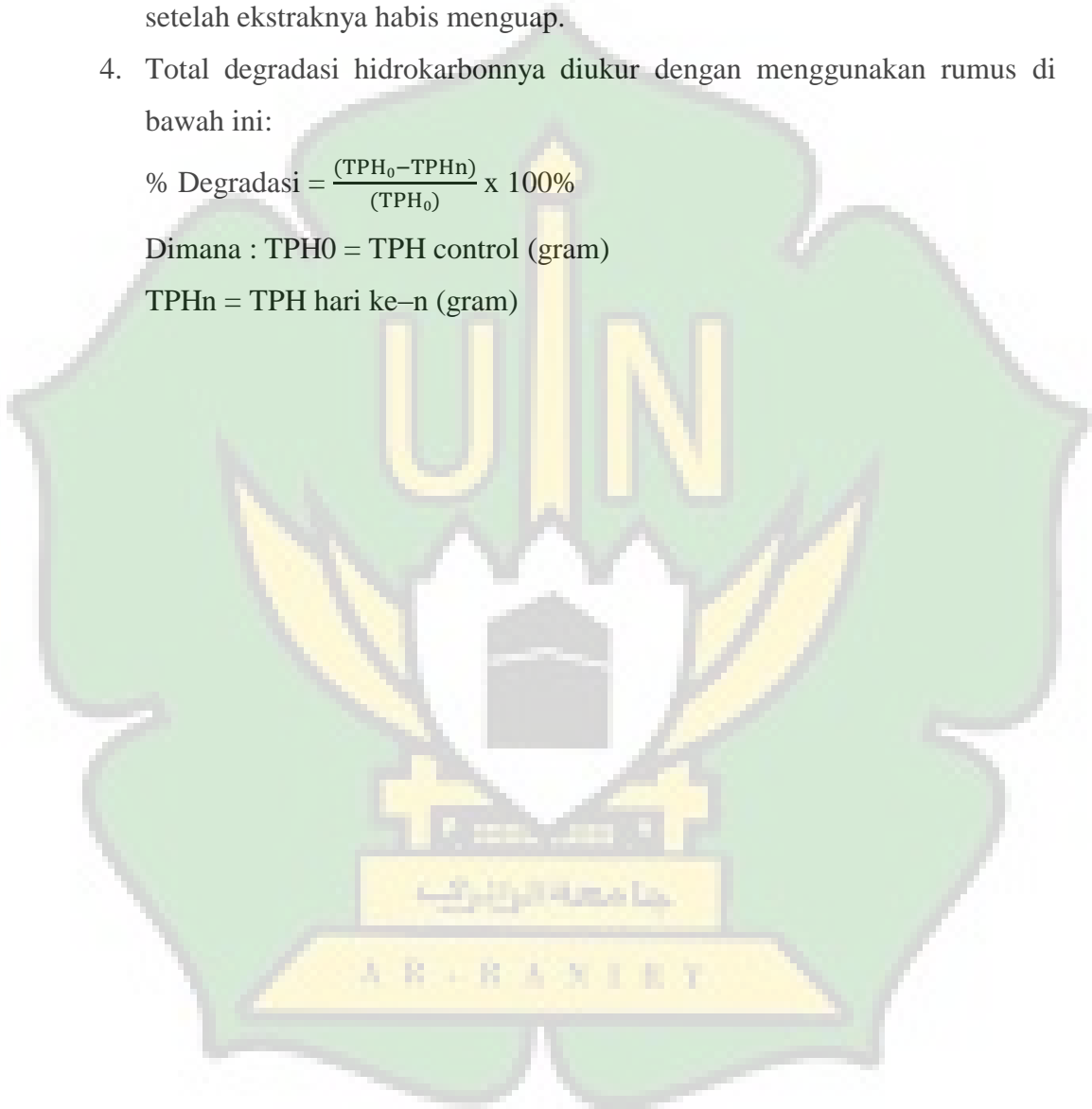
1. Diambil 5 gram sampel dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml, lalu ditambahkan n-heksana sebanyak 50 ml. Kemudian sampel dishaker hingga terlihat minyaknya keluar estimasi 6 jam.

2. Selanjutnya sampel tadi dimasukkan ke dalam beaker glass dan diupkan dalam oven pada suhu 70°C estimasi 8 jam .
3. Minyak dalam sampel yang diperoleh kemudian ditimbang. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jumlah minyak yang tersisa dalam sampel setelah ekstraknya habis menguap.
4. Total degradasi hidrokarbonnya diukur dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$\% \text{ Degradasi} = \frac{(\text{TPH}_0 - \text{TPH}_n)}{(\text{TPH}_0)} \times 100\%$$

Dimana : TPH₀ = TPH control (gram)

TPH_n = TPH hari ke-n (gram)



Rancangan Tabel Penelitian :

Tabel 3.2 perlakuan tanah humus 200 gram

| Volume EM4 (ml) | Limbah oli (ml) | Parameter | | |
|-----------------------|--------------------|-----------|-----------|-----|
| | | pH | Kadar Air | TPH |
| 0 | 35 | | | |
| 3 | | | | |
| 5 | | | | |
| 7 | | | | |

Tabel 3.2 perlakuan tanah humus 300 gram

| Volume EM4 (ml) | Limbah oli (ml) | Parameter | | |
|-----------------------|--------------------|-----------|-----------|-----|
| | | pH | Kadar Air | TPH |
| 0 | 35 | | | |
| 3 | | | | |
| 5 | | | | |
| 7 | | | | |

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dari hasil analisis yang dilakukan di lapangan dalam proses pengomposan bioremediasi limbah oli dengan menggunakan EM4 selama 35 hari dengan menganalisis tiga parameter yaitu, parameter pH, kadar air, dan TPH . Proses pengomposan dapat dilihat pada gambar berikut :



4.1 Nilai pH

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada keadaan awal pH masih berkisaran 8. Namun setelah diberi perlakuan, pH mengalami perubahan penurunan nilai pH yang menunjukkan bahwa mikroorganisme beraktivitas dalam membentuk degradasi terlihat dari faktor media tanah tersebut. Data hasil analisis menunjukkan bahwa nilai pH degradasi pada berbagai taraf perlakuan berkisar antara 6,83 – 7,77 dengan rata-rata 7,14 Hasil analisis menunjukkan bahwa pada sampel tanah, lama komposting serta interaksi kedua perlakuan berpengaruh terhadap nilai pH hasil pengomposan limbah oli. Perbedaan pH pada masing –

masing perlakuan juga disebabkan oleh faktor lingkungan, seperti suhu, intensitas cahaya matahari dan curah hujan.

Hasil analisis nilai pH perlakuan pada sampel tanah 200 gram dan 300 gram dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Nilai pH pada sampel tanah 200 gram dan 300 gram.

| SAMPEL | pH | | | |
|---------------|--------|---------|---------|---------|
| | 7 hari | 14 hari | 21 hari | 28 hari |
| 200 gr | | | | |
| P1 | 6,9 | 6,7 | 6,8 | 6,8 |
| P2 | 6,8 | 6,5 | 6,3 | 6,2 |
| P3 | 6,7 | 6,6 | 6,4 | 6,2 |
| P4 | 6,7 | 6,4 | 6,1 | 6,1 |
| 300 gr | | | | |
| Q1 | 6,9 | 6,8 | 6,8 | 6,8 |
| Q2 | 6,8 | 6,6 | 6,4 | 6,2 |
| Q3 | 6,9 | 6,8 | 6,3 | 6,2 |
| Q4 | 6,9 | 6,5 | 6,0 | 6,0 |

Data hasil analisis pH menunjukkan bahwa kadar pH yang diperoleh pada sampel tanah 200 gram (P), menunjukkan penurunan sampel P1 dihari ke 7 nilai pH yaitu 6,9 kemudian pada hari ke 14 nilai yang diperoleh yaitu 6,7. Hal ini dipengaruhi oleh salah satu faktor lingkungan yaitu curah hujan yang berpengaruh terhadap pH sampel. Selanjutnya dihari 21 terdapat nilai 6,8 dan pada hari ke 28 terdapat nilai 6,8. Keadaan nilai pH yang tidak berubah kemungkinan pada saat pengomposan dipengaruhi oleh faktor suhu lingkungan di sekitar lokasi penelitian. Hasil ini masih berada pada kisaran yang sesuai untuk pertumbuhan mikroba, yang dapat mempercepat terjadinya degradasi dari hidrokarbon. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya yaitu oleh (Chan & Pelczar 1986), mereka melaporkan bahwa pH optimum bagi pertumbuhan mikroba adalah pada kisaran 6.5 – 7.5

Hasil analisis pH menunjukkan bahwa dilihat kadar pH yang diperoleh pada sampel tanah 300 gram (Q), pada sampel Q1 sebagai kontrol dapat dilihat

pada Tabel 4.1. Pada hari 7 terdapat nilai 6,9 kemudian pada hari 14, hari ke 21, dan hari 28 nilai yang didapat tidak mengalami penurunan pH. Hal ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan dalam keadaan stabil. Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. Nilai pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6,5-7,5. Nilai pH kotoran ternak umumnya berkisar antara 6,8-7,4. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu. Nilai pH pengomposan yang sudah matang biasanya mendekati netral (Isroi, 2005).

Perbedaan nilai yang didapatkan dari berbagai taraf perlakuan disebabkan oleh faktor lingkungan yang tidak mendukung pada saat proses penelitian. Hal ini sesuai dengan Alexander (1994) menyatakan bahwa untuk degradasi hidrokarbon kisaran pH terbaik adalah pada 6.0 – 8.0.

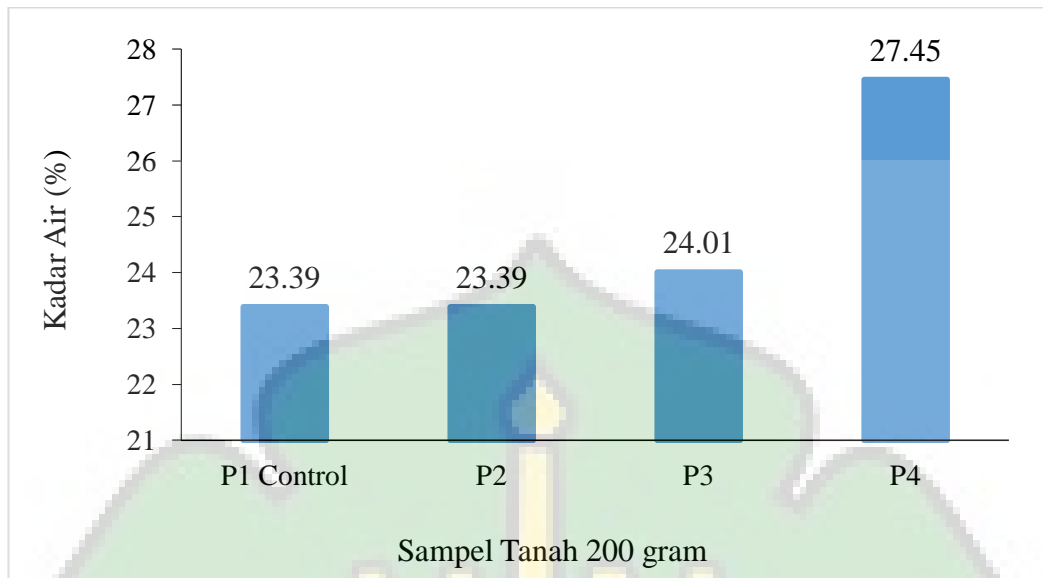
4.2 Uji Kadar Air

Berdasarkan hasil dari pengukuran kadar air selama proses pengomposan berlangsung, kadar air pada proses bioremediasi pada berbagai taraf perlakuan berkisar antara 23,60% – 27,39% dengan rata-rata 24.98%. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada sampel tanah 200 gram (P) dan lama komposting selama 30 hari serta interaksi kedua perlakuan terhadap nilai kadar air dalam mendegradasi, Tabel 4.2

Hasil analisis kadar air pada perlakuan sampel tanah 200 gram dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Nilai kadar air sampel tanah 200 gram

| No | Nama Sampel | % kadar air |
|----|---------------|-------------|
| 1 | P1 Control | 23,65 |
| 2 | P2 | 23,39 |
| 3 | P3 | 24,01 |
| 4 | P4 | 27,45 |



Gambar 4.3 Grafik kadar air pada tanah 200 gram (P)

Berdasarkan hasil analisis kadar air, pada sampel tanah 200 gram, pada sampel P1 hanya berperan sebagai control yang ditambah limbah oli dan tanah subsoil tanpa penambahan konsentrasi EM4 dengan nilai kadar airnya tidak berubah dikarenakan tidak adanya penambahan konsentrasi EM4, komposisi EM4 98% mengandung air. Penelitian ini juga didukung pada pernyataan Udiharto, (1996) kandungan air sangat penting untuk aktivitas metabolik dari mikoba pada limbah minyak bumi karena mikroba akan hidup aktif di interfase antara minyak dan air

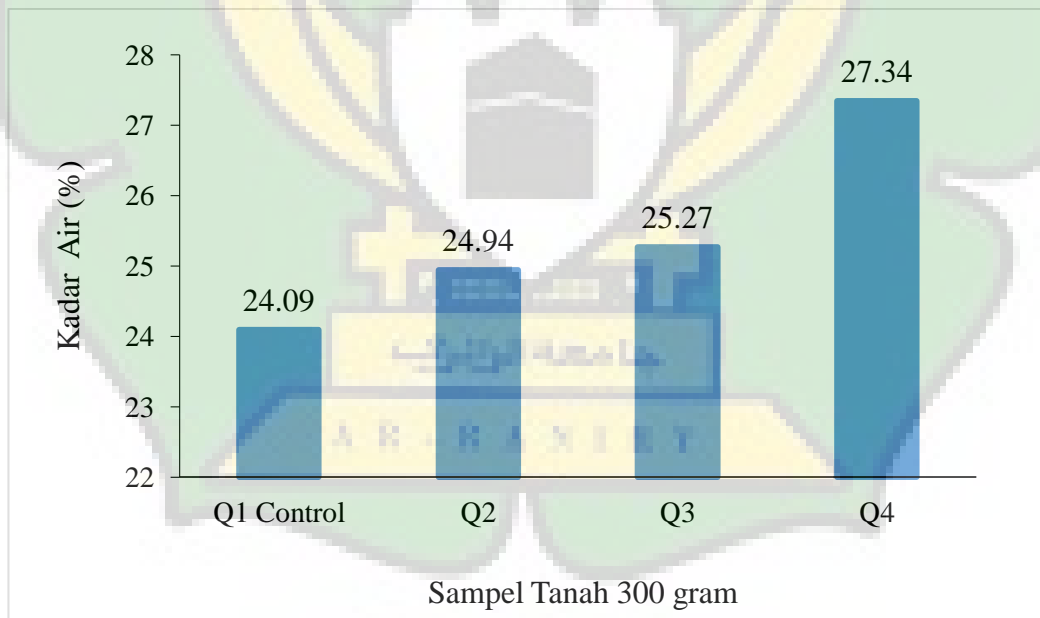
Peningkatan yang sangat tinggi terjadi pada sampel P3 dan P4 (Gambar 4.3) dengan nilai kadar air yang diperoleh P4 27,45%. Terjadinya peningkatan kadar nilai ini diduga pada sampel P4 terjadi penambahan EM4 lebih banyak dengan konsentrasi 7 ml. Begitu juga perbedaan pada konsentrasi dari berbagai taraf perlakuan. Hasil uji menunjukkan bahwa pemberian makanan bakteri (EM4) memberikan pengaruh terhadap % kadar air. Hal tersebut didukung oleh pernyataan (Isroi, 2005). Kelembaban memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroorganisme dan secara tidak langsung berpengaruh pada suplai oksigen. Mikroorganisme dapat dimanfaatkan bahan

organik apabila bahan organik tersebut larut dalam air. Kelembaban 40-60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroorganismenya.

Hasil analisis kadar air pada perlakuan sampel tanah 300 gram dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai kadar air sampel tanah 300 gram

| No | Nama Sampel | % kadar air |
|----|-------------|-------------|
| 1 | Q1 Control | 24,09 |
| 2 | Q2 | 24,94 |
| 3 | Q3 | 25,27 |
| 4 | Q4 | 27,34 |



Gambar 4.4 Grafik kadar air pada sampel tanah 300 gram (Q).

. Hasil analisis sampel Q1 dan Q2 dapat dilihat perbandingan pada Gambar 4.4 terjadi peningkatan kadar air dari Q1 ke Q2 dengan nilai kadar air pada sampel Q2 yaitu 24,94% dibandingkan Q1 dengan nilai kadar air 24,09%.

Hal ini disebabkan berpengaruh pada faktor lingkungan yang salah satunya yaitu faktor curah hujan dan cuaca yang terlalu panas.

Hasil analisis Q3 dan Q4 dapat dilihat perbandingan pada Gambar 4.4 mengalami kenaikan kadar air yang relatif tinggi dibandingkan dengan Q3, yaitu sebesar 27,34%. Hal ini diduga pada sampel Q4 terjadi penambahan EM4 yang lebih besar konsentrasinya yaitu 7 ml dibandingkan Q2 konsentrasi EM4 hanya 3 ml dan Q3 dengan konsentrasi EM4 5 ml. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Higa dan James (1997) hasil fermentasi bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme efektif 4 (EM4) antara lain adalah asam laktat dan amino yang dapat diserap langsung oleh tanaman sebagai antibiotik yang mampu menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan.

Menurut Indriani (2007) kadar air memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroorganisme dan secara tidak langsung berpengaruh pada suplai oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kadar air 40% – 60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroorganisme. Namun pada proses komposting kadar air yang berlebih akan menghambat perkembangan mikroorganisme. Kadar air berlebih ini dapat diketahui dengan cara mudah dan sederhana dengan metode uji genggam, dimana bila bahan yang dikomposting digenggam akan meneteskan air.

4.3 TPH

Bioremediasi limbah hidrokarbon pada tanah humus, mampu mendegradasi TPH dari 4,69 menjadi 27,57% selama 4 minggu. Hasil analisis memperlihatkan bahwa perlakuan tanah humus dan bakteri berpengaruh terhadap degradasi TPH. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa status nutrisi tanah merupakan faktor penentu aktivitas mikroba. Berikut ini contoh perhitungannya :

$$\begin{aligned} \% \text{ Degradasi} &= \frac{(4,69-3,46)}{(4,69)} \times 100\% \\ &= 26,29 \end{aligned}$$

Dimana : TPH₀ = TPH control (gram)

TPH_n = TPH hari ke-n (gram)

Hasil analisis TPH pada perlakuan sampel tanah 200 gram dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel.4.4 Nilai TPH pada sampel tanah 200 gram

| Nama Sampel | TPH Awal Sebelum degradasi (H-0) | TPH Setelah Degradasi (H-30) | % Degradasi |
|-------------|----------------------------------|------------------------------|--------------|
| P1 kontrol | 4,69 | 4,69 | 0 |
| P2 | 4,69 | 3,46 | 26,29 |
| P3 | 4,69 | 3,43 | 26,93 |
| P4 | 4,69 | 3,40 | 27,57 |

Pada proses pengolahan data diperoleh nilai optimum untuk degradasi TPH pada kombinasi perlakuan tanah 200 gram 21.28 dan EM4 11.38 yang mampu mendegradasi TPH 83.43 %. Penambahan EM4 dan jerami berpengaruh terhadap degradasi TPH.

Pada hasil analisis sampel P1 dapat dilihat pada Tabel 4.4 tidak terjadi degradasi dengan kadar TPH awal sebesar 4,69 karena berperan sebagai sampel control yang digunakan tanah humus dan limbah oli, diketahui mikroba pendegradasi tidak bekerja karena masih dalam proses awal pengomposan. Berbeda jika dibandingkan dengan tanah humus setelah dikomposting yang lebih banyak mengandung mikroorganismenya pendegradasi limbah oli dan pada pengolahan data sampel P1 dengan nilai 0% karena berdasarkan perhitungan TPH awal dikurangi dengan TPH akhir dan dibagi TPH awal dikali dengan 100%. Hasil analisis memperlihatkan bahwa perlakuan tanah humus dan bakteri berpengaruh terhadap degradasi TPH. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya

yang menyatakan bahwa status nutrisi tanah merupakan faktor penentu aktivitas mikroba (Komar & Irianto 2000).

Hasil analisis sampel P1 dapat dilihat pada tabel 4.4 terjadi degradasi TPH yang tinggi pada sampel P4. Hal ini dikarenakan penambahan air sebagai sampel tanah lebih lembab dan bakteri lebih aktif disebabkan mengandung banyak bakteri pendegradasi limbah oli, dengan TPH awal pada P1 4,69 terjadi degradasi sebesar 0% dan pada sampel P2 TPH setelah komposting sebesar 3,46 terjadi degradasi sebesar 26,29%. Pernyataan ini juga merujuk pada penelitian sebelumnya, Aliyanta et al. (2012) telah melakukan penelitian tentang efektifitas biokompos, dan kelompok mikroba yang efektif dalam bioremediasi lahan tercemar minyak bumi yang dilakukan dalam skala laboratorium. Penambahan kompos dan urea dapat meningkatkan efisiensi degradasi Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) sebesar 91,15%

Pada hasil analisis sampel P3 dan P4 dapat dilihat pada tabel 4.4 terjadi penurunan TPH yang relatif sedikit. Hal ini disebabkan pengaruh penambahan konsentrasi EM4 7 ml sedangkan pada P3 penambahan konsentrasi EM4 5 ml. TPH awal sampel P4 yaitu 4,69 terjadi penurunan pada TPH setelah pengomposan 3,40, degradasi sebesar 27,57%. Hal ini juga merujuk pada penelitian (Jumbriah, 2006) Pada penelitian sebelumnya bioremediasi dengan cara pengomposan telah digunakan untuk berbagai jenis polutan seperti pencemar klorofenol di tanah. Secara umum bioremediasi limbah hidrokarbon dengan penambahan EM4 dan tanah kompos dilakukan pada skala laboratorium membutuhkan waktu bioremediasi antara 3 hingga 5 bulan mampu mendegradasi 25 % sampai dengan 97.5 %

Berdasarkan hasil dari analisis TPH pada sampel tanah 200 gram TPH yang terdegradasi paling tinggi pada P4 dikarenakan konsentrasi EM4 yang digunakan lebih banyak (7 ml) dibandingkan P2, dan P3, dan disebabkan oleh faktor lingkungan seperti pH, kelembaban dan struktur tanah berperan sebagai sumber nutrisi, dengan demikian memperbaiki lingkungan tanah terkontaminasi. Faktor lain yang mempengaruhi proses rizoremediasi mencakup inokulasi,

penambahan nutrisi, kadar organik tanah, (Lin and Mendelsohn, 1998; Hutchinson et al., 2001)

Tabel.4.5 Nilai TPH pada sampel tanah 300 gram

| Nama Sampel | TPH Awal Sebelum degradasi (H-0) | TPH Setelah degradasi (TPH-30) | % Degradasi |
|-------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------|
| Q1 kontrol | 4,69 | 4,69 | 0 |
| Q2 | 4,69 | 3,82 | 18,62 |
| Q3 | 4,69 | 3,52 | 25,01 |
| Q4 | 4,69 | 3,64 | 22,45 |

Dari hasil analisis dan pengolahan data pada sampel tanah 300 gram (Q), Q1 tidak terjadi degradasi karena berperan sebagai kontrol dan digunakan tanah humus dan limbah oli. Tanah yang mengantung lebih sedikit mikroorganismes dekomposer dan tidak bekerja dalam mendegradasi karena masih hari pertama dibandingkan tanah humus yang setelah dikomposting lebih banyak mengandung mikroorganismes pendegradasi contohnya bakteri *Lactobacillus* yang sangat berperan dalam proses bioremediasi limbah oli.

Pada hasil analisis sampel Q1 (300 gram tanah humus + 30 ml limbah oli) dapat dilihat pada tabel 4.5 tidak terjadi degradasi karena berperan sebagai kontrol yang digunakan tanah humus dan limbah oli, tanah humus sebelum komposting diketahui lebih sedikit mengandung bakteri pendegradasi sangat berbeda jika dibandingkan dengan tanah humus yang setelah komposting lebih banyak mengandung mikroorganismes pendegradasi limbah oli.

Hasil analisis sampel Q1 (300 gram tanah humus+ 30 ml limbah oli) dan Q2 terjadi penurunan TPH yang relatif tinggi (Tabel 4.) . Hal ini disebabkan

pengaruh faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban dan intensitas cahaya matahari (lampiran hal 40). pada Q1, dengan TPH awal sebelum dikomposting pada Q1 4,69 dan TPH setelah komposting 4,69 terjadi degradasi sebesar 0% dan pada sampel Q2 TPH awal sebesar 4,69 dan TPH setelah dikomposting sebesar, 3,82 terjadi degradasi sebesar 18,62%. Penelitian sebelumnya menyatakan Fermiani (2003) agar transfer gas untuk proses oksigenase dapat berjalan dengan baik. Hasil analisis kadar air tanah masih berada pada kondisi optimum untuk pertumbuhan bakteri.

Pada hasil analisis sampel Q2 dan Q3 dapat dilihat pada Tabel 4.5 terjadi penurunan TPH yang tidak terlalu tinggi . Hal ini diduga pengaruh faktor lingkungan pada saat penelitian berlangsung seperti curah hujan yang terlalu tinggi juga berpengaruh terhadap proses bekerjanya mikroorganisme dalam mendegrasi limbah oli (lampiran hal 40). TPH awal pada Q3 yaitu 4,69 dan TPH setelah komposting sebesar 3,52 mengalami penurunan degradasi sebesar 25,01%. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya, jika temperatur mencapai 60°C, fungi akan berhenti bekerja dan proses perombakan dilanjutkan oleh *aktinomyces* serta strain bakteri pembentuk spora (Simamora dan Salundik, 2008). Ada hubungan langsung antara peningkatan temperatur dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses degradasi.

Analisis sampel Q3 dan Q4 dapat dilihat pada Tabel 4.5 terjadi penurunan TPH yang relatif sedikit. Hal ini disebabkan pengaruh pada faktor penambahan jerami yang berperan sebagai nutrisi untuk mikroorganisme dalam mendegradasi limbah oli. TPH awal sampel sebelum komposting sebesar 4,69 dan Q4 setelah dikomposting yaitu 3,64 terjadi penurunan degradasi sebesar 22,45%. White et al. (1999) menjelaskan bahwa penambahan nutrisi menyebabkan perubahan ekologi mikroba yang dapat mempercepat proses bioremediasi.

Berdasarkan hasil dari analisis TPH pada sampel tanah 300 gram TPH yang terdegradasi paling tinggi pada sampel Q3 diduga disebabkan mikroorganisme dalam mendegradasi limbah oli berkerja dengan baik

dibandingkan Q2, dan Q4, dan disebabkan oleh faktor lingkungan seperti pH, kelembaban dan struktur tanah berperan sebagai sumber nutrien, dengan demikian memperbaiki lingkungan tanah terkontaminasi. Proses degradasi paling bagus dari kedua sampel tanah humus 200 gram dan tanah humus 300 gram yaitu pada Komposisi terbaik dalam penurunan TPH adalah sampel tanah humus 200 gram P4 (200 gram tanah humus + 7 ml EM4) dengan persentase penurunan sebesar 27,57% dalam waktu 30 hari. Sedangkan, kadar yang dibutuhkan untuk menurunkan TPH sesuai baku mutu 1%, berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 128 Tahun 2003 tentang Tata Cara Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi dengan Cara Biologi.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil data pengamatan dan pembahasan yang dilakukan dapat diambil kesimpulan :

1. Penambahan EM4 dan tanah humus dapat meningkatkan efisiensi degradasi TPH dan diperoleh hubungan positif antara jumlah penambahan EM4 dan tanah humus terhadap tingkat degradasi TPH.
2. Penambahan konsentrasi EM4 dan tanah humus sangat berpengaruh dalam proses bioremediasi limbah oli, nilai pH yang optimum untuk proses pengomposan sampel tanah 200 gram dan sampel tanah 300 gram berkisar antara 6,5-6,9.
3. Konsentrasi EM4 dan tanah humus sangat berpengaruh dalam proses bioremediasi limbah oli, kadar air pada proses bioremediasi pada berbagai taraf perlakuan berkisar antara 23,60% – 27,39% dengan rata-rata 24.98%

5.2 Saran

1. Penelitian ini bisa dilanjutkan dengan uji tanah yang berbeda dari penelitian sebelumnya.
2. Perlu diuji kembali efektivitas bioremediasi limbah oli dengan menggunakan agent yang lain
3. Diharapkan pada penelitian lanjutan bisa ditambahkan parameter analisis limbah oli lainnya seperti mengukur kadar abu, kelembapan dan pengukuran dekomposer agar diperoleh hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhyar. (2014). *Perancangan Dan Pembuatan Tungku Peleburan Logam Dengan Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar*. Prosiding Semnastek, 1(1).
- Azhari, Titien S. R. 1998. "*Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)*". AKSIAL, Jurnal Teknologi, sains, Humaniora, dan Pengajarannya. Nomor 4 Tahun I Edisi Oktober 1998.
- Aliyanta, Barokah, Sumarlin, La Ode, & Mujab, Ahmad Saepul. (2012). *Penggunaan Biokompos dalam Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Minyak Bumi*. Jurnal Kimia VALENSI, 2(3)
- Basuki, Witono.(2016). *Biodegradasi Limbah Oli Bekas Oleh *Lycinibacillus sphaericus* TCP C 2.1*. Jurnal Teknologi Lingkungan, 12(2), 111-119.
- Capone, D., & Bauer, J. (1992). *Microbial Processes in Coastal Pollution, Environmental Microbiology*. New York: Willey-Liss Inc.
- Crawford, L., & Crawford, LD. (1996). *Bioremediation*. Cambridge University Press: Principles And Application.
- Hartutik, S., Sriatun dan Taslimah. 2009. *Pembuatan Pupuk dari Limbah Bunga Kenanga dan Pengaruh Persentase Zeolid terhadap Ketersediaan Nitrogen Tanah*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Head, M., Daniel, F., Swannell, J., Fratepietro, F., Jones, M., Milner, G., & Rolling, F. (2004). *Bacterial Community Dynamics and Hydrocarbon Degradation During a Field-Scale Evaluation of Bioremediation on a Mudflat Beach Contaminated with Buried Oil*. Appl. Environ. Microb, 70: 2603 - 2613.
- Hagwell, I.S., L.M. Delfino, J.J. Rao. 1992. *Partitioning of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from oil into water*. Environ. Sci. Technol. 26: 21042110.

- Juliani, A., & Rahman, F. (2015). *Bioremediasi Lumpur Minyak (Oil Sludge) dengan Penambahan Kompos sebagai Bulking Agent dan Sumber Nutrien Tambahan*. Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan, 3(1), 001-018. .
- Jumbriah. (2006). *Bioremediasi Tanah tercemar Diazinon Secara Ex Situ dengan Menggunakan Kompos Limbah Media Jamur (Spent Mushroom Compost)*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.: Tesis.
- Kepala Biro Peraturan Perundang-undangan I. 1999. Peraturan Pemerintahan RI No. 18 Tahun 1999 *tentang pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*. Jakarta, Indonesia.
- Komar, S., & Irianto, A. (2000). *Bioremediation In Vitro Tanah Tercemar Toluena Dengan Penambahan Baccilus Galur Lokal*. J. Mikrob. Ind, 5 (2), 43 -47.
- Kurniawan, F. (2014). *Pengaruh Tumpahan Bakar Minyak dan Oli Terhadap Kinerja Campuran Lataston WC- dengan menggunakan metode Marshall*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 2(3): 553-559.
- Karwati. (2009). *Degradasi Hidrokarbon pada Tanah Tercemari Minyak Bumi dengan Isolat A10 dan D8*. [Skripsi]. Bogor. IPB.
- Kin, L. K (2008). *Bioremediation Of Spent Lubricating Oil-Contaminated Sediments In Mangrove Microcoms*. [Thesis]. Hongkong: City University Of Hongkong
- Mukhlisoh, I. (2012). *Pengolahan Limbah B3 Bengkel Resmi Kendaraan Bermotor Roda Dua di Surabaya Pusat*. Surabaya: ITS Paper.
- Murbandono, L. (2001). *Membuat Kompos*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Metting, F.B.1993. *Soil Microbiology: Application in Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker, Inc. New York
- Mas'ud, Zainal Alim, Anas, Iswandi, Setiadi, Yadi, & Yani, Mohamad. (2010). *Bioremediasi Tanah Tercemar Limbah Minyak Berat Menggunakan Konsorsium Bakteri*.

- Nugroho, A. 2009. *Produksi Gas Hasil Biodegradasi Minyak Bumi: Kajian Awal Aplikasinya dalam Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR)*. Makara, Sains. Vol 13. No.2. 111-116.
- Ristiati, Ni Putu.(2013). *Uji Kemampuan Isolat Bakteri Pendegradasi Minyak Solar Terhadap Limbah Oli Dari Perairan Pelabuhan Celukan Bawang*. Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional MIPA.
- Rump, H.H., Weinheim, H.K. (1992). *Laboratory Manual for The Examination of Water, Wastewater and Soil*. VCH.
- Schinner, F., & Margesin, R. (2001). *Bioremediation (Natural Attenuation and Biostimulation) of Diesel-Oil-Contaminated Soil in an Alpine Clacier Skiing Area*. Appl. Environ. Microb., , 67 (7), 3127 –3133.
- Surtikanti, H., & Surakusumah, w. (2014). *Studi Pendahuluan Tentang Peranan Tanaman dalam Proses Bioremediasi Oli Bekas dalam Tanah Tercemar*. Ekologi dan Biodiversitas Tropika, 2(1): 11-14.
- Surung M. Y., 2008. *Pengaruh Dosis EM4 (Effective Microorganism-4) dalam Air Minum Terhadap BeratBadan Ayam Buras*. Jurnal Agrisistem, Vol 4.4
- Simamora, S dan Salundik. 2008. *Meningkatkan Kualitas Bokasi*. Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Witono., B. 2007. *Bioremediasi Lingkungan Tercemar*. Jurnal Sains, Teknologi dan Budaya Al Azhar Indonesia. 6 (3): 01-11
- Watts, R. J. 1997. *Hazardous Waste Sources, Pathways, Receptor*. New York : John wiley &sons, inc
- Yani, M., & Fauzi, M. (2005). *Penanggulangan Lahan dan Perairan Terkontaminasi Senyawa Hidrokarbon dengan Metode Bioremediasi*. Seminar Nasional Bioremediasi: Perkembangan Kebijakan Riset dan Penerapan Bioremediasi di Indonesia., PKSPL-IPB.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data analisis pH

| SAMPSEL | pH | | | |
|---------|--------|---------|---------|---------|
| | 7 hari | 14 hari | 21 hari | 28 hari |
| P1 | 6,9 | 6,7 | 6,8 | 6,8 |
| P2 | 6,8 | 6,5 | 6,3 | 6,2 |
| P3 | 6,7 | 6,6 | 6,4 | 6,2 |
| P4 | 6,7 | 6,4 | 6,1 | 6,1 |
| Q1 | 6,9 | 6,8 | 6,8 | 6,8 |
| Q2 | 6,8 | 6,6 | 6,4 | 6,2 |
| Q3 | 6,9 | 6,8 | 6,3 | 6,2 |
| Q4 | 6,9 | 6,5 | 6,0 | 6,0 |

Lampiran 2. Data Uji kadar air

| No | Nama Sampel | Berat Cawan Porselin (gr) | Berat Sampel (gr) | Berat Sampel + Berat Cawan Porselin (gr) | Hasil setelah 24 jam (Berat Sampel + Berat Cawan Porselin) (gr) | Berat Sampel setelah 24 jam (gr) | % kadar air |
|----|---------------|---------------------------|-------------------|--|---|----------------------------------|-------------|
| 1 | P1 Control | 52,869 | 5,006 | 57,875 | 56,504 | 3,635 | 27,39 |
| 2 | P2 | 40,569 | 5,003 | 45,572 | 44,371 | 3,802 | 24,01 |
| 3 | P3 | 52,354 | 5,006 | 57,36 | 56,189 | 3,835 | 23,39 |
| 4 | P4 | 49,345 | 5,002 | 54,347 | 53,164 | 3,819 | 23,65 |
| 5 | Q1 Control | 52,869 | 5,006 | 57,875 | 56,504 | 3,635 | 27,39 |
| 6 | Q2 | 48,058 | 5,005 | 53,063 | 51,798 | 3,74 | 25,27 |
| 7 | Q3 | 39,641 | 5,002 | 44,643 | 43,438 | 3,797 | 24,09 |
| 8 | Q4 | 42,391 | 5,001 | 47,392 | 46,145 | 3,754 | 24,94 |

Lampran 3. Data analisis TPH

| Nama Sampel | Berat Erlenmeyer Kosong (gr) | Berat Erlenmeyer Kosong (gr) | Berat Sampel (gr) | Berat Sampel + Berat Erlenmeyer Kosong (gr) | Berat Gelas Kimia Kosong (gr) | Berat Akhir Sampel TPH + Berat Gelas Kimia Kosong (gr) | TPH (H-0) | TPH (H-30) | % Degradasi |
|-------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|---|-------------------------------|--|-----------|------------|-------------|
| P1 Control | 140,376 | 140,376 | 5,006 | 145,382 | 26,849 | 31,543 | 4,694 | 4,69 | 0 |
| P2 | 134,997 | 134,997 | 5,007 | 140,004 | 30,858 | 34,313 | 4,694 | 3,46 | 26,29 |
| P3 | 139,634 | 139,634 | 5,002 | 144,636 | 40,678 | 44,107 | 4,694 | 3,43 | 26,93 |
| P4 | 142,489 | 142,489 | 5,004 | 147,493 | 27,295 | 30,694 | 4,694 | 3,40 | 27,57 |
| Q1 Control | 140,376 | 140,376 | 5,006 | 145,382 | | 31,543 | 4,694 | 4,69 | 0 |
| Q2 | 134,878 | 134,878 | 5,010 | 139,888 | 40,997 | 44,879 | 4,694 | 3,82 | 18,62 |
| Q3 | 142,411 | 142,411 | 5,002 | 147,413 | 31,554 | 35,113 | 4,694 | 3,52 | 25,01 |
| Q4 | 134,753 | 134,753 | 5,001 | 139,754 | 31,174 | 34,778 | 4,694 | 3,64 | 22,45 |

Lampiran 4. Foto kegiatan selama penelitian



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Lisa Ariani
2. Tempat/Tanggal Lahir : Ie Alang Dayah/22 Juli 1995
3. Jenis Kelamin : Perempuan
4. Agama : Islam
5. Kabupaten/Suku : Aceh Besar
6. Status/NIM : Mahasiswa/140702015
7. Alamat : Jln. Banda Aceh Medan, Ie Alamg Dayah,
Kecamatan Kuta Cot Glie, Kabupaten Aceh
Besar

8. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Marwan
 - b. Ibu : Ainal Marziah
 - c. Alamat : Jln. Banda Aceh Medan, Ie Alamg Dayah,
Kecamatan Kuta Cot Glie, Kabupaten Aceh
Besar

9. Pendidikan
 - a. Sekolah Dasar : SDN Ie Alang
 - b. SMP : SMP N 3 Kuta Cot Glie
 - c. SMA : MAN Sibreh
 - d. Perguruan Tinggi : Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains
dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Ar-Raniry

Banda Aceh, 20 Januari 2019

Lisa Ariani