

**PENGARUH KOMPOSTING UNTUK PENAMBAHAN
KOTORAN DOMBA TERHADAP PENURUNAN KADAR *Total
Petroleum Hydrokarbon* (TPH) TANAH TOP SOIL YANG
TERCEMAR LIMBAH OLI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

MAULIDA

NIM. 150702003

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M / 1442 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR
PENGARUH KOMPOSTING UNTUK PENAMBAHAN
KOTORAN DOMBA TERHADAP PENURUNAN KADAR *Total*
***Petroleum Hydrokarbon* (TPH) TANAH TOP SOIL YANG**
TERCEMAR LIMBAH OLI

TUGAS AKHIR

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

Diajukan Oleh:

MAULIDA

NIM. 150702003

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

Banda Aceh, 7 Juli 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Husnawati Yahya, M.Sc.

NIDN. 2009118301

Pembimbing II,



Syafrina Sari Lubis, M. Si

NIDN. 2025048003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Nur Aida, M.Si.

NIDN. 201606780

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH KOMPOSTING UNTUK PENAMBAHAN
KOTORAN DOMBA TERHADAP PENURUNAN KADAR *Total
Petroleum Hydrokarbon (TPH)* TANAH TOP SOIL YANG
TERCEMAR LIMBAH OLI**

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Jum'at, 22 Juli 2022
21 Dzulhijjah 1443

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Husnawati Yahya, M.Sc.
NIDN. 2009118301

Sekretaris,

Syafriga Sari Lubis, M.Si.
NIDN. 2025048003

Penguji I,

Dr. Nur Aida, M.Si.
NIDN. 201606780

Penguji II,

Reni Silvia Nasution, M.Si.
NIDN.2022028901

Mengetahui,

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



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

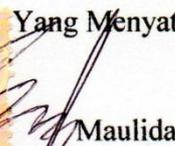
Nama : Maulida
NIM : 150702003
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Pengaruh *komposting* untuk penambahan kotoran domba terhadap penurunan kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) Tanah Top Soil yang tercemar limbah oli

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

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

Banda Aceh, 22 Juli 2022

Yang Menyatakan

Maulida
NIM: 150702003



ABSTRAK

Nama : Maulida
Nim : 150702003
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengaruh *komposting* untuk penambahan kotoran domba terhadap penurunan kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) Tanah Top Soil yang tercemar limbah oli
Tanggal Sidang :
Jumlah Halaman :
Pembimbing I : Husnawati Yahya, M. Sc.
Pembimbing II : Syafrina Sari Lubis, M. Si
Kata Kunci : Kotoran Domba, Tanah Tercemar Oli, *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH), Koloni Bakteri.

Semakin meningkatnya penggunaan oli maka semakin banyak pula oli bekas yang dihasilkan, sehingga dampak pencemaran yang ditimbulkan pada tanah juga semakin besar. Oleh sebab itu sangat diperlukan upaya untuk mengolah limbah oli dengan metode pendekatan secara biologis yang dikenal dengan bioremediasi. Karena bioremediasi merupakan salah satu teknologi atau Pengelolaan lingkungan yang ekonomis dan efektif dengan cara memanfaatkan aktivitas mikroba seperti bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan kotoran domba terhadap penurunan kadar TPH tanah top soil yang tercemar limbah oli, penelitian yang dilakukan adalah penggunaan metode *composting* dengan penambahan kotoran domba pada proses biodegradasi tanah yang tercemar limbah oli. perlakuan pupuk kotoran domba terdiri dari 3 taraf 0%, 30% dan 50% penambahan kotoran domba dengan 4 kali ulangan kontrol (K1) dan 8 kali ulangan pada perlakuan (P1) dan (P2). Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran pH, suhu, kelembaban, nilai TPH dan total koloni bakteri. Hasil penelitian penambahan kotoran domba dengan konsentrasi 50% mampu menurunkan massa % TPH yang awalnya 10.8 % menjadi 1.2 % setelah melakukan *composting* selama 30 hari dengan efektifitas degradasi TPH sebesar 88.8 % di hari ke 30. Total koloni bakteri yang diperoleh sebesar $1,3 \times 10^6$ hari ke 0 $5,6 \times 10^6$ di hari ke-30 pada kontrol (K), pada perlakuan ke-1 (P1) pada hari ke-0 jumlah koloni sebanyak $0,8 \times 10^6$, hari ke-30 $2,7 \times 10^6$ koloni, perlakuan ke-2 (P2) hari ke-0 $4,7 \times 10^6$ koloni di hari ke 30 $1,7 \times 10^6$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu *composting* dan penambahan konsentrasi kotoran domba berpengaruh pada penurunan nilai TPH.

ABSTRAK

Name : Maulida
Student IDNumber : 150702003
Department : Environmental Engineering
Title : Effect of composting for addition of sheep manure to decrease Total Petroleum Hydrocarcon (TPH) levels of top soil contaminated with waste oil
Date of Session :
Number of pages :
Advisor I : Husnawati Yahya, M. Sc.
Advisor II : Syafrina Sari Lubis, M. Si.
Keywords : Sheep Dung, Oil Contaminated Soil, Total Petroleum Hydrocarbon (TPH), Bacterial Colonies.

With the increasing use of oil, more used oil is produced, so the impact of pollution on the soil is also getting bigger. Therefore, efforts are needed to treat waste oil with a biological approach known as bioremediation. Bioremediation is an economical and effective technology for environmental management by utilizing microbial activity such as bacteria. This study aims to detect the effect of adding sheep dung on the reduction of TPH levels in topsoil contaminated with oil waste. Sheep manure treatment consisted of 3 levels of 0%, 30% and 50% addition of sheep manure with 4 repetitions of control (K1) and 8 repetitions of treatment (P1) and (P2). In this study, measurements of pH, temperature, humidity, TPH value and total bacterial colonies were carried out. The results of the study that the addition of sheep manure with a concentration of 50% was able to reduce the mass of % TPH which was initially 10.8% to 1.2% after composting for 30 days with the effectiveness of TPH degradation of 88.8% on day 30. The total bacterial colonies obtained were 1.3×10^6 on the next day. $0, 5,6 \times 10^6$ on the 30th day on the control (K), on the 1st treatment (P1) on the 0th day the number of colonies was $0,8 \times 10^6$, on the 30th day $2,7 \times 10^6$ colonies, the 2nd treatment (P2) on day 0 $4,7 \times 10^6$ colonies on day 30 $1,7 \times 10^6$. The results showed that the composting time and increasing the concentration of sheep manure affected decreasing the TPH value.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T. karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh komposting Untuk Penambahan Kotoran Domba Terhadap Penurunan Kadar Total Petroleum Hydrokarbon (TPH) Tanah Top Soil Yang Tercemar Limbah Oli”**. Shalawat dan salam teruntuk Rasulullah Muhammad SAW. sebagai pencetus kebaikan dan ilmu pengetahuan di muka bumi. Tugas Akhir disusun sebagai salah satu persyaratan untuk Penyusunan Tugas Akhir (TA) pada Prodi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Dengan Berkat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu penulis ucapkan banyak terima kasih untuk:

1. Dr. Azhar Amsal, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi serta semua Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Uin Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Husnawati Yahya, M.Sc. selaku Sekretaris Jurusan Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Uin Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc. Selaku Pembimbing akademik
5. Husnawati Yahya, M.Sc. selaku Pembimbing I yang sudah memberikan bimbingan serta pengarahan kepada penulis selama proses penulisan Tugas Akhir dan Koordinator Tugas Akhir.
6. Syafrina Sari Lubis, M. Si. Selaku Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama proses penulisan Tugas Akhir.
7. Seluruh Dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah memberikan dan membagi ilmunya kepada penulis.
8. Kepala Laboratorium Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry dan Asisten Laboratorium Teknik Lingkungan serta Asisten Laboratorium Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

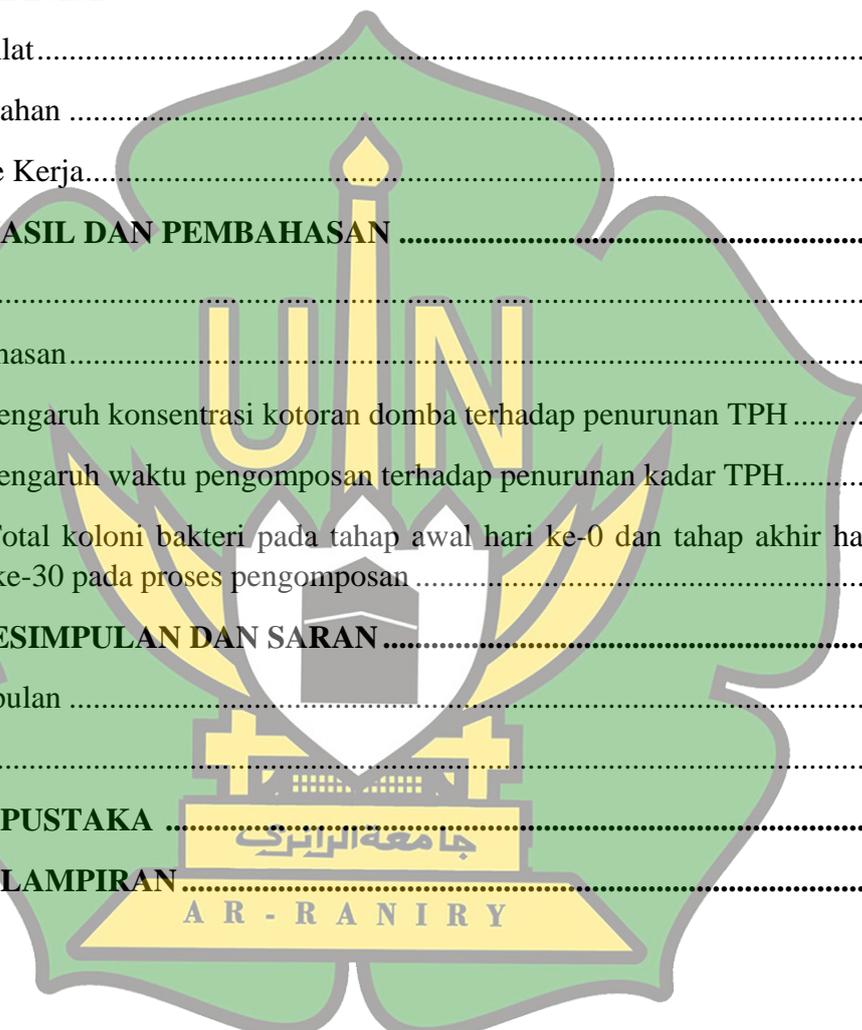
Kemudian ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya taklupa pula penulis ucapkan kepada Orang tua, Saudara Sekandung dan sanak saudara yang senantiasa memberikan doa dan dukungan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini, beserta teman seangkatan Teknik Lingkungan 2015.



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYARTAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Limbah Oli	7
2.2 Bioremediasi	9
2.2.1 Cara Yang Digunakan Pada Tahap Bioremediasi	11
2.2.2 Beberapa Faktor Yang Berdampak Pada Proses Bioremediasi.....	13
2.3 Kotoran Domba.....	15
2.4 Composting	16
2.5 TPH	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Tahapan Penelitian	18
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	19

3.2.1 Tempat Penelitian	19
3.2.2 Waktu Penelitian	19
3.3 Lokasi Pengambilan Sampel	21
3.4 Alat dan Bahan	21
3.4.1 Alat	21
3.4.2 Bahan	21
3.5 Metode Kerja	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil	28
4.2 Pembahasan	28
4.2.1 Pengaruh konsentrasi kotoran domba terhadap penurunan TPH	28
4.2.2 Pengaruh waktu pengomposan terhadap penurunan kadar TPH	29
4.2.3 Total koloni bakteri pada tahap awal hari ke-0 dan tahap akhir hari ke-30 pada proses pengomposan	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
DAFTAR LAMPIRAN	46



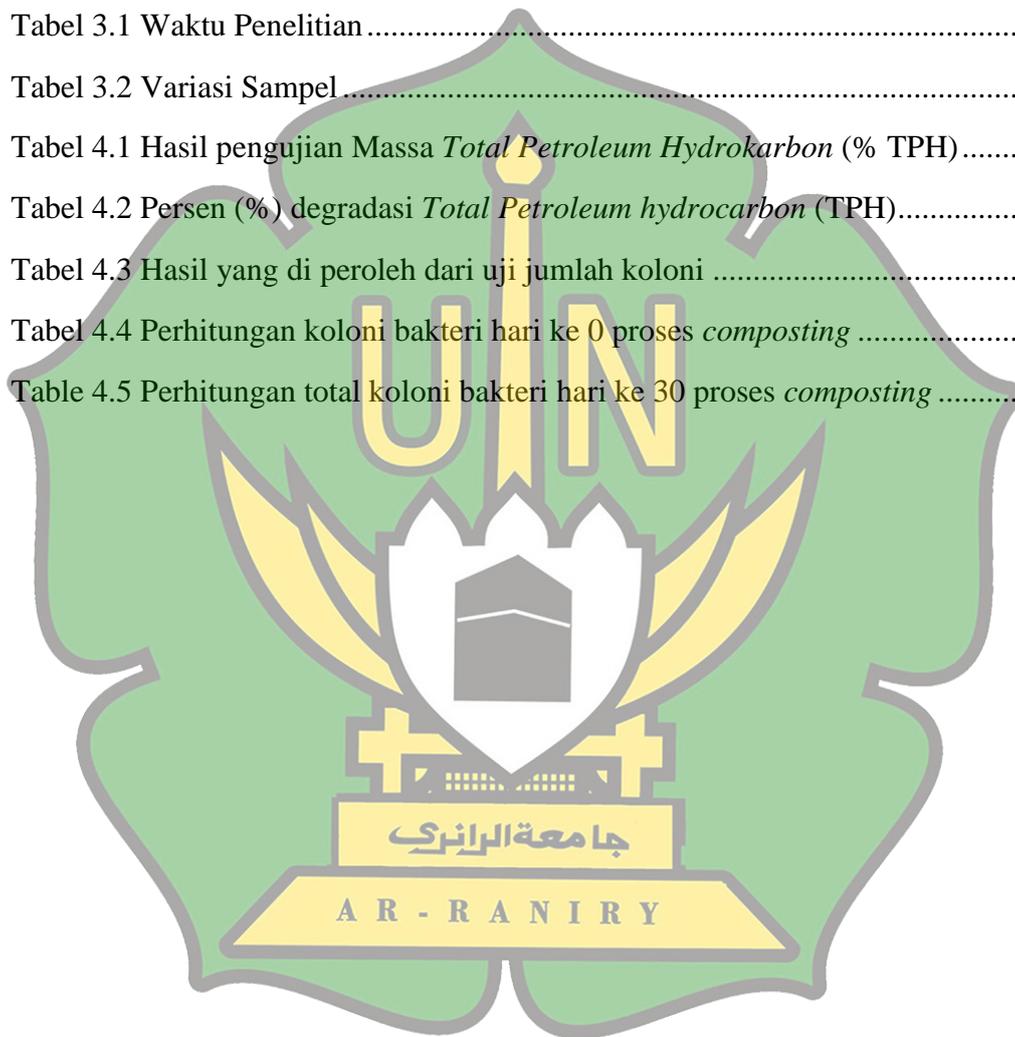
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	18
Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan sampel.....	21
Gambar 4.1 jumlah rata- rata pH pengomposan selama 30 hari	31
Gambar 4.2 pengukuran suhu	33
Gambar 4.3 Variasi Sampel	34
Gambar 4.4 Tanah <i>composting</i> hari ke 0 dan hari ke 30.....	36



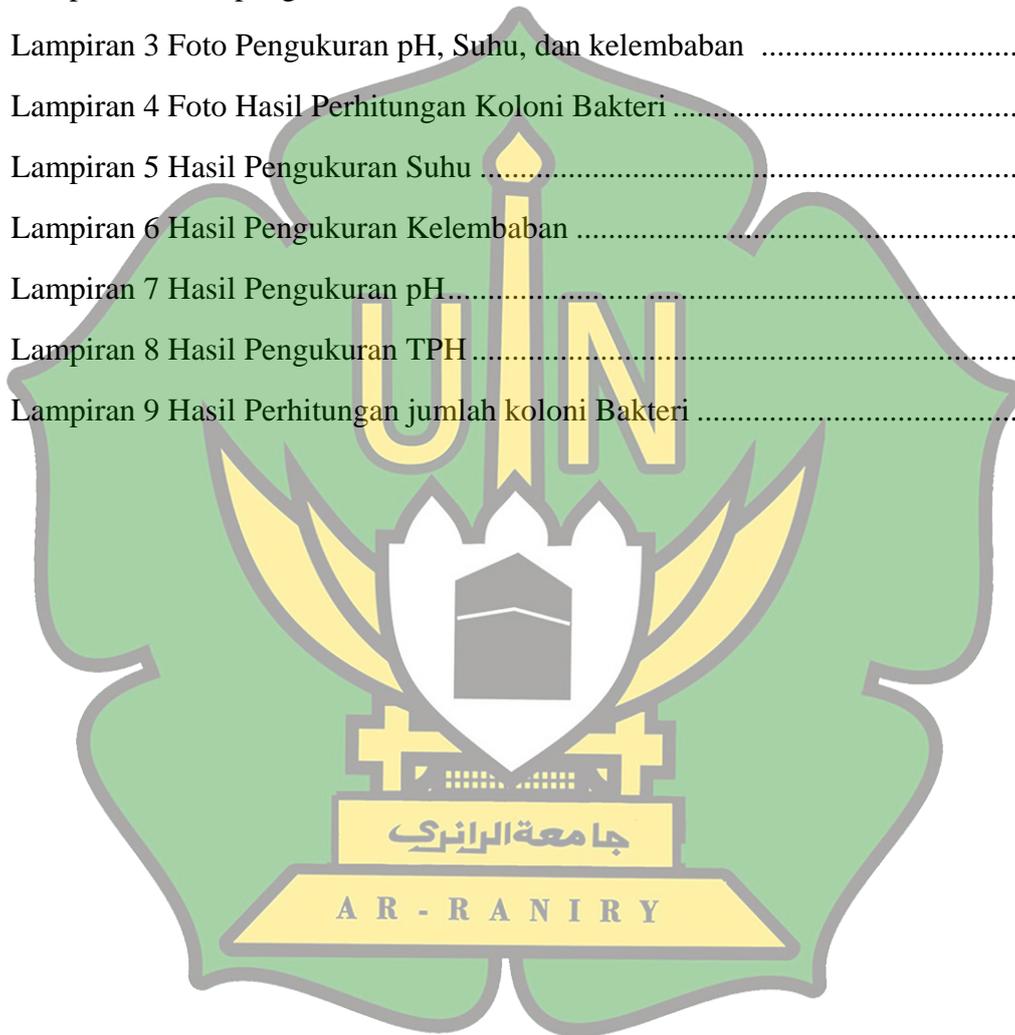
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Jenis maupun kandungan zat hara yang terkandung dibeberapa kotoran ternak.....	16
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	20
Tabel 3.2 Variasi Sampel	23
Tabel 4.1 Hasil pengujian Massa <i>Total Petroleum Hydrokarbon</i> (% TPH).....	28
Tabel 4.2 Persen (%) degradasi <i>Total Petroleum hydrocarbon</i> (TPH).....	29
Tabel 4.3 Hasil yang di peroleh dari uji jumlah koloni	36
Tabel 4.4 Perhitungan koloni bakteri hari ke 0 proses <i>composting</i>	39
Table 4.5 Perhitungan total koloni bakteri hari ke 30 proses <i>composting</i>	40



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Foto persiapan sampel	47
Lampiran 2 Foto pengukuran TPH	47
Lampiran 3 Foto Pengukuran pH, Suhu, dan kelembaban	48
Lampiran 4 Foto Hasil Perhitungan Koloni Bakteri	49
Lampiran 5 Hasil Pengukuran Suhu	52
Lampiran 6 Hasil Pengukuran Kelembaban	53
Lampiran 7 Hasil Pengukuran pH.....	55
Lampiran 8 Hasil Pengukuran TPH	56
Lampiran 9 Hasil Perhitungan jumlah koloni Bakteri	58



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak bumi merupakan salah satu sumber energi utama yang tidak pernah lepas dari kehidupan manusia. Terlepas dari semua hal positif yang didapat dari penggunaan minyak bumi sebagai sumber energi, ada beberapa hal negatif yang sebaiknya dijadikan pertimbangan ketika menggunakan minyak bumi dalam eksploitasi, pengolahan, maupun dalam pendistribusian. Minyak bumi juga mengandung senyawa hidrokarbon yang apabila tertumpah ke lingkungan akan mengakibatkan pencemaran lingkungan yang cukup serius. Pemanfaatan minyak bumi yang tidak diperhatikan maka akan dapat mencemari lingkungan dan pada akhirnya pencemaran lingkungan tersebut akan berdampak negatif bagi manusia. (Komarawidjaja, 2009).

Seiring berjalannya waktu jumlah populasi masyarakat yang mengalami peningkatan setiap tahunnya juga dapat berdampak pada peningkatan akan kebutuhan transportasi. Alat transportasi yang umum digunakan oleh masyarakat adalah sepeda motor, hal ini dikarenakan sepeda motor sangatlah mudah didapat dan sesuai dengan semua kalangan (Mukhlisoh, 2012). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Tahun 2020 jumlah kendaraan bermotor RI berdasarkan jenisnya yaitu mencapai 136,13 Juta Unit. Seiring dengan peningkatan permintaan akan sepeda motor maka harus diimbangi dengan penambahan pelayanan untuk sepeda motor tersebut seperti bengkel.

Dari kegiatan bengkel tersebut akan dihasilkan limbah yang berupa limbah B3 yaitu bisa berupa oli bekas, *accu* bekas dan juga lap yang sudah terkontaminasi oleh pelarut atau pelumas. Walaupun oli bekas masih bisa dimanfaatkan, akan tetapi di beberapa bengkel masih ada oli yang tumpah pada saat dimasukkan kedalam satu tangki tanpa melewati proses pengelolaan terlebih dahulu (Mukhlisoh, 2012). Beberapa bengkel yang ada di Kota Banda Aceh, untuk drum penampungan limbah oli masih diletakkan diluar bengkel, dikarenakan masih kurangnya perhatian pihak bengkel terhadap *housekeeping*

area perbengkelan. Sehingga dikhawatirkan rembesan air hujan yang mengenai ceceran limbah oli dapat mengalir dan meresap ke permukaan tanah (Tuti, 2021).

Sejalan dengan perkembangan kota dan daerah, volume oli bekas terus meningkat seiring dengan penambahan jumlah kendaraan bermotor dan mesin-mesin bermotor. Daerah pedesaan sekalipun, sudah bisa ditemukan bengkel-bengkel sepi, yang salah satu limbahnya adalah oli bekas, dengan kata lain, keberadaan oli bekas sudah sangat luas dari kota besar sampai ke wilayah pedesaan di seluruh Indonesia. Dampak dari persebaran tersebut haruslah dilakukan pengolahan untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan oleh limbah oli bekas tersebut (Mukhlisoh, 2012). Semakin meningkatnya penggunaan oli maka semakin banyak pula oli bekas yang dihasilkan, sehingga dampak pencemaran yang ditimbulkan pada tanah juga semakin besar. Limbah oli yang terdapat pada bengkel motor biasanya dikumpulkan di dalam drum dan dijual kepada pihak pengolah limbah B3 (Putri, 2020).

Dalam pengaturan dan penanganan lingkungan hidup aspek pemerintahan dan pembangunan masih disatukan pada peraturan pemerintah, akan tetapi untuk penanganan dan pengelolaan oli bekas belum ditangani oleh pemerintah provinsi, kabupaten atau kota, akan tetapi masih ditangani oleh pemerintah pusat. Jika terjadi kasus terkait oli bekas pemerintah provinsi, kabupaten maupun kota hanya sebagai pelapor ke pemerintahan pusat (Mukhlisoh, 2012). keberadaan oli bekas menjadi salah satu sumber bahan pencemar yang dapat menjadi penghalang produktivitas tanah, perubahan terhadap struktur tanah dan fungsi tanah (Sumasti, 2005).

Tanah yang telah tercemar oli biasanya berwarna hitam dan berminyak dengan bau oli yang menyengat. Pencemaran akibat hidrokarbon minyak bumi telah menimbulkan masalah lingkungan yang lumayan serius dan perlu adanya pengelolaan yang tepat agar tidak terjadi kerusakan lingkungan yang berkelanjutan. Kebanyakan metode yang digunakan dalam pengelolaan lingkungan tercemar hidrokarbon minyak bumi yaitu secara kimia dan fisika. Dikarenakan metode ini sangat efektif untuk tujuan jangka pendek, akan tetapi metode ini membutuhkan banyak biaya dan dapat menimbulkan dampak negatif

pada lingkungan, salah satunya dapat menurunkan kesuburan tanah dan ekosistem (Pratiwi et al., 2019). Oleh sebab itu sangat diperlukan upaya untuk mengolah limbah oli dengan metode pendekatan secara biologis yang dikenal dengan bioremediasi. Karena bioremediasi merupakan salah satu teknologi atau Pengelolaan lingkungan yang ekonomis dan efektif dengan cara memanfaatkan aktivitas mikroba seperti bakteri, serta bioremediasi juga ramah terhadap lingkungan (Pratiwi et al., 2019).

Oleh Sebab itu, Perlu adanya mikroba yang sanggup mengurangi senyawa hidrokarbon dan dapat bertahanhidup pada tanah tercemar limbah oli (Susanti, 2017). Bakteri mempunyai kemampuan mendegradasi berbagai jenis hidrokarbon dengan cara memotong rantainya menjadi lebih pendek (Junaidi, dkk 2013). Seperti hasil dari penelitian yang dilakukan Susanti (2017) dari masing-masing hasil uji baik pengujian dengan menggunakan bahan pencemaran minyak berat maupun oli bekas, terjadinya penurunan kadar TPH yang disebabkan oleh aktivitas bakteri dalam memecahkan rantai hidrokarbon menjadi senyawa karbon yang digunakan sebagai sumber energi untuk bakteri. Adapun salah satu bakteri yang mampu mendegradasi hidrokarbon adalah *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus sp.* (Junaidi, dkk 2013).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Yuli (2013) tentang ditemukan beberapa spesies seperti *Enterobacter sp*, *Escherichia coli*, *Bacillus sp*, dari sisa pupuk cair dari kotoran domba, bakteri – bakteri ini merupakan mikroorganisme yang banyak terdapat di lingkungan tanah. Bakteri *Bacillus sp* juga tergolong kedalam salah satu jenis mikroorganisme potensial pendegradasi bahan pencemar hidrokarbon (Handrianto, 2018). Pada kotoran domba adanya unsur hara makro N, P, K, dan berbagai mineral esensial (Triyanti, 2017). Dalam Yanto (2017) disampaikan bahwa kandungan unsur hara yang terkandung pada feses domba berupa 0,75 % Unsur N, 0,50% Unsur P dan 0,45% Unsur K.

Hasil dari pada penelitian Holifah (2017) mengenai analisis penambahan kotoran kambing dan kuda pada proses bioremediasi *oil sludge* di pertambangan Desa Wonocolo disampaikan bahwa dengan menggunakan kotoran kambing dan kuda dalam mendegradasi limbah minyak bumi (*oil sludge*) dapat dijadikan

alternatif yang baik dalam proses bioremediasi dikarenakan dari hasil pada proses bioremediasi yang menggunakan kotoran kambing dan kuda yang telah dilakukan Holifah (2017) mampu menurunkan nilai TPH sebesar 68,83% dalam kurun waktu selama 5 minggu. Dalam Holifah (2017) disajikan bahwa ada beberapa jenis dan kandungan zat hara pada beberapa kotoran ternak baik itu yang berupa zat padat maupun cair, salah satunya berupa kotoran domba yang mengandung zat hara 0,75% Nitrogen, 0,50% Fosfor, 0,45 % Kalium, 60% Air, dalam kotoran domba berupa zat padat dan 1,33% Nitrogen, 0,05% Fosfor, 2,10 % Kalium, 85 % Air, dalam kotoran domba berupa zat Cair.

Bukan hanya unsur hara makro N, P, K saja yang terdapat dalam kotoran domba namun ada berbagai garam mineral esensial dan serta berbagai jenis bakteri, baik itu bakteri yang menguntungkan maupun bakteri yang merugikan (Triyanti, 2017). Salah satunya adalah *Bakteri Bacillus sp* bukan hanya itu saja *Bakteri Bacillus sp* juga merupakan bakteri yang banyak terdapat di lingkungan tanah. Maka pada penelitian ini akan diuji penambahan kotoran domba dalam meremediasi tanah perbengkelan yang telah tercemar limbah oli. Diharapkan unsur hara makro N, P, K, dan berbagai garam mineral maupun bakteri yang terdapat dalam kotoran domba ini mampu mengurangi kadar TPH limbah oli yang terkandung didalam tanah yang telah terkontaminasi limbah oli. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai "Pengaruh Komposting Untuk Penambahan Kotoran Domba Terhadap Penurunan Kadar *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH) Tanah Top Soil Yang Tercemar Limbah Oli".

Kadar TPH yang dihasilkan pada uji pendahuluan yang telah dilakukan pada tanah yang ada pada bengkel Reza Service yang yaitu sebanyak 18,8 %. Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang telah dilakukan pada tanah top soil yang ada pada bengkel Reza Service maka akan dilakukan proses pengolahan pada tanah top soil yang ada pada bengkel Reza Service untuk mengurangi kadar TPH pada tanah, yang akan dilakukam pengolahan secara biologi (proses bioremediasi) dengan cara menambahkan kotoran domba.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Apakah konsentrasi kotoran domba berpengaruh terhadap penurunan massa TPH pada tanah *top soil* yang tercemar oli?
2. Apakah waktu *composting* berpengaruh terhadap penurunan nilai degradasi TPH pada tanah *top soil* yang tercemar oli?
3. Berapa banyak koloni bakteri yang ada pada awal dan akhir proses *composting*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas adapu tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui konsentrasi kotoran domba berpengaruh terhadap penurunan nilai TPH pada tanah *top soil* yang tercemar oli.
2. Untuk mengetahui waktu *composting* berpengaruh terhadap penurunan degradasi TPH pada tanah *top soil* yang tercemar oli.
3. Untuk mengetahui total koloni bakteri yang ada pada awal dan akhir proses *composting*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat menambah literatur tentang remediasi limbah oli.
2. Dapat menambah informasi awal mengenai pemanfaatan kotoran domba sebagai salah satu bahan yang mampu menurunkan kadar TPH tanah tercemar limbah oli dalam proses bioremediasi dan diharapkan dapat diaplikasikan di lapangan.
3. Dapat dijadikan referensi dalam pengolahan limbah ternak domba setelah dilakukannya penelitian ini.
4. Dapat memperbanyak ilmu pengetahuan dan teknologi terkait dengan bidang mikrobiologi lingkungan.

1.5 Batasan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas maka peneliti memfokuskan penelitian hanya pada:

1. Analisa hanya dilakukan pada penurunan kadar TPH setiap 10 hari sekali selama 30 hari waktu *composting*
2. Beberapa faktor lingkungan yang akan di ukur selama proses bioremediasi, yaitu berupa pH, suhu dan kadar air atau kelembaban tanah. Hal ini bertujuan untuk melihat pengaruh faktor lingkungan terhadap proses remediasi tanah yang tercemar limbah oli.
3. Di fokuskan pada 3 hari sekali untuk pengukuran pH, suhu dan kelembaban pada proses bioremediasi.
4. Perhitungan koloni bakteri hari ke 0 dan 30 waktu *composting*
5. Penerapan bioremediasi dilakukan pada skala laboratorium menggunakan tehnik *composting*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Oli

Minyak bumi adalah salah satu sumber energi utama yang tidak pernah terhidar dari kehidupan manusia. Tidak luput dari semua hal positif yang didapat dari pemakaian minyak bumi sebagai salah satu sumber energi, akan tetapi ada beberapa hal negatif yang sebaiknya diperhatikan ketika menggunakan minyak bumi dalam mengeksploitasi, pengolahan maupun dalam pendistribusian. Oleh sebab itu, penggunaan minyak bumi yang tidak memperhatikan kelestarian lingkungan akan dapat merugikan bagi manusia itu sendiri dan pada akhirnya pencemaran lingkungan tersebut akan berdampak negatif, khususnya bagi kesehatan masyarakat (Komarawidjaja, 2009). Minyak bumi berasal dari campuran berbagai macam zat organik, akan tetapi salah satu yang menjadi komponen pokok yang terkandung didalamnya merupakan senyawa hidrokarbon (Kurniawan, 2014). Berdasarkan KepMenLH No.128 tahun 2003 minyak bumi merupakan hasil proses alami berupa hidrokarbon yang dalam kondisi tekanan dan temperature atmosfer berupa fasa cair atau padat, termasuk aspal, lilin mineral, atau ozokerit, dan bitumin yang diperoleh dari hasil penambangan, akan tetapi tidak termasuk batu bara atau endapan hidrokarbon lain yang berbentuk padat yang diperoleh dari kegiatan yang tidak berkaitan dengan kegiatan usaha dan minyak bumi.

Hidrokarbon minyak bumi adalah salah satu zat pencemar paling umum yang perlu dilakukan penanganan atau pengelolaan untuk mengurangnya dikarenakan sangat bersangkutan dengan kehidupan manusia dan dapat menimbulkan perubahan pada air (Yuliani, 2019). Minyak bumi dapat disebut juga sebagai minyak mineral karena didapat dalam bentuk campuran dengan mineral lainnya. minyak itu sendiri bukan berasal atau didapaat langsung dari hewan maupun tumbuh-tumbuhan melainkan terbentuk dari komposisi-komposisi yang dihasilkan oleh fosil (Kurniawan, 2014).

Minyak yang banyak ditemukan di pasar-pasar maupun ditoko-toko dapat berupa zat murni, akan tetapi pada umumnya hanya berupa larutan atau campuran. Tahapan pengolahan minyak murni atau penyulingan biasanya mencakup pemisahan dari bahan-bahan residu yang disertai dengan pendinginan atau kondensasi. Dalam pembentukan minyak, enzim denaturase akan membantu memasukkan ikatan rangkap pada posisi tertentu pada rantai asam lemak. Enzim akan terus bekerja berurutan sehingga menghasilkan minyak. Salah satu hasil olahan minyak bumi, adalah berupa oli yang dapat diartikan sebagai pelumas mesin, peredam panas, dan sebagai pelindung dari karatnya mesin (Kurniawan, 2014). Ada beberapa komposisi yang terkandung didalam minyak bumi yaitu berupa Carbon 83 – 87%, Hydrogen 10 – 14%, Nitrogen 0,1 – 2%, Oxygen 0,05 – 1,5%, Sulfur 0,005 – 6% (Sarah, 2019).

Oli merupakan campuran hidrokarbon dan senyawa-senyawa organik yang tergolong kedalam salah satu minyak pelumas yang sering digunakan untuk memperlancar mesin kendaraan (Basuki, 2011). Oli pelumas sering digunakan pada mesin untuk mengurangi efek gesekan internal karena bagian yang bergerak, melindungi dari keausan mesin, berfungsi sebagai bahan pembersih dengan menghilangkan kontaminan dari mesin serta berfungsi sebagai anti korosi dan bahan pendingin. Karena peran yang dilakukan oli pelumas di mesin, oli pelumas mengambil sejumlah kotoran selama masa pemakaian di mesin. Limbah oli muncul karena suhu tinggi dan regangan mekanis yang dialami di dalam mesin (Gabriel *et al.*, 2019).

Pada umumnya terdapat 2 macam oli bekas, yaitu berupa oli bekas industri (*light industrial oil*) dan oli hitam (*black oli*). Oli bekas industri relative lebih bersih dan mudah dibersihkan dengan perlakuan sederhana, seperti penyaringan dan pemanasan. Sedangkan oli hitam (*black oli*) merupakan oli yang berasal dari pelumas otomotif, oli ini dalam pemakaiannya mendapat beban termal dan mekanis yang lebih tinggi. Ada beberapa partikel logam dan sisa pembakaran yang terkandung di dalam oli hitam (Raharjo, 2007).

Seiring berjalannya waktu tumpahan oli bekas secara sembarangan semakin meningkat, dikarenakan belum tersedianya sarana pembuangan limbah oli

bekas di bengkel-bengkel rakyat. Bengkel-benkel rakyat masih menjadi salah satu tempat yang dimanfaatkan oleh para pengemudi mobil dan sepeda motor sebagai tempat mengganti oli kendaraan. Adanya bermacam-macam tipe mobil, motor dan mesin yang mengakibatkan terjadinya peningkatan penggunaan. Tumpahan dari minyak pelumas bekas akan menyebabkan terkontaminasi tanah. Tanah terkontaminasi merupakan salah satu tanah atau lahan yang terkontaminasi akibat dari tumpahan atau ceceran atau kebocoran atau penimbunan limbah minyak bumi yang tidak sesuai dengan persyaratan dari kegiatan operasional sebelumnya (KepMenLH No.128 tahun 2003). Tanah terkontaminasi Hidrokarbon khususnya Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) bersifat toksik, mutagenik dan karsinogenik oli (Yuliani, 2019). Oli bekas merupakan salah satu limbah B3 yang cukup berbahaya dikarenakan sifatnya yang tidak dapat larut dalam air sehingga dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air, selain itu oli juga dapat mudah terbakar. Oli bekas juga dapat menyebabkan tanah menjadi tandus dan menghilangkan unsur hara pada tanah (Mukhlisoh, 2012).

Penanganan minyak pelumas bekas (oli bekas) sebagai limbah sangat dianjurkan karena dapat berdampak bagi lingkungan. Dilihat dari kandungan unsur kimianya oli dihasilkan dari campuran hidrokarbon pekat yang tercampur dengan beberapa zat kimia yang aditif. Dalam oli bekas mengandung sejumlah zat yang bersifat korosif deposit maupun logam berat yang memiliki sifat karsinogenik yang dihasilkan dari sejumlah sisa pembakaran, walaupun limbah oli bekas masih bisa dilakukan pemanfaatan kembali akan tetapi oli bekas tetap termasuk kedalam kategori limbah B3, jika tidak melakukan pengelolaan dengan benar, maka dapat berbahaya bagi lingkungan (Yuliani, 2019).

2.2. Bioremediasi

Pencemaran dapat terjadi pada tanah, air tanah, badan air atau sungai, udara bahkan terputusnya rantai dari suatu tatanan lingkungan hidup maupun penghancuran suatu jenis organisme yang pada akhirnya dapat menghancurkan ekosistem. Pencemaran tersebut dapat mengakibatkan terjadinya degradasi terhadap tanah, oleh sebab itu untuk mengembalikan kualitas tanah perlu adanya suatu usaha perbaikan. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk perbaikan

lahan tercemar limbah yaitu melalui proses bioremediasi dan pemupukan (Junaidi, 2013).

Bioremediasi adalah suatu proses pemulihan kondisi lingkungan dengan melibatkan aktivitas biologis mikroba untuk mendegradasi dan menurunkan toksisitas dari berbagai senyawa pencemar (Vyatrawan, 2015). Sedangkan Bioremediasi menggunakan teknik *composting* merupakan salah satu teknologi alternatif dengan pemanfaatan makhluk hidup pada saat proses *composting* salah satunya menggunakan mikroorganisme, maupun tumbuhan dalam proses pengolahan limbah minyak bumi yang tercecer/tumpah pada tanah dalam kurun waktu yang cukup lama supaya dapat mengurangi konsentrasi atau menghilangkan daya racun bahan pencemar yang terkontaminasi pada tanah (KepMen LH No.128 tahun 2003).

Bioremediasi disebut juga penanganan zat pencemar dengan metode biologi, dimana menggunakan bioteknologi yang memanfaatkan makhluk hidup, khususnya mikroorganisme dalam mengurangi zat pencemar atau daya racun yang terkandung di dalam bahan pencemar (Charlena, 2011). Dalam proses bioremediasi menggunakan mikroorganisme untuk mengurangi atau menghilangkan kontaminan berbahaya menjadi tidak berbahaya dapat dilakukan melalui proses mineralisasi, mikroorganisme akan mengubah kontaminan yang berbahaya menjadi bahan yang tidak berbahaya (Imam, 2017).

Mikroba yang terdapat pada lingkungan tercemar dapat melakukan proses bioremediasi secara alami, untuk mempercepat proses bioremediasi ada beberapa hal yang bisa dilakukan diantaranya, bisa berupa ditambahkan mikroba (*exogenous microbe*), nutrient ataupun pemindahan reaktor. Optimasi dari proses biodegradasi dapat disebut juga bioremediasi, dimana pada umumnya hasil yang akan diperoleh pada saat proses biodegradasi bisa berupa karbondioksida dan metana yang tidak terlalu berbahaya dibandingkan minyak pada besaran konsentrasi yang sama (Mangkoediharjo, 2005).

Proses bioremediasi menjadi salah satu teknologi pilihan untuk pengolahan limbah, dikarenakan tahapan bioremediasi merupakan salah satu teknologi yang cukup baik untuk dijalankan di Indonesia, dikarenakan Indonesia

memiliki iklim yang tropis yang disebabkan sinar matahari, tingginya kelembaban serta tingginya keanekaragaman mikroorganisme yang sangat mendukung *treatability study* sehingga dapat memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk menghilangkan polutan sampai batas tertentu (Hafiluddin, 2011). Ada beberapa kelebihan yang dimiliki oleh teknik bioremediasi diantaranya berupa biayanya lebih murah, sederhana, serta dengan menggunakan pengolahan secara biologis teknik bioremediasi mampu menghilangkan toksisitas dari senyawa pencemar berbahaya (Vyatrawan, 2015).

2.2.1 Cara yang digunakan Pada Tahap Bioremediasi

Beberapa cara yang digunakan untuk menurunkan kadar pencemaran hidrokarbon minyak pada proses bioremediasi. Ada dua jenis cara bioremediasi berdasarkan tempat terjadinya proses bioremediasi (Vyatrawan, 2015).

1. Bioremediasi *in-situ*

Bioremediasi *in-situ* adalah dimana tempat tercemar dan kandungan zat kontaminan tetap berada pada daerah asalnya pada saat proses bioremediasi dikerjakan (Vyatrawan, 2015).

Bioremediasi bisa berlangsung secara *in situ*, hanya dengan cara memanfaatkan kemampuan dari bakteri *indigenous* yang terdapat pada lahan yang tercemar, bioremediasi dapat berlangsung dengan terekayasa ataupun alami tidak perlu adanya penambahan *nutrient*, sedangkan yang disebut dengan bioremediasi terekayasa harus disertai dengan menambah atau mengalirkan oksigen, nutrisi maupun bakteri pada saat proses bioremediasi. Bioremediasi *in situ* terekayasa dapat menggunakan mekanisme *bioaugmentasi* maupun *biostimulasi*, dimana *biostimulasi* yaitu berupa menggunakan atau menambahkan oksigen dan *nutrient* pada proses bioremediasi, sedangkan untuk mekanisme *biostimulasi* yaitu dilakukan penambahan air dan/atau pemompaan udara supaya mikroba dapat meningkatkan aktivitas dalam mendegradasi zat pencemar (Dalyla, 2016).

2. Bioremediasi *ex-situ*

Bioremediasi *ex-situ* adalah dimana media tercemar dan zat pencemarnya dipindahkan dari lokasi asal menuju ketempat atau fasilitas tertentu, yaitu tempat dimana akan dilakukan proses pengolahan atau bioremediasi (Vyatrawan, 2015).

Beberapa cara bioremediasi yang dapat dilakukan secara *ex situ* yaitu bisa menggunakan metode *landfarming*, *composting*, *biopile* maupun *bioreactor*. Dimana metode *Landfarming* dilakukan dengan cara memindahkan tanah yang telah mengalami pencemaran ke tempat yang sudah diberikan penambahan bakteri, air, udara maupun nutrisi, akan tetapi yang paling sering diterapkan yaitu metode *Composting* dimana pada metode ini terjadinya pencampuran limbah pencemar atau zat pencemar dengan jerami maupun bahan lainnya supaya mudah masuknya air, udara maupun sumber nutrisi, untuk proses bioremediasi dengan metode *Biopile* dilakukan dengan cara mengangkat tanah yang telah mengalami pencemaran ke permukaan kemudian ditumpuk dan kemudian pada tanah yang tercemar ditambahkan air, udara dan nutrient. Sedangkan bioremediasi *ex situ* menggunakan metode bioreaktor dimana pada saat proses bioremediasi digunakan bejana atau wadah besar sebagai bioreactor yang didalamnya telah dimasukkan tanah, air, udara maupun nutrisi sehingga mampu membuat mikroba aktif dalam mengurangi zat pencemar (Dalyla, 2016).

Dibandingkan dengan teknik bioremediasi secara *in situ*, bioremediasi secara *ex situ* jauh lebih berhasil dikarenakan waktunya lebih cepat mudah dalam mengontrol dan dapat dipakai dalam menangani berbagai jenis kontaminan yang lebih luas. Untuk menambah aksi dari mikroba saat proses bioremedia adanya penambahan udara secara alami ke dalam tanah semisal dilakukan pengadukan dan dapat dilakukan pengontrolan terhadap efek atau kondisi dari tanah dan zat pencemar yang ada di tanah (Dalyla, 2016).

Menurut Handrianto (2018), terdapat tiga pendekatan teknik bioremediasi yang dapat digunakan dalam bioremediasi minyak yaitu:

1. Bioaugmentasi

Bioaugmentasi adalah dimana mikroorganisme pengurai ditambahkan untuk melengkapi populasi mikroba yang telah ada.

2. Biostimulasi

Biostimulasi adalah dimana pertumbuhan pengurai hidrokarbon indigenous dirangsang dengan cara menambahkan nutrient dan/atau mengubah habitat.

3. Bioavailability

Bioavailability adalah dimana dilakukan dengan cara meningkatkan akses mikroba terhadap substrat hidrokarbon.

Beberapa peneliti sudah pernah melakukan secara biostimulasi dimana dengan penambahan nutrient sudah pernah dilakukan yaitu seperti menggunakan kotoran sapi, limbah media jamur, kotoran unggas, pupuk kotoran kuda, NPK, biokompos, urea dan pupuk nutrient (Handrianto, 2018).

2.2.2 Beberapa Faktor Yang Berdampak pada Proses Bioremediasi

Faktor lingkungan, fisik dan kimia merupakan faktor yang dapat mempengaruhi efektifitas pada saat berlangsungnya proses bioremediasi. suhu, pH, ketersediaan oksigen, nutrisi serta kadar air merupakan beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh saat berlangsungnya proses bioremediasi. Faktor fisik yang berpengaruh pada proses bioremediasi bisa berupa ketersediaan air, konsistensi jumlah mikroorganisme dengan zat pencemar dan adanya akseptor yang sesuai. Sedangkan untuk faktor kimia itu sendiri bisa berupa bentuk struktur kimia dari zat pencemar yang dapat mempengaruhi sifat fisik maupun kimia zat pencemar (Vyatrawan, 2015).

1. Kadar Oksigen

Bakteri aerob merupakan mikroba yang dapat dipakai dalam mengurangi kadar hidrokarbon, dimana pada saat beraktifitas bakteri ini membutuhkan oksigen. Untuk memperoleh oksigen dalam tanah dapat dihasilkan dari tahapan penyebaran antara udara dan tanah. proses penyebaran sendiri membutuhkan jangka waktu yang lama jika semua mikroorganisme yang memanfaatkan oksigen sangat banyak maka oksigen akan mudah habis. Salah satu faktor penghambat biodegradasi minyak bumi di bawah tanah diperkirakan karena keterbatasan jumlah oksigen (Vyatrawan, 2015). Berdasarkan KepMenLH No. 128 tahun (2003), pemberian oksigen (aerasi) pada tahapan pengolahan yang dilakukan secara aerob dapat dijalankan dengan cara menyalurkan oksigen melalui pipa, pengadukan secara manual maupun menggunakan alat berat. Supaya suhu tanah tetap stabil, serta campuran tanah terhomogenitaskan perlu dilakukan proses pengadukan dan pembalikan secara berkala agar diperoleh oksigen selama proses bioremediasi berlangsung (Vyatrawan, 2015).

2. Kadar air

Bakteri dapat mengoptimalkan degradasi pada kondisi tanah yang lembab karena tersedianya nutrisi dan substrat. Bakteri dapat mengalami peningkatan dengan baik jika kelembabannya sekitar 25-28%, untuk bioremediasi tanah tercemar kelembaban optimum yang dibutuhkan adalah sekitar 80% keadaan lapang atau dengan kata lain sekitar 15% air dari berat tanah. Aktivitas aerobik dapat berkurang pada saat proses transfer gas oksigen secara signifikan apabila kelembaban tanah mencapai 70%. Kedudukan dan tingkat toksisitas kontaminan, pemindahan gas, pertumbuhan serta distribusi dari mikroorganisme itu sendiri dapat dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung dalam tanah (Vyatrawan, 2015).

3. Suhu

Saat aktivitas mikroorganisme dan laju biodegradasi kontaminan senyawa hidrokarbon yang dapat memberi efek salah satunya berupa suhu tanah. Bagi hampir semua mikroorganisme tanah suhu optimum umumnya yang dibutuhkan pada kisaran 10-40°C, Akan tetapi terdapat sebagian mikroorganisme yang mampu bertahan hidup sampai suhu 60°C bakteri termofilik (Mulyana, 2013).

4. pH

Kondisi optimum mikroorganisme pendegradasi karbon dapat dipengaruhi oleh pH tanah, kemudian dalam menjalankan fungsi-fungsi sel, transport sel membran maupun keseimbangan reaksi yang terkatalisis dengan enzim, nilai pH juga akan berpengaruh terhadap kemampuan mikroorganisme. Jika pH menetap pada sekitar 6-9 maka mikroorganisme dapat mengalami peningkatan pertumbuhan (Vyatrawan, 2015).

5. Nutrien

Saat proses mendegradasi zat pencemar nutrisi menjadi salah satu faktor yang berperan penting dalam sintesis dan pertumbuhan sel serta aktivitas enzim yang dihasilkan oleh bakteri, kemudian dapat juga dilakukan penambahan nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan mikroba lokal yang terdapat pada daerah tercemar (Komarawidjaja, 2009).

2.3. Kotoran Domba

Kotoran domba sama halnya seperti kotoran ternak lainnya jika tidak dilakukan pengelolaan dengan baik maka dapat berpotensi sebagai salah satu pencemar yang dapat mencemari lingkungan. Didalam kotoran domba mengandung sejumlah mikroorganisme, ada yang pathogen dan ada yang berperan sebagai *decomposer*. Kotoran domba merupakan salah satu limbah padat dimana untuk pengelolaannya dapat dilakukan dengan berbagai cara pengolahan. Terdapat dua cara pada proses pengolahan kotoran domba yaitu, bisa berupa proses composting dan pembuatan pupuk cair (Yuli, 2013). Pengaplikasian pupuk dapat meningkatkan pertumbuhan dan populasi mikroba tanah, meningkatkan respirasi mikroba tanah dan berpotensi untuk meningkatkan biodegradasi hidrokarbon di dalam tanah (Junaidi, 2013).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Yuli (2013), dalam sisa pupuk cair dari kotoran domba ditemukan beberapa spesies seperti *Bacillus sp*, *Escherichia coli*, *Enterobacter sp*, bakteri tersebut merupakan mikroorganisme yang banyak terdapat di lingkungan tanah. Bakteri *Bacillus sp* tergolong kedalam salah satu jenis mikroorganisme potensial pendegradasi bahan pencemar hidrokarbon (Handrianto, 2018). Hasil penelitian yang dilakukan Tb. Benito (2012) *Bacillus sp* merupakan salah satu bakteri yang teridentifikasi dan salah satu bakteri yang berperan penting pada proses pertengahan proses pengomposan feses domba, kemudian pada feses domba terjadi perubahan temperature yang awalnya 24–26°C dengan pH 5 – 6 berubah menjadi 41-45 °C dengan pH 8 dimana pada keadaan tersebut memungkinkan *Bacillus sp* untuk tumbuh dengan baik, karena *Bacillus sp* merupakan salah satu bakteri decomposer bahan organik.

Berdasarkan hasil kajian kualitas pupuk yang dilakukan Devi (2021) menyatakan bahwa kualitas pupuk dari berbagai literatur sudah memenuhi standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004, dimana

- Kualitas pupuk kotoran sapi mengandung nilai rata-rata C-Organik 14,78%, Nitrogen 1,53%, Fosfor 1,18 %, Kalium 1,30 % Rasio C/N 14.32 dan kadar air 28,73 %.

- Kualitas pupuk kotoran kambing mengandung nilai rata-rata C-Organik 23,19%, Nitrogen 1,99%, Fosfor 1,35%, Kalium 1,82 % Rasio C/N 13.38 dan kadar air 34,31 %.
- Kualitas pupuk kotoran ayam mengandung nilai rata-rata C-Organik 13,38%, Nitrogen 1,27%, Fosfor 1,76%, Kalium 1,18 % Rasio C/N 11.385 dan kadar air 35,67 %.

Berikut tabel jenis dan kandungan zat hara yang terkandung pada beberapa kotoran ternak, salah satunya adalah kotoran domba baik dalam bentuk padat maupun cair, dalam Holifah (2017).

Tabel 2.1 jenis maupun kandungan zat hara yang terkandung di beberapa kotoran ternak

Ternak dan bentuk kotorannya	Nitrogen (%)	Fosfor (%)	Kalium (%)	Air (%)
Kuda – padat	0,55	0,30	0,40	75
Kuda – cair	1,40	0,02	1,60	90
Kerbau – padat	0,60	0,30	0,34	85
Kerbau – cair	1,00	0,15	1,50	92
Sapi – padat	0,40	0,20	0,10	85
Sapi – cair	1,00	0,50	1,50	92
Kambing – padat	0,60	0,30	0,17	60
Kambing – cair	1,50	0,13	1,80	85
Domba – padat	0,75	0,50	0,45	60
Domba – cair	1,35	0,05	2,10	85
Babi – padat	0,95	0,35	0,40	80
Babi – cair	0,40	0,10	0,45	87
Ayam – padat dan cair	1,00	0,80	0,40	55

2.4 Composting

Composting berdasarkan KepMenLH No.128 tahun 2003 merupakan proses pengolahan limbah dengan menambahkan bahan organik seperti pupuk kandang, serpihan kayu, sisa tumbuhan atau serasah daun dengan tujuan untuk meningkatkan porositas dan aktifitas mikroorganisme pengurai. Tanah dan pasir merupakan salah satu bahan pencampur yang dapat digunakan saat proses pengolahan limbah minyak menggunakan mikrobiologi sehingga memungkinkan terjadinya proses penguraian limbah hidrokarbon saat proses *composting*, sedangkan yang menjadi bahan penggembur (*bulking agent*) yaitu bahan

tambahan yang digunakan untuk mengemburkan campuran limbah minyak bumi, seperti pupuk kandang, serpihan kayu, sisa tumbuhan atau serasah daun.

Composting adalah dimana terjadinya proses perombakan (dekomposisi) bahan organik oleh mikroorganisme dalam keadaan yang terkontrol dengan hasil akhir berupa humus dan kompos. Selanjutnya, proses *composting* dapat dilakukan secara aerob menggunakan oksigen atau anaerob tanpa oksigen (Devi, 2021). Dengan kata lain proses *composting* pada dasarnya adalah salah satu proses degradasi bahan organik yang dilakukan mikroorganisme (Benito, 2012). Ada beberapa metode *composting* yang telah dikembangkan dan dipraktekkan di Indonesia, di antaranya yaitu metode indore, metode Heap, metode bangalore, metode berkeley, metode vemikompos, metode jepang, metode windrow, metode sederhana, dan praktis (Barokah, 2011).

2.5. TPH

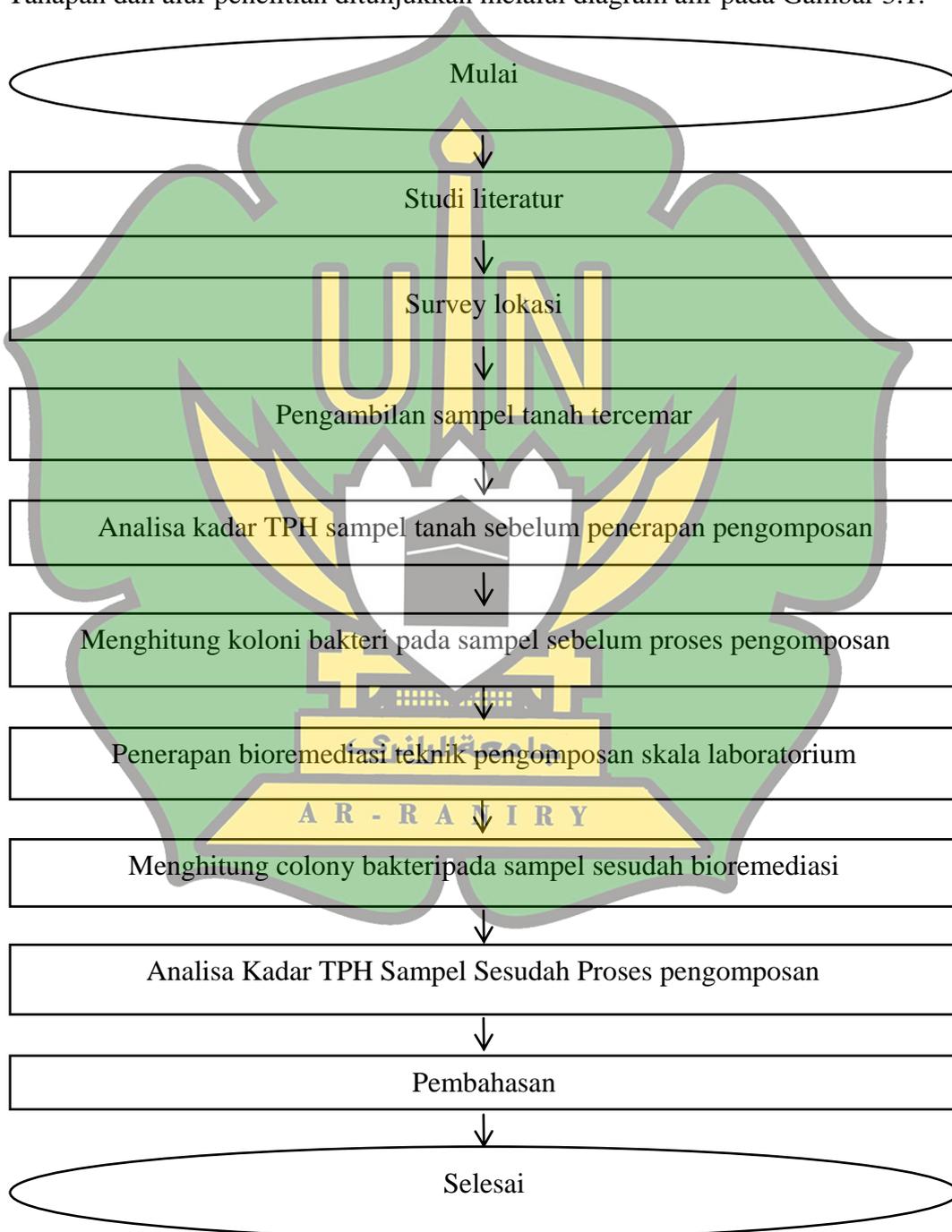
Sebagian besar komponen penyusun pelumas bekas mengandung *Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)*. TPH memiliki sifat yang reaktif, mutagenik dan toksik sehingga dapat mencemari perairan dan tanah hingga mencapai kedaerah *sub-surface* dan lapisan akuifer tanah, terdegradasinya struktur tanah serta dapat membahayakan kesehatan manusia. Tanah yang terkontaminasi pelumas bekas menjadi salah satu limbah yang tergolong dalam limbah bahan berbahaya dan beracun B3 (Titah, 2020). Limbah oli apabila terbuang ke tanah dan diserap oleh partikel-partikel tanah maka dapat membuat kemampuan tanah dalam menyerap air akan menurun sehingga menyebabkan terjadinya degradasi tanah (Ria, 2021).

Total Petroleum hydrocarbon (TPH) adalah pengukuran konsentrasi pencemar hidrokarbon minyak bumi dalam tanah atau serta seluruh pencemar hidrokarbon minyak dalam suatu sampel tanah yang sering dinyatakan dalam satuan mg hidrokarbon/ kg tanah. Berdasarkan komponennya total petroleum hydrocarbon (TPH) ini dapat di golongan menjadi 3 yaitu, alifatik, alisiklik, dan aromatik. Senyawa aromatik dapat berupa poliaromatik dan monoaromatik. Komponen dari monoaromatik adalah benzene, toluene, ethylbenzena dan isomer xylem (Hadrianto, 2018).

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan dan alur penelitian ditunjukkan melalui diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

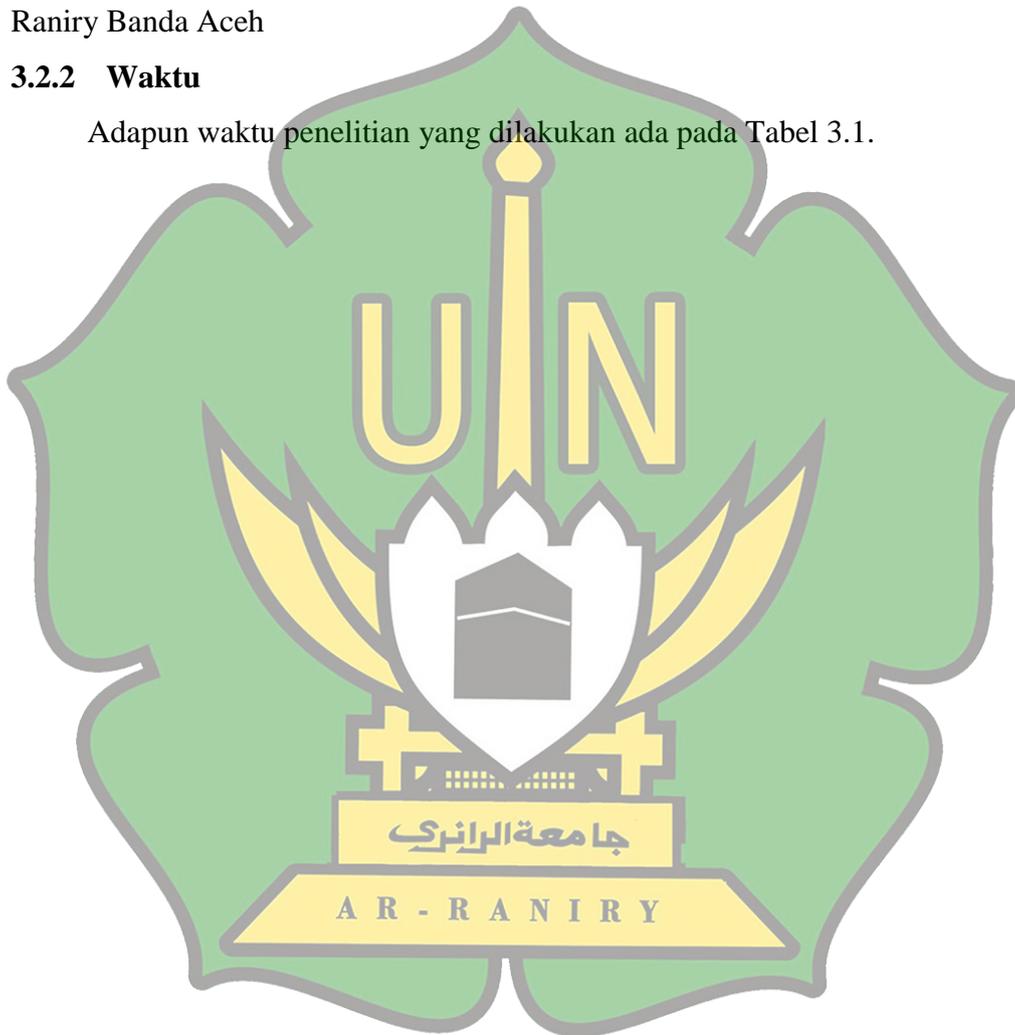
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 23 Mei 2022 – 27 Juni 2022. Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Multifungsi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh

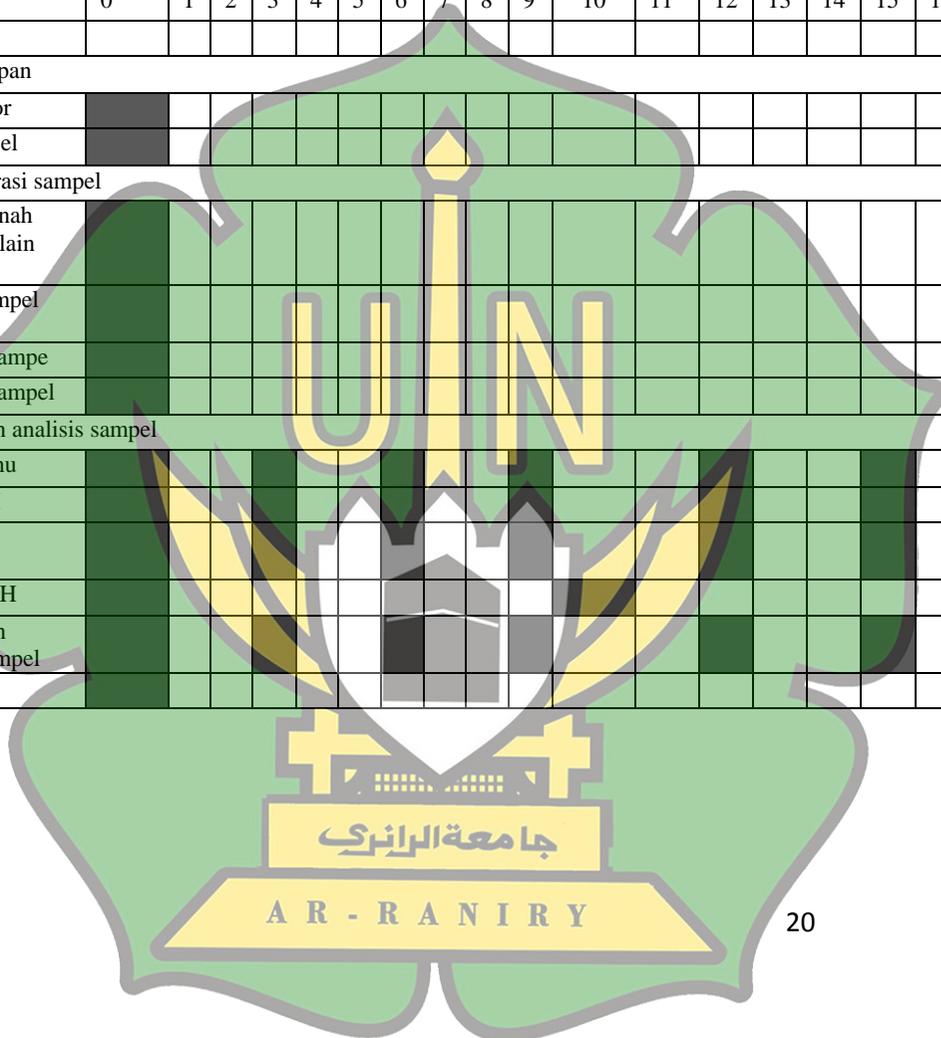
3.2.2 Waktu

Adapun waktu penelitian yang dilakukan ada pada Tabel 3.1.



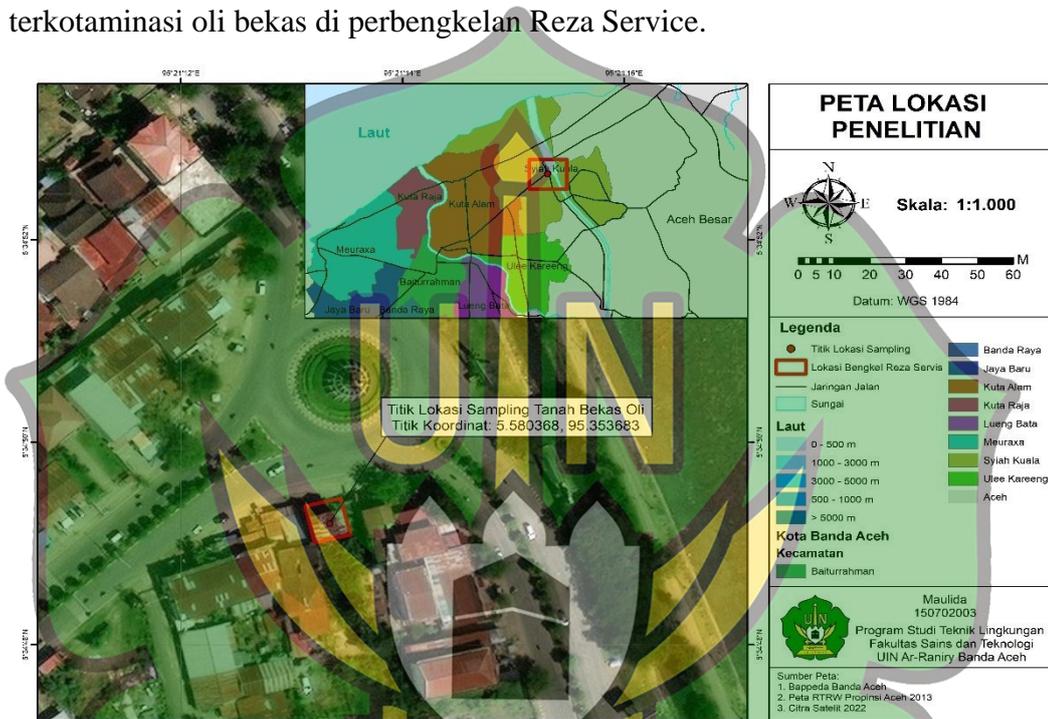
Tabel 3.1 Waktu Penelitian

No	Keterangan Kegiatan Penelitian	Waktu penelitian 30 hari																																	
		25 Mei 2022			27 Mei 2022			27 Mei 2022			2 Juni 2022			3 Juni 2022		6 Juni 2022		9 Juni 2022			13 Juni 2022			15 Juni 2022		16 Juni 2022		20 Juni 2022			23 Juni 2022			27 Juni 2022	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
	Kegiatan																																		
1.	Tahapan persiapan																																		
	Persapan reaktor	■																																	
	Persiapan sampel	■																																	
2.	Tahapan preparasi sampel																																		
	Memisahkan tanah dari material selain tanah																																		
	Penghausan sampel tanah																																		
	Penimbangan sampe																																		
	Pencampuran sampel																																		
3.	Eksperimen dan analisis sampel																																		
	Pengukuran suhu																																		
	Pengukuran pH																																		
	Pengukuran kelembaban																																		
	Pengukuran TPH																																		
	Penyiraman dan pengadukan sampel																																		
	Uji koloni																																		



3.3 Lokasi pengambilan Sampel

Sampel tanah diambil dari perbengkelan Reza Service, bengkel yang terletak di jln. Tengku nyak arief, sampel yang diambil berupa tanah yang telah terkontaminasi oli bekas di perbengkelan Reza Service.



Gambar 3.2: Lokasi Pengambilan Sampel

3.4 Alat dan Baham

3.4.1 Alat

Beberapa alat yang akan digunakan untuk mengukur pada penelitian ini yaitu berupa oven, reaktor, desikator, magnetik stirrer, Hotplat, beaker glass, Erlenmeyer, neraca analitik, kertas saring, timbangan, termometer, soil tester, gelas ukur, pipet volume, colony counter, tabung reaksi, cawan petri.

3.4.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air (H₂O), Aquades, NaCl, Nutrient Agar (NA), kotoran domba, n-heksana dan tanah tumpahan oli diambil dari bengkel Reza Service yang terletak di jln. Tengku nyak arief.

3.5 Metode Kerja

a. Persiapan Reaktor Tanah

Tahap persiapan reaktor tanah adalah sebagai berikut dalam Tuti (2021):

1. Reaktor yang dipakai dalam penelitian berupa wadah plastik berbahan polipropilena dan berdimensi 15 x 10 cm sebanyak 20 buah reaktor (sesuai dengan variasi ulangan pada masing-masing perlakuan).
2. Satu sisi reaktor dilubangi sebanyak 9 lubang dengan masing-masing lubang berdiameter 0,6 cm.
3. Reaktor disusun berurutan pada bidang kayu yang telah disediakan.

b. Pengambilan sampel Tanah

Adapun tahap pengambilan sampel tanah seperti yang telah dilakukan dalam Tuti (2021), berikut tahapannya:

1. Tanah yang menjadi sampel diambil dari Reza Service, bengkel yang terletak di jln. Tengku nyak arief dengan keadaan sudah berminyak, berwarna hitam dan berbau oli yang menyengat.
2. Sampel tanah diambil sebanyak 6.8 kg pada bagian *top soil* dan terdapat tumpahan oli.
3. Sampel tanah diambil dengan kedalaman 0 cm - 20 cm.
4. Selanjutnya dimasukkan sampel yang telah diabil ke dalam plastik dan ditutup rapat menggunakan lakban.
5. Kemudian sampel tanah dibawa ke Laboratorium Teknik Lingkungan Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

c. Preparasi Tanah

Adapun tahap preparasi sampel seperti yang telah dilakukan dalam Tuti (2021), yaitu sebagai berikut:

1. Sampel tanah dikeringanginkan kemudian dipisahkan dari kerikil dan kotoran lainnya secara manual yaitu dengan cara memilah.
2. Sampel tanah ditumbuk menggunakan mortar dan alu.

d. Eksperimen

Adapun tahap eksperimen seperti yang telah dilakukan dalam Tuti (2021), yaitu sebagai berikut:

1. Media tanah dan kotoran domba disiapkan di Laboratorium Teknik Lingkungan Multifungsi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Penambahan kotoran domba dan tanah top soil pada masing-masing perlakuan yaitu:

Tabel 3.2 variasi sampel

Kontrol	Perlakuan	Ulangan	Variasi proporsi (g)	
			Tanah (g)	Kotoran Domba (g)
K	0%	U1 s/d U4	500	0
P1	30%	U1 s/d U8	350	150
P2	50%	U1 s/d U8	250	250

3. Sampel diaduk hingga merata dan dimasukkan ke dalam masing-masing reaktor, dengan keseluruhan tanah di masing-masing reaktor sebanyak 500 g.
4. Pengolahan dilakukan selama 30 hari.
5. Sampel diaduk dan disiram setiap 3 hari sekali sebanyak 25 mL H₂O atau air untuk menjaga homogenitas dan kelembaban tanah.
6. Temperatur pengamatan adalah temperatur ruang.
7. Nilai pH, Suhu, Kadar air atau Kelembaban akan diukur selama 3 hari sekali selam 30 hari (Titah, 2020).
8. TPH diukur setiap 10 hari sekali pada masing-masing perlakuan yaitu hari 0, hari 10, hari 20 dan hari ke 30 (Titah, 2020).

e. Prosedur Kerja

Penelitian yang dilakukan adalah penggunaan metode *composting* dengan penambahan kotoran domba pada proses biodegradasi tanah yang tercemar limbah oli. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan perlakuan pupuk kotoran domba terdiri dari 3 taraf dengan 4 kali ulangan untuk kontrol (K) tanpa perlakuan dan 8 kali pengulangan untuk perlakuan yang terdiri dari: K (tanah tercemar oli 500 gram), P1 (tanah tercemar oli 350 g + 150 g kotoran domba), P2 (tanah tercemar oli 250 g + 250 g kotoran domba), hingga pengulangan ke 8, masing-masing perlakuan dimasukkan ke

dalam reaktor yang berisi total keseluruhan masing-masing reaktor 500 g tanah tercemar oli dan kotoran domba yang telah tercampur secara merata. Proses *composting* dilakukan selama 30 hari dan analisis laboratorium yang terdiri dari uji nilai pH, Suhu, kelembaban dan nilai TPH dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, UIN Ar-Raniry (Tuti, 2021).

Perlakuan kotoran domba pada tanah tercemar oli terdiri atas:

P0 : 500 g tanah tercemar oli + 4 kali ulangan

P1 : 350 g tanah tercemar oli + 150 g kotoran domba + 8 kali ulangan

P2 : 250 g tanah tercemar oli + 250 g kotoran domba + 8 kali ulangan

f. Analisis Sampel

Parameter-parameter Sampel yang akan dilihat pada penelitian hasil *composting* dalam proses bioremediasi tanah tercemar oli ini adalah:

1. Pengukuran pH

Pengukuran pH akan dilakukan dengan menggunakan alat *pH meter multi* seperti dalam Sarah (2019), adapun cara pengukurannya adalah sebagai berikut:

1. Sampel ditimbang sebanyak 5 g pada masing-masing ulangan pada setiap kontrol dan perlakuan, selanjutnya sampel ditambahkan sebanyak 25 ml aquades dengan perbandingan 1:5.
2. Kemudian sampel yang telah tercampur aquades diaduk menggunakan magnetik stirer selama 5 menit pada masing-masing ulangan persetiap kontrol dan perlakuan supaya sampel homogen.
3. Kemudian dimasukan ujung pH meter multi yang pada bagian ujungnya terdapat sensor untuk pengukur kadar pH sampel, di diamkan selam 2 sampai dengan 3 menit hingga angka kadar pH tetap.

2. Mengukur kelembaban atau kadar air

Pengukuran kelembaban dilakukan dengan cara mengambil 5 g sampel tanah kemudian dimasukkan ke dalam alumuniumfoil, kemudian kadar air akan di hitung dengan cara selisih berat cawan awal dan akhir setelah di oven dengan suhu 105⁰ C selam 1 jam. Jumlah kadar air yang diukur berupa berat material

basah (berat basah) dan/atau material kering (berat kering), dalam Rahman (2011), Berikut persamaanya:

$$\text{Kadar Air \%} = (a-b)/a$$

Diman :

a = masa sampel

b = masa sampel setelah kering

3. Suhu

Pada penelitian ini untuk pengukuran suhu, pertama terlebih dahulu diambil termometer air raksa kemudian dibersihkan sedikit bagian ujung termometer dan selanjutnya langsung ditancapkan pada sampel tanah dan di diamkan selam 5 menit permasing-masing sampel.

4. Pengukuran *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH)

Pada penelitian ini untuk pengukuran TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) akan dilakukan dengan prinsip gravimetri dalam Rahman (2011), yaitu sebagai berikut:

1. Berat botol via ditimbang setelah dioven dengan suhu 105°C dan dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit (A).
2. Diambil sebanyak 5 g sampel tanah dan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* tertutup, kemudian diekstraksi menggunakan 15 ml *n-hexane* sebagai zat pengekstraksi dengan cara *dishaker* selama 2 jam hingga padatan dan supernatan terpisah. Ekstraksi dilakukan 1 kali pada salah satu perwakilan ulangan permasing-masing kontrol dan perlakuan untuk mendapatkan kandungan hidrokarbon.

3. Supernatannya (cairan) disaring dengan menggunakan kertas saring untuk menghindari terbawanya partikel-partikel tanah.
4. Supernatan disaring ke dalam vial yang sebelumnya telah di timbang beratnya.
5. Vial yang berisi supernatan dipanaskan dalam oven $T = 70^{\circ}\text{C}$, dengan waktu 2 jam dan/atau sampai seluruh n-hexane menguap (tinggal ekstraknya yang berupa minyak) (B). Total berat minyak (TPH) yang diekstrak dapat diperoleh dengan menghitung selisih berat vial awal dan akhir. Berikut persamaan yang akan digunakan untuk mengukur kadar TPH *Total Petroleum Hidrokarbon* (Juliani & Rahman, 2011).

a. Massa TPH

$$\text{TPH \%} = \frac{A - B}{(5 \text{ gram})} \times 100 \%$$

Dimana :

A = berat vial akhir (dengan minyak hasil ekstraksi)

B = berat vial awal (sebelum ekstraksi)

b. Persen penurunan kadar TPH

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

TPH_0 = TPH control (gram)

TPH_n = TPH hari ke-n (gram)

5. Perhitungan Koloni Bakteri

Pengujian untuk menghitung jumlah koloni bakteri disesuaikan dengan SNI 01-23323-2006 dalam Ria (2021) dan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) bertujuan untuk menunjukkan jumlah bakteri yang terdapat dalam sampel tanah dengan cara menghitung koloni bakteri yang tumbuh pada media agar.

Proses pengujian dilakukan dengan menimbang sampel tanah sebanyak 1 gram. Encerkan dengan 9 ml NaCl steril dalam tabung reaksi dan dikocok hingga homogen. Proses pengenceran dapat dilakukan dengan cara menyiapkan 6 buah tabung reaksi steril dan diisi dengan NaCl sebanyak 9 mL, ditandai masing-masing tabung reaksi dengan konsentrasi murni 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Ambil 1 mL larutan suspensi tanah dan dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi pengenceran NaCl 10^{-1} . Kocok hingga homogen, kemudian diambil 1 mL dari pengenceran NaCl 10^{-1} dimasukkan kedalam pengenceran NaCl 10^{-2} . Dilakukan hal yang sama sampai pengenceran NaCl 10^{-3} , 10^{-4} dan 10^{-5} . Dimasukkan cairan suspensi tanah pada pengenceran NaCl 10^{-4} dan 10^{-5} sebanyak 1 mL, pada media NA. Homogenkan cairan suspensi secara merata. Diinkubasi dan diamati selama 1x24 jam. Tujuan dilakukannya pengenceran sampai pengenceran 10^{-5} supaya mengurangi kepadatan bakteri pada sampel tanah sehingga dapat dihitung dengan mudah. Perhitungan total koloni bakteri per mL sampel akan menggunakan persamaan berikut:

$$A = \frac{\text{Jumlah Koloni Per Cawan}}{\text{mL Sampel}} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$$

Dimana :

A = Kelimpahan Bakteri (CFU/gr)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil penelitian

Hasil dari penelitian ini adalah penambahan kotoran domba berpengaruh terhadap penurunan kadar TPH, dimana penelitian ini terdiri dari 1 kontrol (K₁) 500 g sampel tanah limbah oli 0 g kotoran domba dengan 4 kali pengulangan dan 2 perlakuan, dimana Perlakuan (P₁) 350 g sampel tanah oli 150 g kotoran domba dan perlakuan ke 2 (P₂) 250 g sampel tanah oli 250 g kotoran domba dengan 8 kali ulangan (U₁) sampai dengan ulangan (U₈) permasing-masing perlakuan, dimana waktu pengolah hari ke 0, hari ke 3, hari ke 6, hari ke 9, hari ke 12, hari ke 15, hari ke 18, hari ke 21, hari ke 24, hari ke 27, hari ke 30 untuk hasil penelitian uji suhu, kadar air/kelembaban, pH. Kemudian Untuk uji kadar TPH dihari ke 0, 10, 20 dan 30 dengan 1 perwakilan ulangan pada kontrol (K₁) maupun perlakuan (P₁ dan P₂). Koloni bakteri hari ke 0 dan 30 dilakukan pada perwakilan ulangan kontrol (K₁) maupun perlakuan (P₁) dan Perlakuan (P₂). Hasil penelitian terdiri dari hasil uji parameter pH, suhu, Kelembaban, TPH dan hitung koloni bakteri. Hasil uji TPH dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil pengujian Massa *Total Petroleum Hydrokarbon* (% TPH)

Waktu/Hari	Massa TPH (% TPH)		
	0% (0 g)	30% (150 g)	50% (250 g)
0	46	16.2	10.8
10	39	9.2	4.4
20	31.6	6.8	1.8
30	29	3	1.2

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh konsentrasi kotoran domba terhadap penurunan TPH

Hasil dari variasi komposisi penambahan kompos 30 % dan 50 %, dimana memberikan pengaruh terhadap tingkatan degradasi nilai *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH), dimana semakin banyak jumlah kompos yang dicampurkan dengan tanah yang tercemar limbah oli maka semakin tinggi hasil tingkat degradasi yang yang diperoleh selama 30 hari proses bioremediasi dapat dilihat

pada Tabel 4.1, dimana semakin banyak konsentrasi penambahan kotoran domba maka penurunan kadar (TPH) sampel semakin banyak dibandingkan dengan komposisi kotoran yang lebih sedikit. Penyebab meningkatnya penurunan kadar *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH) pada tingkat penambahan konsentrasi kompos 30% dan 50%, dikarenakan adanya aktivitas bakteri pada saat penambahan kompos. Sedangkan untuk penurunan kadar *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH) pada reaktor kontrol (0% Kompos) atau tanpa adanya penambahan kotoran domba, tingkat penurunsn kadar TPHnya berjalan lambat dikarenakan proses penurunan kadar TPH berjalan secara alami oleh bakteri indigenous yang terdapat pada sampel tanah (Ria, 2021). Bakteri mampu menurunkan *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH) pada sampel tanah yang di uji dikarenakan bakteri mampu beraktivitas dalam memecahkan rantai hidrokarbon menjadi senyawa karbon yang akan menjadi sumber energi bagi bakteri, (Ria 2021).

4.2.2 Pengaruh waktu pengomposan terhadap penurunan kadar TPH

Hasil dari Pengaruh waktu pengomposan terhadap penurunan Persen *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH), degradasi *Total Petroleum Hydrokarbon* (%TPH) pada kurun waktu hari ke 0-10, 0-20 dan 0-30 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Persen (%) degradasi *Total Petroleum hydrocarbon* (TPH)

Waktu/Hari	100 % Degradasi TPH		
	0% (0 g)	30%,(150 g)	50% (250 g)
0	46	16.2	10.8
0-10	15.21	43.2	59.25
0-20	31.3	58.02	83.3
0-30	36.95	81.48	88.8

Tujuan dilakukannya uji *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH) adalah untuk diketahui penurunan konsentrasi hidrokarbon pada sampel. Hasil dari parameter persen (%) degradasi *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH) dapat dilihat pada Tabel 4.2, setelah dilakukan proses *composting* dalam reaktor dalam kurun waktu hari ke-0 sampai dengan hari ke-30. pengamatan yang dilakukan selama 10 hari sekali yaitu dimulai dari hari ke-0, 10, 20 sampai hari ke-30

dengan satu kali uji untuk melihat penurunan konsentrasi *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH) pada reaktor yang telah dilakukan proses *composting* selama 30 hari. Pengujian dilakukan hanya pada salah satu perwakilan ulangan dari kontrol dan pada masing-masing perlakuan. Selama proses *composting* setiap kontrol dan perlakuan dilakukan pengadukan selama 3 hari sekali secara manual dengan cara dilakukan menyemprotan air sebanyak 25 ml pada setiap ulangan sampel pada kontrol dan pada masing-masing perlakuan reaktor yang berisi *composting*. Tujuan dilakukan pengadukan supaya terjadinya pertukaran oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba yang bertahan hidup pada kondisi aerob.

Analisa pengaruh kompos terhadap penurunan persen *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH) dapat dilihat pada Tabel 4.2. Degradasi *Total Petroleum Hydrokarbon* (%TPH) pada kurun waktu hari ke 0-10, 0-20 dan 0-30 dapat dilihat bahwa memiliki tingkatan masing-masing dalam mendegradasi TPH dapat dilihat pada Tabel 4.2.

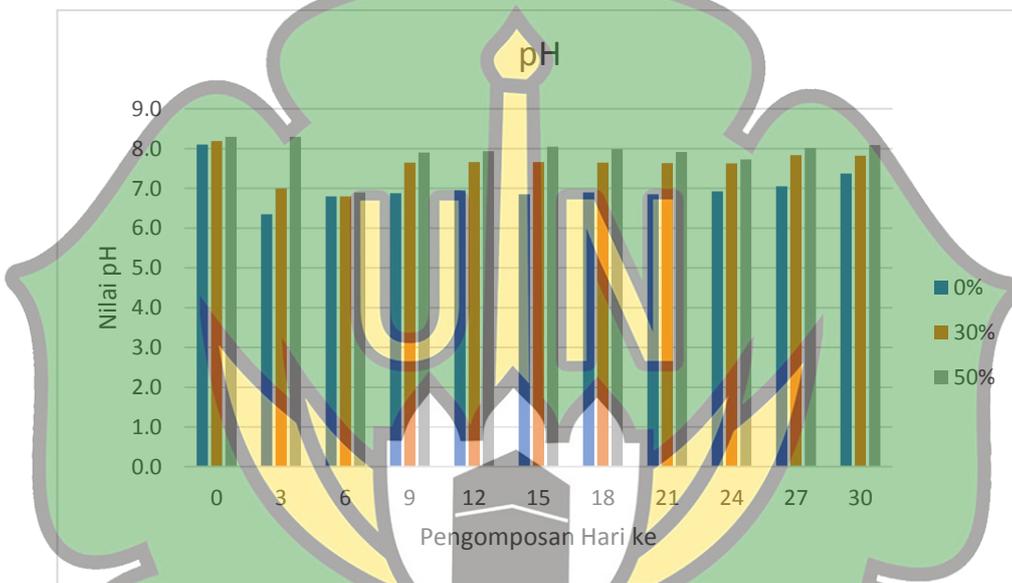
Hasil yang ditunjukkan dari tabel 4.2 adanya penurunan konsentrasasi *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH) pada setiap periode waktu, penurunan kadar TPH berbeda-beda sesuai dengan lamanya proses pengomposan. Semakin lama waktu pengomposan maka hasil penurunan kadar TPH semakin tinggi dari masing-masing perlakuan. Pada ulangan reaktor kontrol juga terlihat adanya kecenderungan penurunan *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya, yang pertama mikroba *indigenous* dalam oil *sludge* memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar TPH tanpa adanya penambahan kompos atau kotoran domba. Kedua terjadinya penurunan *Total Petroleum Hydrokarbon* (TPH) bukan disebabkan dari aktivitas biologis akan tetapi bisa disebabkan penguapan (volatilisasi). Volatilisasi dapat terjadi disebabkan karena pengaruh pengadukan dan penyiraman yang dilakukan tiga hari sekali selama berlangsungnya proses penelitian (Rahman, 2011).

Berikut beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap penurunan kadar TPH sampel. Dalam waktu pengomposan selama waktu hari ke 0 sampai dengan hari ke 30 ada beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap

penurunan kadar TPH yang diukur selama proses pengomposan, yaitu berupa pH, suhu dan kelembaban atau kadar air. Berikut beberapa hasil pengukurannya:

a. pH

Berikut hasil salah satu pengukuran parameter lingkungan yang berupa pH dapat dilihat pada Gambar 4.1 untuk konsentrasi 0 % kotoran domba, 30 % kotoran domba dan 50 % kotoran domba.



Gambar 4.1 Jumlah rata-rata pH pengomposan selama 30 hari

Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme selama proses biodegradasi hidrokarbon yaitu derajat keasaman (pH), dikarenakan pada saat berlangsungnya proses *composting* pertumbuhan mikroorganisme dapat meningkat jika pH berada pada kisaran 6-9, (Vyatrawan, 2015). Hasil uji pH disajikan pada Gambar 4.1.

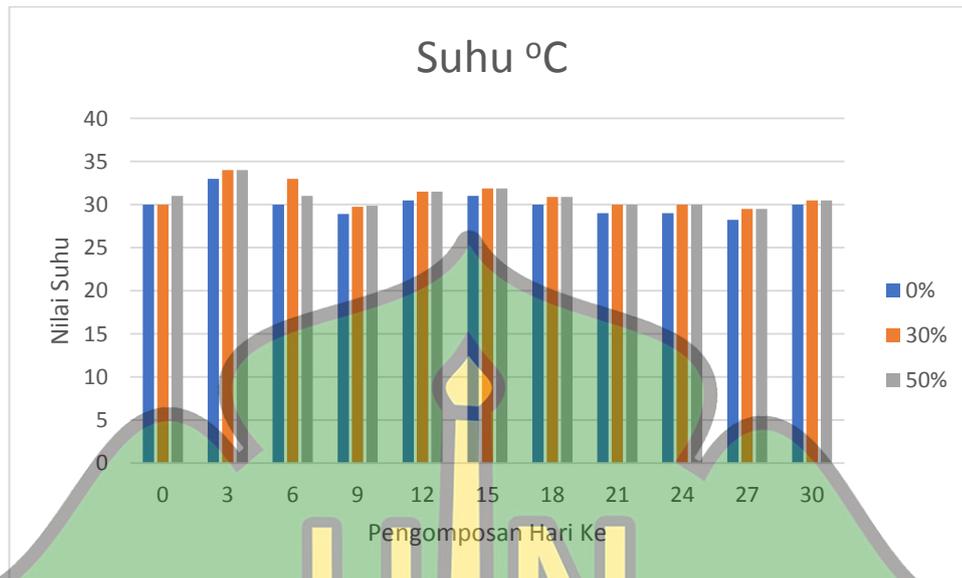
Hasil pengukuran pH pada reactor kontrol (0%) tanah kompos tanpa adanya penambahan kotoran domba pada hari ke 0 proses *composting* pH pada masing-masing ulangan yaitu 8.1 namun pada hari ke-6 sampai hari ke-24 *composting* pH tanah mengalami penurunan yaitu berkisar antara 6.3- 7.1 sampai dengan waktu *composting* hari ke-27 sampai hari ke-30 pH mengalami kenaikan kembali berada pada kisaran 7-7.4. Hasil dari pengukuran dari masing-masing ulangan rata-rata menunjukkan nilai pH sesuai dengan pendapat Vyatrawan

(2015), pada kadar optimal pH 6-8 adalah pH yang baik untuk bakteri mendegradasi hidrokarbon dikarenakan pada kisaran pH 6-8 bakteri dapat tumbuh selama berlangsungnya bioremediasi dan proses pengomposan.

Hasil pengukuran pH pada perlakuan (30%) dan (50%) tanah kompos adanya penambahan kotoran domba pada awal proses *composting* hari ke 0 pH perlakuan ke 1 (P1) diperoleh nilai pH yaitu 8.2, sedangkan pada perlakuan ke-2 (P2) nilai pH berada pada tingkatan 8.3. Kemudian pada saat hari ke-6 *composting* nilai pH perlakuan ke-1 (P1) mengalami penurunan hingga mencapai 6,8 sedangkan pada perlakuan ke-2 (P2) mengalami penurunan hingga 6.9. Pada hari ke-9 proses *composting* nilai pH perlakuan ke-1 (P1) mengalami kenaikan pada kisaran 7.4-7.8 dan pada perlakuan ke-2 (P2) nilai pH berada pada kisaran 7.7-8.2. Proses *Composting* berlangsung selama 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan ke-1 (P1) pada masing-masing ulangan menghasilkan nilai pH yaitu kisaran 6,8-8,1 sedangkan untuk perlakuan yang ke-2 (P2) menghasilkan nilai pH kisaran 6,9-8,2 dari masing-masing pengulangan. Hasil dari pengukuran dari masing-masing perlakuan rata-rata menunjukkan nilai pH sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Vyatrawan (2015). Hasil uji pada perlakuan permasing-masing ulangan bakteri dapat tumbuh, Pada kadar pH optimal. pH yang baik untuk bakteri mendegradasi hidrokarbon dikarenakan ada pada kisaran pH 6-8 bakteri dapat tumbuh selama berlangsungnya bioremediasi dan proses pengomposan, bukan hanya itu saja di dalam Mulyana (2013) juga dikatakan bahwa pertumbuhan mikroorganisme akan meningkat jika pH berada pada kisaran 6-9.

b. Suhu

Berikut hasil dari pengukuran suhu pada saat proses berlangsungnya proses pengomposan selama 30 hari, adapun hasilnya disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil pengukuran suhu pengomposan selama 30 hari

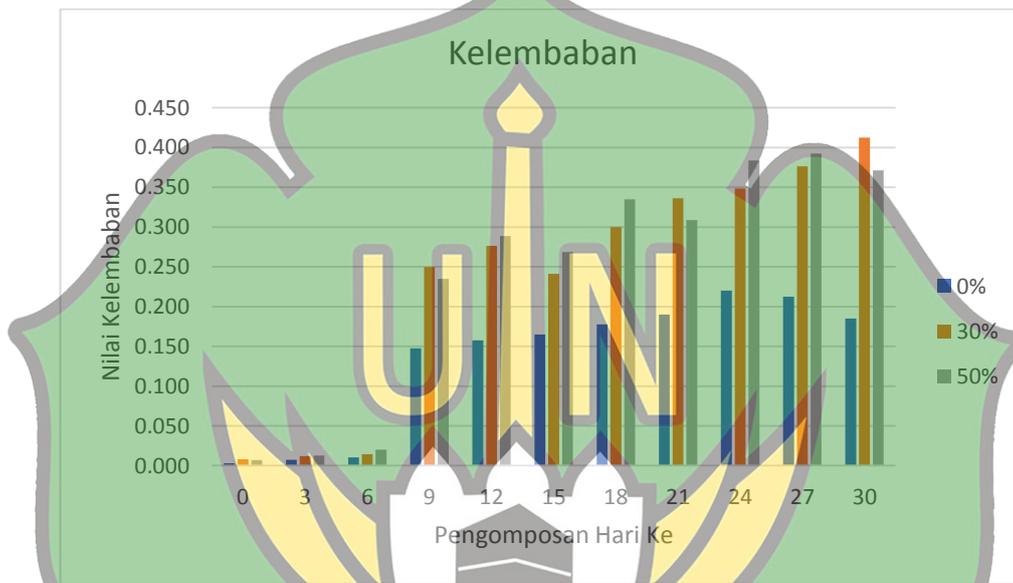
Suhu juga merupakan salah satu faktor yang dapat memberi dampak pada aktivitas mikroorganisme maupun pada laju biodegradasi kontaminan senyawa hidrokarbon (Ria, 2021). Untuk hasil dari pengukuran suhu dapat dilihat pada Gambar 4.2. suhu yang digunakan disini menggunakan suhu ruangan dan pengukuran suhu dilakukan 3 hari sekali, yang dimulai pada hari ke-0 sampai dengan hari ke-30. Pada setiap masing-masing ulangan reaktor kontrol menghasilkan suhu berkisaran 28.8-31.1°C pada proses *composting* hari ke 0 sampai hari ke 30. Pada reaktor perlakuan ke 1 (P1) di hari ke 0 sampai hari ke 30 suhu mencapai 29-34 °C dan untuk reaktor kontrol ke 2 (P2) menghasilkan suhu yang sama seperti perlakuan satu, pada saat berlangsungnya proses *composting* selama 30 hari pada setiap reaktor kontrol maupun dari reaktor perlakuan adanya suhu yang naik turun pada setiap reaktor pada saat proses *composting*.

Mulyana (2013) menyatakan yang bahwa suhu optimal untuk mendegradasi hidrokarbon adalah 30-40 °C. Adanya kenaikan suhu pada saat proses *composting* menunjukkan bahwa adanya peningkatan aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi *Total Petroleum Hydrocarbon*. Dimana saat berlangsungnya proses penguraian bahan organik, dimana terjadinya penguraian substrat yang disebabkan oleh mikroorganisme sehingga akan menghasilkan panas, dikarenakan

proses tersebutlah yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu pada saat poses *composting* (Andik, 2019).

c. Kelembaban atau kadar air

Berikut hasil penukuran kelembaban sampel selama proses pengomposan selama 30 hari, yang disajikan pada Gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran kelembaban selama proses pengomposan

Proses pengujian kadar air dilakukan setiap 3 hari sekali dimulai dari hari ke 0 proses *composting* sampai hari ke 30 pada kontrol dan pada setiap perlakuan. Tujuan dilakukan pengamatan terkait parameter kadar air supaya dapat mengontrol jumlah air yang terdapat pada reaktor kontrol dan perlakuan pada setiap ulangnya. Air merupakan salah satu penyebab yang dapat mempengaruhi keberadaan transfer gas, tingkat toksisitas kontaminan, keberadaan kontaminan, perpindahan maupun pertumbuhan mikro organisme (Rahman, 2011). Kadar air juga merupakan salah satu faktor untuk mengoptimalkan proses bioremediasi hidrokarbon, dikarenakan mikroorganisme yang terdapat pada limbah minyak bumi sangat membutuhkan air yang berada didalam tanah untuk aktivitas metabolisme mikroorganisme itu sendiri (Mulyana, 2013). Kadar air diukur dengan cara masa sampel awal (berat sampel basah) dikurang berat sampel akhir (sampel kering) kemudian dibagi berat masa sampel awal (Rahman, 2011).

Hasil uji kadar air dapat dilihat pada Gambar 4.3. Dalam Rahman (2011) untuk proses bioremediasi guna untuk trasfergas membutuhkan kadar air optimum berkisaran 25-35%. Kadar air yang disajikan pada Grafik 4.3 adanya penurunan kadar air dan kenaikan kadar air pada hari ke 0 proses *composting* hingga hari ke 30.

Pada hasil uji kadar air yang di sajikan pada Grafik 4.3 pada hari ke 27 hingga hari ke 30 mengalami kenaikan hingga 0.50%, dalam Andik (2019) dikatakan bahwa penyebab terjadinya kenaikan kadar air dipengaruhi oleh porositas tanah, dimana terjadinya kenaikan kadar air pada tanah yang tercemar dengan penambahan pupuk, karena penambahan pupuk dapat meningkatkan porositas tanah, dimana kondisi tersebut juga akan dapat berpengaruh pada tingkat aerasi tanah dan kadar air tanah. Sedangkan kurangnya kadar air pada reaktor kontrol maupu perlakuan salah satunya dapat disebabkan penyerapan H₂O oleh mikro organisme pada saat melakukan metabolisme yang memerlukan H₂O sebagai pereaksi. Bukan hanya itu saja turunnya kadar air juga dapat disebabkan adanya proses aerasi/pengadukan yang dilakukan pada saat proses *composting* sehingga dapat terjadinya penguapan (Andik, 2019).

Hasil dari proses pengukuran kadar air hari ke 0 dan hari ke 30 dapat dilihat pada Gambar 4.4. Pada hari ke 0 dan hari ke 30 menunjukkan adanya perubahan pada warna dan tekstur tanah yang awalnya berwarna kecoklatan menjadi kehitaman dan awalnya kering menjadi lembab, yang menunjukkan yang bahwa pada saat proses *composting* adanya penambahan air sebanyak 25 ml selama 3 hari sekali sehingga tanah *composting* tetap terjaga kelembabannya.



(a) Tanah hari Ke 0

(b) Tanah hari ke 30

Gambar 4.4 Tanah *Composting* hari ke 0 dan hari ke 30

4.2.3 Total koloni bakteri pada tahap awal hari ke-0 dan tahap akhir hari ke-30 pada proses *Composting*

Hasil yang diperoleh dari jumlah perhitungan koloni bakteri di sajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil yang di peroleh dari uji jumlah koloni

fariasi kotoran domba	Jumlah Koloni (CFU/mL)	
	hari ke 0 pengenceran 10^{-5}	hari ke 30 pengenceran 10^{-5}
0 % kotoran domba	$1,3 \times 10^6$	$5,8 \times 10^6$
30 % kotoran domba	$0,8 \times 10^6$	$6,7 \times 10^6$
50 % kotoran domba	$4,7 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$

Adapun tujuan dilakukannya total koloni mikroba pada sampel tanah adalah supaya bisa menghitung dan mengamati koloni mikroba pendegradasi hidrokarbon yang terdapat di dalam sampel tanah pada setiap variasi perlakuan maupun kontrol, pengukuran untuk menghitung jumlah koloni mikroba dilakukan sebanyak 2 kali permasing-masing perlakuan dan kontrol, yaitu dimana pengukuran dilakukan pada hari ke 0 pengomposan dan hari ke 30 pengomposan.

Hasil dari uji total koloni bakteri dapat dilihat pada tabel 4.3 menunjukkan yang bahwa pada hari ke-0 tanah limbah oli yang tidak ada penambahan kotoran domba jumlah bakteri terbanyak ada pada pengenceran ke 5 (10^{-5}) dimana jumlah

koloni yang tumbuh sebanyak $1,3 \times 10^6$ koloni, sedangkan pada hari ke 30 setelah dilakukan proses *composting* selama 30 hari jumlah koloni yang tumbuh sebanyak $5,8 \times 10^6$. Untuk perlakuan ke 1 (P1) dengan konsentrasi 30% dimana kotoran domba yang digunakan pada reaktor sebanyak 150 gram sedangkan tanah limbah oli sebanyak 350 gram diperoleh jumlah koloni bakteri pada hari ke 0 sebanyak $0,8 \times 10^6$ sedangkan setelah melewati proses *composting* pada hari ke 30 jumlah koloni yang tumbuh mencapai $6,7 \times 10^6$. Sedangkan pada perlakuan sampel yang ke 2 (P2) yaitu dengan konsentrasi 50% dimana tanah oli dan kotoran domba yang digunakan yaitu 250 gram tanah yang tercemar limbah oli dan 250 gram kotoran domba, hasil koloni bakteri yang tumbuh pada hari ke 0 sebelum pengomposan yaitu sebanyak $4,7 \times 10^6$ sedangkan dihari ke 30 mengalami penurunan dimana jumlah koloni bakteri yang tumbuh sebanyak $1,7 \times 10^6$.

Dari hasil uji total koloni yang ada pada masing-masing kontrol dan perlakuan yang dilakukan pada saat proses *composting* hari ke 0 dan hari ke 30 bakteri dari hasil uji bakteri mengalami penurunan dan kenaikan jumlah tumbuhnya pada waktu awal proses *composting* dan pada waktu akhir *composting*. Penyebab terjadinya peningkatan koloni bakteri dikarenakan diwaktu tertentu bakteri dapat mengalami fase eksponensial dimana bakteri membelah diri dengan cepat sehingga jumlah bakteri menjadi meningkat. Sedangkan penurunan jumlah koloni bakteri di waktu tertentu dapat disebabkan karena jumlah koloni bakteri mengalami kematian. Adapun penyebab koloni bakteri mengalami kematian karena nutrisi dan energi cadangan dalam media yang dibutuhkan atau digunakan oleh si bakteri sudah mulai habis atau sudah berkurang (Ria, 2021).

Hasil pengukuran total koloni bakteri hari ke 0 dan hari ke 30 dengan pengenceran 10^{-5} pada kontrol hari ke 0 dan kontrol hari ke 30. kontrol dan perlakuan hari ke 0 dapat di lihat pada Tabel 4.4 dan hari ke 30 kemudian dapat di lihat pada Tabel 4.5.

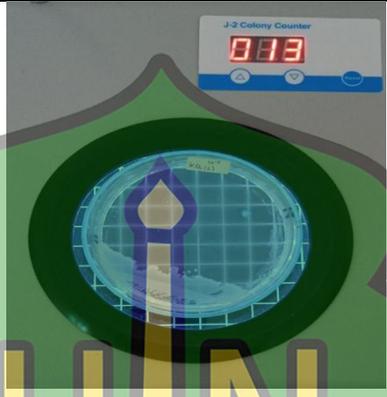
Ada beberapa proses yang dilakukan untuk menunjukkan hasil total koloni sampel yang dapat tumbuh pada media agar yaitu, sebelum proses bakteri di tanam pada media agar, alat dan bahan terlebih dahulu di sterilisasikan pada oven selama 1 jam dengan suhu 170°C , kemudian pembuatan media agar dilakukan

dengan cara diambil 14 gram media agar kemudian dicampurkan dengan aquades steril sebanyak 15 ml dan dipanaskan dan disertai dengan pengadukan menggunakan hotplate dengan suhu 90°C dengan waktu pengadukan selama 15 menit. Sebelum di tuang ke dalam cawan petri yang sudah di sterilkan media NA terlebih dahulu di masukkan kedalam autoclave selama 15 menit dengan suhu 1 atm (121°C), kemudian media NA yang telah steril di tuangkan pada masing-masing cawan petri yang telah di sterilisasi untuk media tanam bakteri.

Pengenceran sampel dilakukan sampai pengenceran 10^{-5} dimana ditimbang 1 gram sampel kemudian dimasukkan kedalam tabung murni yang berisi 9 mL NaCl tanpa ada pengenceran, baru kemudian dilakukan pengenceran 10^{-1} sampai dengan Pengenceran 10^{-5} , tahapan pengenceran dilakukan dengan cara menyiapkan 6 buah tabung reaksi steril dan diisi dengan NaCl steril sebanyak 9 mL, ditandai masing-masing tabung reaksi dengan konsentrasi murni, 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , dan diambil 1 mL larutan suspensi tanah dan dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi pengenceran NaCl 10^{-1} . Dikocok hingga homogen, kemudian diambil 1 mL dari pengenceran NaCl 10^{-1} dimasukkan kedalam pengenceran NaCl 10^{-2} . Dilakukan hal yang sama sampai pengenceran NaCl 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , dan 10^{-6} .

Diambil cairan suspensi tanah pada pengenceran NaCl 10^{-4} dan 10^{-5} sebanyak 1 mL, di pindahkan pada media NA kemudian di sebar cairan suspensi secara merata menggunakan batang penyebar baru kemudian media Na Yang telah di tanami mikroba di inkubasi dan diamati selama 1x24 jam. Tujuan dilakukannya pengenceran sampai pengenceran 10^{-5} supaya mengurangi kepadatan bakteri pada sampel tanah sehingga dapat dihitung dengan mudah. Hasil perhitungan total koloni bakteri yang tumbuh pada sampel dapat dilihat pada Table 4.4 dan Tabel 4.5.

Tabel 4.4 perhitungan total koloni bakteri hari ke 0 proses *Composting*

Variasi Perlakuan	Hasil	Jumlah koloni bakteri
Kontrol dengan (0%) kotoran domba dengan Pengenceran 10^{-5}		$1,3 \times 10^6$
Perlakuan ke 1 dengan (30%) kotoran domba dengan pengenceran 10^{-5}		$0,8 \times 10^6$
Perlakuan ke 2 dengan (50%) kotoran domba dengan pengenceran 10^{-5}		$4,7 \times 10^6$

Tabel 4.5 perhitungan total koloni bakteri hari ke 30 proses *Composting*

Variasi Perlakuan	Hasil	Jumlah koloni bakteri
Kontrol dengan (0%) kotoran domba dengan Pengenceran 10^{-5}		$5,8 \times 10^6$
Perlakuan ke 1 dengan (30%) kotoran domba dengan pengenceran 10^{-5}		$6,7 \times 10^6$
Perlakuan ke 2 dengan (50%) kotoran domba dengan pengenceran 10^{-5}		$1,7 \times 10^6$

BAB V

PENUTUP

4.3 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adapun kesimpulan yang dapat diambil yaitu:

1. Konsentrasi kotoran domba berpengaruh terhadap penurunan massa *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH), dimana penggunaan konsentrasi kotoran domba sebanyak 50% dapat menurunkan massa TPH sebesar 1,2 %.
2. Waktu *composting* berpengaruh terhadap penurunan kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH), dimana waktu *composting* yang dilakukan dari hari ke 0-30 penurunan nilai degradasi TPH dihari ke 30 mencapai 88,8 % pada penambahan konsentrasi yang 50%.
3. Total koloni bakteri yang ada pada saat prosos *composting* sebesar $1,3 \times 10^6$ pada hari ke-0 dan $5,6 \times 10^6$ di hari ke-30 pada kontrol (K), sedangkan pada perlakuan ke-1 (P1) pada hari ke-0 didapat jumlah koloni sebanyak $0,8 \times 10^6$ sedangkan pada hari ke-30 jumlah koloni yang didapat $2,7 \times 10^6$, untuk perlakuan ke-2 (P2) terjadinya penurunan total koloni yang tumbuh pada proses *composting* hari ke-0 sampai hari ke-30 dimana hasil koloni yang didapat di hari ke-0 adalah $4,7 \times 10^6$ sedangkan di hari ke 30 koloni yang didapat sebanyak $1,7 \times 10^6$.

4.4 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adapun saran yang dapat diperlukan yaitu:

1. Diperlukan identifikasi koloni bakteri yang ada dan yang dapat meremediasi pada proses pengomposan tanah *Top Soil* yang tercemar limbah oli.
2. Perlu dilakukan pengujian nilai unsur hara makro N, P, K setelah dilakukan penambahan kotoran domba pada saat proses pengomposan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andik Yulianto., D. W. (2019). Bioremediasi Tanah Dengan Teknik Composting Di Pt. X Yogyakarta. *TA/TL Universitas Islam Indonesia /2019/1053*, 1-13.
- Abioye., O. P. P. A. (2012). Biodegradation of Used Motor Oil in Soil Using Organic Waste Amendments. *Biotechnology Research International Volume 2012, Article ID 587041, 8 pages*, 1-8.
- Basuki, W. (2011). Biodegradasi Limbah Oli Bekas Oleh *Lycinibacillus sphaericus* TCP C 2.1. *J. Tek. Lingkungan Vol. 12 No. 2*, Hal. 111 - 119.
- Benito A.K, Y. A. (2012). Identifikasi Bakteri yang Dominan Berperan pada Proses Pengomposan Filtrate Pengolahan Pupuk Cair Feses Domba. *Jurnal Ilmu Ternak, Juni 2012, Vol. 12, No. 1*, 7-10.
- Barokah Aliyanta, L. O. (2011). Pengaruh Biokompos Dalam Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Minyak Bumi. *Valensi Vol.2 No. 3, Nop 2011*, 430-422.
- Charlena., M. Y. (2011). Pemanfaatan Konsorsium Mikroba Dari Kotoran Sapi dan Kuda Pada Proses Biodegradasi Limbah Minyak Berat (Lmb). *Prosiding Seminar Nasional Sains IV; Bogor, 12 November 2011*, 221-237.
- Devi Novitasari., J. C. (2021). Kajian Efektivitas Pupuk Dari Berbagai Kotoran Sapi, Kambing dan Ayam. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur II FTSP ITATS - Surabaya, 20 Februari 2021*, 442-447.
- Dalyla, A. N. (2016). Peran Bakteri *Bacillus Cereus* Dan *Pseudomonas Putida* Dalam Bioremediasi Logam Berat (Fe, Cu, Dan Zn) Pada Tanah Tercemar Minyak Bumi. *SKRIPSI – TK141581*, 1-122.
- Dr. Supriatin, S. M. (2017). Penetapan Sampel Tanah Standar Untuk Menjamin Mutu (*Quality Control*) Hasil Analisis Sampel Tanah Di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Lampung. *Laporan Penelitian Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung*, 1-23.
- Gabriel O. Ogbeh., T. O. (2019). Optimization Of Nutrients Requirements For Bioremediation Of Spent-Engine Oil Contaminated Soils. *Environ. Eng. Res. 2019; pISSN 1226-1025*, 484-494.
- Handrianto, P. (2018). Mikroorganisme Pendegradasi TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) Sebagai Agen Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi. *Jurnal SainHealth Vol. 2 No. 2 Edisi September 2018*, 35-42.

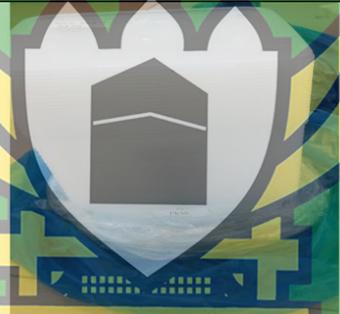
- Hafiluddin. (2011). Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak dengan Tehnik Bioaugmentasi dan Biostimulasi . *embryo vol.8 no. 1 ISSN 0216-0188*, 47-52.
- Holifah, S. (2017). *Analisis Penambahan Kotoran Kambing dan Kuda pada Proses Bioremediasi Oil Sludgedi Pertambangan Desa Wonocolo*. Semarang: Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Imam Chanif., E. H. (2017). Kinerja Oil Spill Dispersant Dalam Proses Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi (Studi Kasus Tanah Tercemar Minyak Bumi Lapangan Xyz). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian 27 (3): 336-344*.
- Junaidi, Muyassir, dan Syafruddin. (2013). Penggunaan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan Pupuk Kandang Dalam Bioremediasi Inceptiso Tercemar Hidrokarbon. *Jurnal Konservasi Sumber Daya Lahan Volume 1, No. 1, Mei 2013 ISSN 2302-013X*, 1-9.
- Komarawidjaja, W. (2009). Karakteristik dan Pertumbuhan Konsorsium Mikroba Lokal Dalam Media Mengandung Minyak Bumi. *ISSN 1441-318X J. Tek. Ling Vol. 10 No. 1 Jakarta, Januari 2009*, 14 - 119.
- Kurniawan, F. H. (2014). Pengaruh Tumpahan Bahan Bakar Minyak dan Oli Terhadap Kinerja Campuran Lataston-Wc Dengan Menggunakan Metode Marshall . *ISSN: 2355-374X Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol.2.No.3,September 2014*, 553-559.
- Kepmen, LHK. (2003). Tata Cara Dan Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi Dan Tanah Terkontaminasi Oleh Minyak Bumi Secara Biologis. *Keputusan menteri negara lingkungan hidup nomor 128 tahun 2003*, 813-829
- M. Tufaila., D. (2014). Aplikasi Kompos Kotoran Ayam Untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Mentimun (Cucumis Sativus L.) di Tanah Masam. *ISSN: 2087-7706 Vol. 4 No. 2. JURNAL AGROTEKNOS Juli 2014*, 120-127.
- Mukhlisoh, I. (2012). Pengelolaan Limbah B3 Bengkel Resmi Kendaraan Bermotor Roda Dua Di Surabaya Pusat. *ITS-Undergraduate paper-19624-3308100043*, 1-9.
- Mangkoedihardjo, S. (2005). Seleksi Teknologi Pemulihan untuk Ekosistem Laut Tercemar Minyak. *Seminar Nasional Teori & Aplikasi Teknologi Kelautan ITS Surabaya*, 1-9.

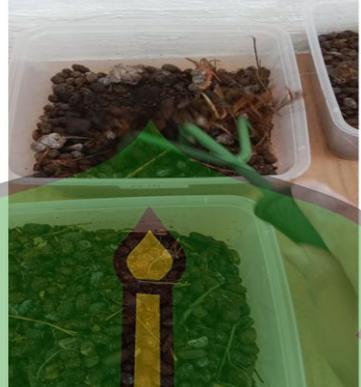
- Mulyana, T. R. (2013). Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Lumpur Minyak Menggunakan Campuran Bulking Agents yang Diperkaya Konsorsia Mikroba Berbasis Kompos Iradiasi. *Vol. 9 No. 2 Desember 2013*, 139-150.
- Obiakalaije U.M, M. O. (2015). Bioremediation of Crude Oil Polluted Soil Using Animal Waste. *International Journal of Environmental Bioremediation & Biodegradation*, 2015, Vol. 3, No. 3, 79-85, 79-85.
- Pagoray, H. (2009). Biostimulasi dan Bioaugmentation Untuk Bioremediasi Limbah Hidrokarbon Serta Analisis Keberlanjutan. *Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor*, 1-104.
- Pratiwi., M. S. (2019). Analisis Variasi Campuran Berat Tanah Humus dan Kompos terhadap Penurunan Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) dengan Konsep Bioremediasi. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung Vol 11, No 1, Tahun 2019*, 24-37.
- Pujawati Suryatmana., R. A. (2019). Potensi Inokulan Petrofilik dan Kompos Kotoran Ayam dalam Bioremediasi Limbah Minyak Bumi Sistem Land Treatment. *Soilrens, Volume 17 No. 1, Januari – Juni 2019*, 1-8.
- Putri, N. M. (2020). *Uji Efektivitas EM4 dalam Mendegradasi Totalpetroleum Hydrocarbon pada Limbah Oli*. Banda Aceh: Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
- Rahman, A. J. (2011). Bioremediasi Lumpur Minyak (Oil Sludge) dengan Penambahan Kompos sebagai Bulking Agent dan Sumber Nutrien Tambahan . *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan ISSN: 2085- 1227 Volume 3, Nomor 1, Januari 2011*, 1-18.
- Raharjo, W. P. (2007). Pemanfaatan Tea (Three Ethyl Amin) Dalam Proses Penjernihan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Pada Peleburan Aluminium. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi, Vol. 8, No. 2*, 66 - 184.
- Ria Anggieni. (2021). Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Oli Bekas Menggunakan Biokomposting. *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Tanjung Pura Vol 2, No.1 (2021)*, 1-10.
- Sri Pertiwi E., H. W. (Januari 2011). Pemanfaatan Rumput Fimbrisylis sp. dalam Proses Bioremediasi. *Jurnal Penelitian Sains Volume 14 Nomer 1(D) 14113*, 57-61.
- Sarah, F. (2019). Efektivitas Kombinasi Pupuk Cair dan Tanah Kompos Dalam Proses Bioremediasi Limbah Oli. *Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry*, 1-35.

- Sumastri dalam Saut Rona Barcio Tuamano., L. I. (2017). Bioremediasi Limbah Oli Bekas Kendaraan Bermotor dengan Lumpur Aktif dengan Variasi Penambahan Bakteri Lokal Yang Diidentifikasi dengan Sekuen 16s Rdna. *e-journal.uajy.ac.id:11440*, 1-15.
- Susanti, W. I., dan Trinanda, R. (2017). Potensi Bakteri Asal Tanah Rizosfer, Sedimen Tanah, dan Pupuk Kandang Sapi untuk Biodegradasi Minyak Berat dan Oli Bekas. *Jurnal Tanah dan Iklim Vol. 41 No. 1*, Hal: 37-44.
- Titah, S. S. (2020). Potensi Metode Co-Composting pada Bioremediasi Tanah Tercemar Pelumas Bekas Menggunakan Sampah Organik Biodegradable. *Jurnal Teknik Its Vol. 9, No. 2, (2020) ISSN: 2337-3539*, 103-110.
- Triyanti, V. R. (2017). Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Kandang Domba Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Semangka (Citrullus vulgaris.S) Varietas Palguna F1 . *Jurnal Agroteknik: Vol. 4 No. 2 Juni 2017* , 76-86.
- Tuti, M. (2021). Uji Efektivitas Kotoran Sapi Dalam Remediasi Tanah Top Soil Yang Tercemar Oli. *Universitas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry*, 1-69.
- Vyatrawan, U. (2015). Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak dengan Metode Soil Washing dan Biostimulasi . *Tugas Akhir – Re 141581 Lukman Vyatrawan Jurusan Teknik Lingkungan*, 1-50.
- Yanto, S. E. (2017). Pengujian Pupuk Organik Cair Urine Domba Dengan Biochar Cangkang Biji Kemiri Pada Tanaman Kedelai (Glycine Max L) . *Universitas Medan Area* , 1-59.
- Yuli Astuti Hidayati., T. A. (2013). Analisis Jumlah Bakteri dan Identifikasi Bakteri pada Pupuk Cair dari Feses Domba dengan Penambahan Saccharomyces cerevisiae. *Jurnal Ilmu Ternak, Desember 2013, VOL. 13, NO. 2*, 1-3.
- Yuliani, E. (2019). Fitoremediasi Limbah Pelumas Bekas Menggunakan Tanaman Enceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Dengan Variasi Penambahan Pupuk. *Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains Dan Teknologi*, 1-81.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Foto persiapan sampel

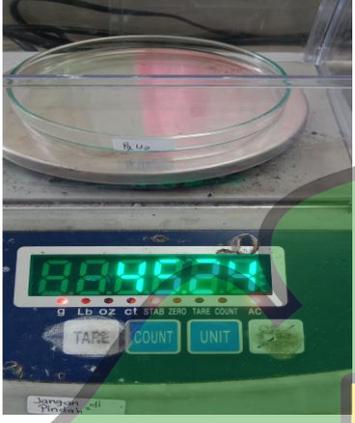
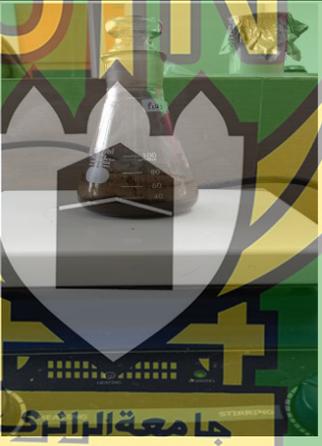
<p style="text-align: center;">Pengambilan sampe tanah</p> 	<p style="text-align: center;">Pengambilan Sampel kotoran domba</p> 	<p style="text-align: center;">Kotoran domba</p> 
<p style="text-align: center;">Tanah Oli</p> 	<p style="text-align: center;">Teaktor</p> 	<p style="text-align: center;">Reaktor Tampak bawah</p> 
<p style="text-align: center;">Penumbukan tanah</p>	<p style="text-align: center;">Hasil Tumbukan</p>	<p style="text-align: center;">Penimbangan sampel tanah</p>
		

Penambahan kotoran domba	Pencampuran sampel	Kontrol (K)
		
Perlakuan 1 (P1)	Perlakuan 2 (P2)	Penambahan air
		

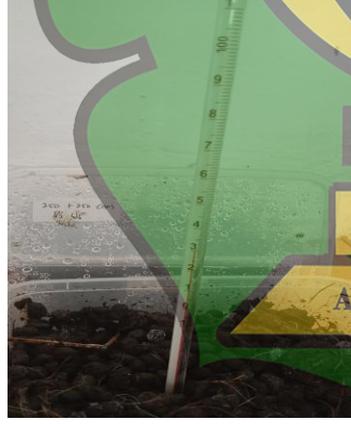
جامعة الرانيري

AR - RANIRY

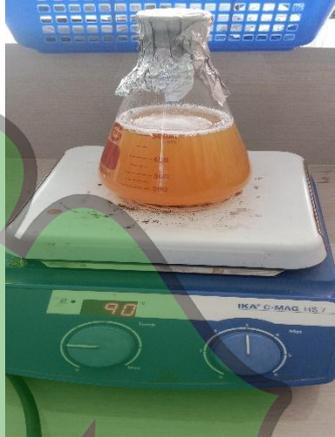
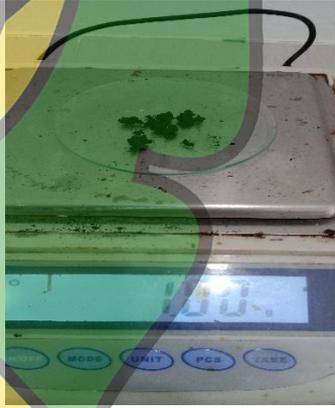
Lampiran 2. Foto pengukuran TPH

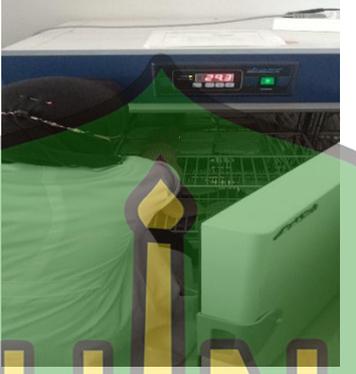
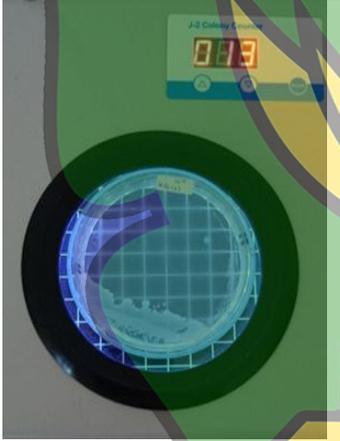
Penimbangan alat	Penimbangan sampel	Persiapan Sampel
		
Penamhan n-heksane	Pengadukan sampel	Penyaringan sampel
		
Oven sampel	Pendinginan sampel	Hasil ekstraksi
		

Lampiran 3. Foto pengukuran pH, suhu, Kelembaban

Penimbangan sampel	Pengadukan sampel	Pengukuran pH
		
Pengukuran suhu	Penimbangan berat sampel kelembaban setelah oven	
		

Lampiran 4. Foto hasil perhitungan koloni bakteri

Sterilisasi alat	Penimbangan NA	Pemanasan media NA
		
Stelisasi NA	Media NA	Penimbangan Sampel
		
Pengadukan Sampel	Pengenceran sampel	Hasil pengenceran
		

Penanaman mikroba	Ingkubasi	Hitung koloni bakteri
		
Koloni bakteri hari ke-0 (kontrol) pengenceran 10^{-5}	Koloni bakteri hari ke-0 (P1) pengenceran 10^{-5}	Koloni bakteri hari ke-0 (P2) pengenceran 10^{-5}
		
Koloni bakteri hari ke-30 (kontrol) pengenceran 10^{-5}	Koloni bakteri hari ke-30 (P1) pengenceran 10^{-5}	Koloni bakteri hari ke-30 (P2) pengenceran 10^{-5}
		

Lampiran 5. Tabel hasil penelitian pengukuran Suhu

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Suhu konsentrasi (0%)

Suhu (0 %)					
Hari	u1	u2	U3	u4	rata-rata
0	30	30	30	30	30
3	33	33	33	33	33
6	30	30	30	30	30
9	28.8	29	28.8	29	29
12	30	30	31	31	31
15	31	31	31	31	31
18	30	30	30	30	30
21	29	29	29	29	29
24	29	29	29	29	29
27	29	28	28	28	28
30	30	30	30	30	30

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Suhu konsentrasi (30%)

Suhu (30 %)									
Hari	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	rata-rata
0	30	30	30	30	30	30	30	30	30
3	34	34	34	34	34	34	34	34	34
6	33	33	33	33	33	33	33	33	33
9	30	29	29	30	30	30	30	30	30
12	31	31	31	32	32	32	32	31	32
15	32	32	31	32	32	32	32	32	32
18	30	30	30	31	31	31	32	32	31
21	30	30	30	30	30	30	30	30	30
24	30	30	30	30	30	30	30	30	30
27	29	29	30	30	29	29	30	30	30
30	31	30	31	30	30	30	31	31	31

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Suhu konsentrasi (50%)

Suhu (50 %)									
Hari	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	rata-rata
0	31	31	31	31	31	31	31	31	31
3	34	34	34	34	34	34	34	34	34
6	31	31	31	31	31	31	31	31	31
9	30	30	29	30	30	30	30	30	30
12	31	31	31	32	32	32	32	31	32
15	32	32	31	32	32	32	32	32	32
18	30	30	30	31	31	31	32	32	31
21	30	30	30	30	30	30	30	30	30
24	30	30	30	30	30	30	30	30	30
27	29	29	30	30	29	29	30	30	30
30	31	30	31	30	30	30	31	31	31

Lampiran 6. Tabel hasil penelitian pengukuran Kadar Air

Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Kadar Air konsentrasi (0%)

Kelembaban (0 %)					
Hari	u1	u2	U3	u4	rata-rata
0	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
3	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007
6	0.010	0.011	0.010	0.011	0.011
9	0.11	0.17	0.18	0.13	0.15
12	0.15	0.17	0.18	0.13	0.16
15	0.16	0.16	0.19	0.15	0.17
18	0.18	0.18	0.20	0.15	0.18
21	0.21	0.18	0.19	0.18	0.19
24	0.21	0.22	0.22	0.23	0.22
27	0.23	0.21	0.21	0.20	0.21
30	0.17	0.20	0.18	0.19	0.19

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Kadar Air konsentrasi (30%)

kelembaban (30 %)									
Hari	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	Rata-rata
0	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
3	0.013	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
6	0.014	0.015	0.014	0.013	0.015	0.015	0.014	0.014	0.014
9	0.30	0.27	0.22	0.26	0.19	0.37	0.24	0.15	0.25
12	0.34	0.33	0.21	0.26	0.27	0.31	0.19	0.30	0.28
15	0.33	0.22	0.23	0.30	0.18	0.24	0.21	0.22	0.24
18	0.29	0.30	0.30	0.31	0.29	0.29	0.37	0.25	0.30
21	0.38	0.29	0.37	0.37	0.3	0.39	0.31	0.28	0.34
24	0.30	0.31	0.39	0.37	0.33	0.43	0.28	0.38	0.35
27	0.40	0.36	0.39	0.38	0.30	0.45	0.36	0.37	0.38
30	0.38	0.40	0.49	0.48	0.38	0.43	0.37	0.37	0.41

Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Kadar Air konsentrasi (50%)

Kelembaban (50 %)									
Hari	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	Rata-rata
0	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
3	0.013	0.013	0.013	0.013	0.012	0.013	0.013	0.012	0.013
6	0.019	0.018	0.019	0.021	0.024	0.019	0.019	0.022	0.020
9	0.27	0.21	0.31	0.20	0.25	0.21	0.19	0.24	0.24
12	0.34	0.33	0.24	0.28	0.32	0.28	0.29	0.23	0.29
15	0.32	0.29	0.33	0.27	0.22	0.22	0.25	0.25	0.27
18	0.36	0.37	0.42	0.33	0.29	0.28	0.31	0.32	0.34
21	0.34	0.32	0.30	0.25	0.37	0.30	0.33	0.26	0.31
24	0.43	0.36	0.40	0.36	0.45	0.44	0.34	0.29	0.38
27	0.50	0.40	0.41	0.39	0.35	0.28	0.43	0.38	0.39
30	0.43	0.43	0.47	0.40	0.33	0.41	0.19	0.31	0.37

Lampiran 7. Tabel hasil penelitian pengukuran pH

Tabel 4.12 Hasil Pengukuran pH (0%)

pH (0 %)					
Hari	u1	u2	U3	u4	Rata-rata
0	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
3	6.4	6.3	6.4	6.3	6.4
6	6.9	6.8	6.6	6.9	6.8
9	7.8	6.6	6.6	6.5	6.9
12	6.8	7.1	6.8	7.1	7.0
15	6.7	6.9	6.9	6.9	6.9
18	7	6.9	6.8	6.9	6.9
21	6.7	6.8	7	6.9	6.9
24	7	6.9	6.9	6.9	6.9
27	7.1	7	7	7.1	7.1
30	7.4	7.5	7.2	7.4	7.4

Tabel 4.13 Hasil Pengukuran pH (30%)

pH (0 %)					
Hari	u1	u2	U3	u4	Rata-rata
0	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
3	6.4	6.3	6.4	6.3	6.4
6	6.9	6.8	6.6	6.9	6.8
9	7.8	6.6	6.6	6.5	6.9
12	6.8	7.1	6.8	7.1	7.0
15	6.7	6.9	6.9	6.9	6.9
18	7	6.9	6.8	6.9	6.9
21	6.7	6.8	7	6.9	6.9
24	7	6.9	6.9	6.9	6.9
27	7.1	7	7	7.1	7.1
30	7.4	7.5	7.2	7.4	7.4

Tabel 4.14 Hasil Pengukuran pH (50%)

pH (50 %)									
Hari	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	Rata-rata
0	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
6	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
9	8	7.9	8.2	7.9	7.9	7.8	7.7	7.8	7.9
12	8	8.1	7.9	8	7.9	7.9	7.9	7.8	7.9
15	8	8.1	8.2	7.9	8	8.1	8.1	8	8.1
18	8	7.9	7.9	7.9	7.9	8.2	8.1	8	8.0
21	8	7.9	8.2	7.9	7.9	7.8	7.8	7.8	7.9
24	7	7.9	8	7.8	7.9	7.8	7.8	7.6	7.7
27	8	8.1	8.1	8	8	7.9	8	8	8.0
30	8	8.2	8.1	8.1	8.1	8.1	8	8.1	8.1

Lampiran 8. Tabel hasil penelitian pengukuran TPH

Tabel 4.15 Pengujian Massa *Total Petroleum Hydrokarbon* (% TPH)

Degradasi TPH								
Fariasi Kotoran Domba	Hari Ke 0		Hari Ke 10		Hari Ke 20		Hari Ke 30	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0% (0 gr)	41,48	39,16	47,57	45,60	39,55	37,97	46,11	44,66
30% (150 gr)	33,68	32,87	42,35	41,89	47,50	47,16	42,09	41,94
50% (250 gr)	38,19	37,65	31,60	31,38	47,23	47,14	38,20	38,14

Massa TPH

$$\text{TPH \%} = \frac{A - B}{(5 \text{ gram})} \times 100 \%$$

Dimana :

A = berat vial akhir (dengan minyak hasil ekstraksi)

B = berat vial awal (sebelum ekstraksi)

$$\begin{aligned} \text{TPH \%} &= \frac{41,48 \text{ gram} - 39,16 \text{ gram}}{(5 \text{ gram})} \times 100 \% \\ &= \frac{2,32 \text{ gram}}{(5 \text{ gram})} \times 100 \% \\ &= 0,46 \times 100 \% \\ &= 46 \% \end{aligned}$$

Tabel 4.16 Hasil pengujian Massa *Total Petroleum Hydrokarbon* (% TPH)

Waktu/Hari	Massa TPH (% TPH)		
	0% (0 gr)	30% (150 gr)	50% (250 gr)
0	46	16.2	10.8
10	39	9.2	4.4
20	31.6	6.8	1.8
30	29	3	1.2

Tabel 4.17 Persen (%) degradasi *Total Petroleum hydrocarbon* (TPH)

Waktu/Hari	100 % Degradasi TPH		
	0% (0 gr)	30% (150 gr)	50% (250gr)
0	46	16.2	10.8
0-10	15.21	43.2	59.25
0-20	31.3	58.02	83.3
0-30	36.95	81.48	88.8

Persen penurunan kadar TPH

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

TPH_0 = TPH control (gram)

TPH_n = TPH hari ke-n (gram)

$$\begin{aligned}
 100 \% \text{ Degradasi} &= \frac{46 \text{ gram} - 39 \text{ gram}}{(46 \text{ gram})} \times 100 \% \\
 &= \frac{7}{46} \times 100 \% \\
 &= 15,21\%
 \end{aligned}$$

Lampiran 9. Tabel hasil perhitungan koloni bakteri

Tabel 4.18 hasil yang di peroleh dari uji jumlah koloni

Jumlah Koloni (CFU/ml)		
Fariasi Kotoran domba	hari ke 0	hari ke 30
	pengenceran 10^{-5}	pengenceran 10^{-5}
0 % kotoran domba	$1,3 \times 10^6$	$5,8 \times 10^6$
30 % kotoran domba	$0,8 \times 10^6$	$6,7 \times 10^6$
50 % kotoran domba	$4,7 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$

جامعة الرانيري

AR - RANIRY