

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI
PENDEGRADASI HIDROKARBON ASAL SEDIMEN
PELABUHAN CAPPA UJUNG PAREPARE**



**NUR ULFIKA
H041 20 1054**



Optimization Software:
www.balesio.com

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FASULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITASA HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI
PENDEGRADASI HIDROKARBON ASAL SEDIMEN
PELABUHAN CAPP A UJUNG PAREPARE**

NUR ULFIKA

H041201054



Optimization Software:
www.balesio.com

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI
PENDEGRADASI HIDROKARBON ASAL SEDIMEN
PELABUHAN CAPPA UJUNG PAREPARE**

NUR ULFIKA
H041201054

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Biologi

pada



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI
PENDEGRADASI HIDROKARBON ASAL SEDIMEN
PELABUHAN CAPP A UJUNG PAREPARE****NUR ULFIKA**
H041201054

Skripsi

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Biologi pada 30 April 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

Program Studi Biologi
Departemen Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama



Prof. Dr. Dirayah R Husain, DEA
NIP. 196005251986012001



Prof. Dr. Fahrudin, M.Si
NIP. 196509151991031002

Mengetahui:

Ketua Program Studi,



Dr. Magdalena Litaay, M.Sc.
NIP. 196409291989032002



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Asal Sedimen Pelabuhan Cappa Ujung Parepare" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Prof. Dr. Dirayah R Husain, DEA sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. Fahrudin, M.Si sebagai Pembimbing Pertama. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 15-04-2024

Yang menyatakan



Nur Ulfika
H041201054



Optimization Software:
www.balesio.com

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan *Alhamdulillah* serta puja dan puji syukur atas nikmat Allah SWT. karena atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Asal Sedimen Pelabuhan Cappa Ujung Parepare**” serta tak lupa pula sholawat dan salam selalu dipanjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. beserta keluarga dan para sahabat beliau yang menjadi suri tauladan sepanjang zaman.

Penyelesaian karya tulis ini tidak terlepas dari dukungan dari berbagai pihak dan orang-orang terkasih. Oleh karena itu, penulis memberikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang tak terhingga terkhusus kepada orang tua penulis yakni kepada Ibunda tercinta Munira yang selalu mendoakan serta mendukung penulis dan Ayahanda tercinta Alm. Mahyuddin yang senantiasa mendoakan penulis dalam sana dan memberi semangat kepada penulis dengan cara hadir di setiap mimpi penulis, serta saudara penulis yakni Kakak penulis Anisah Chikal, S.E., dan Adik-adik penulis Rasya Andika Chikal, dan Al-Furqan Mahyuddin yang juga ikut serta dalam memberi dukungan yang sangat berarti bagi penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Prof. Dr. Dirayah Rauf Husain, DEA. selaku pembimbing utama serta menjadi dosen pembimbing akademik penulis dari semester awal hingga akhir ini dan Bapak Prof. Dr. Fahrudin, M.Si selaku pembimbing pertama yang telah meluangkan tidak sedikitnya waktu dan tenaga dalam memberi bimbingan, nasehat, saran selama penelitian dan penyusunan skripsi ini hingga selesai. Penyelesaian karya tulis ini juga tidak terlepas dari dukungan, saran dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini juga penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc. selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta jajarannya.
- Bapak Dr. Eng Amiruddin, M.Si. selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin serta seluruh staf yang telah membantu penulis dalam hal akademik maupun administrasi.
- Ibu Dr. Magdalena Litaay M.Sc. selaku ketua Program studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
- Ibu Dr. Mustika Tuwo, S.Si., S.Pd., M.Sc. dan Bapak Dr. Ambeng, M.Si dan selaku penguji sidang sarjana yang telah menyempatkan waktu dalam memberikan kritik dan saran positif demi kemajuan skripsi ini.
- Seluruh Bapak/Ibu dosen pengajar program studi Biologi yang telah ikut serta meng dan memberi ilmu dengan tulus dan sabar kepada penulis perkuliahan.
- S.Si. selaku Laboran Mikrobiologi, terima kasih atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan selama proses perkuliahan, penelitian, dan penyusunan skripsi ini.



- Teman-teman seperjuangan dalam penelitian yakni Suci Wulandari, Siti Aulia Adila dan Amelya Madani Putri yang telah menemani dan saling memotivasi satu sama lain dari awal penelitian hingga akhir penelitian.
- Melainaya Agusaputri Iskandar dan Riska Anugrah Asmarani Asnawi selaku sahabat penulis yang telah memberikan doa dan segala bentuk bantuan maupun dukungan atas segala yang dilakukan serta bersedia menjadi rumah kedua bagi penulis dalam mencurahkan segala keluh kesah selama kurang lebih 16 tahun bersama.
- Mustaking, terima kasih atas doa, dukungan, perhatian serta bantuan yang sangat besar dalam proses menyelesaikan skripsi ini.
- Teman-teman Biologi Angkatan 2020 (BIOT20PIC) yang telah memberi saran dan dukungan dari awal perkuliahan hingga sekarang kepada penulis, terkhusus kepada Sarwan, Andi Alfhito Ardiansyah, Dodi Setiawan, Doni, Ahmad Nurfakhry Salim, Muhammad Rizal Udin, dan Dzulfaida Rajasa yang telah banyak membantu dalam proses penelitian hingga penyusunan skripsi.

Dengan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat semoga segala kebaikan yang telah diberikan dibalas nikmat keberkahan serta bernilai ibadah disisi Allah SWT. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan didalamnya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik maupun saran yang bersifat membangun dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini kedepannya.

Penulis,

Nur Ulfika



ABSTRAK

NUR ULFIKA. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Asal Sedimen Pelabuhan Cappa Ujung Parepare (dibimbing oleh Dirayah Rauf Husain dan Fahrudin).

Latar Belakang. Pelabuhan Cappa Ujung Parepare merupakan salah satu pelabuhan yang padat akan aktivitas perkapalan serta menjadi salah satu pelabuhan yang terindikasi tercemar oleh hidrokarbon. Sejalan dengan adanya aktivitas perkapalan yang terus terjadi, maka pencemaran lingkungan akan terus terjadi. Bioremediasi merupakan solusi paling efektif dikarenakan menggunakan mikroorganisme untuk mengubah polutan berbahaya menjadi senyawa yang tidak berbahaya. **Tujuan.** penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan serta karakteristik bakteri pendegradasi hidrokarbon. **Metode.** Penelitian dengan cara uji kemampuan biodegradasi bakteri hidrokarbon pada 3 titik lokasi serta pengujian karakterisasi dan pengukuran kurva pertumbuhan bakteri pendegradasi hidrokarbon. **Hasil.** Isolat yang positif mengandung bakteri pendegradasi hidrokarbon yakni pada isolat LK 2 dan LK 3. Serta berdasarkan hasil pemurnian terdapat 6 isolat murni dan pada hasil karakterisasi diperoleh morfologi koloni dan sel yaitu semua isolat berbentuk *circular*, berwarna putih susu, bentuk elevasi *convex* dengan tepian *entire* serta termasuk kedalam golongan bakteri gram negatif berbentuk basil (batang). Adapun waktu generasi tiap isolat berbeda diantaranya isolat LK 3 (3) dengan waktu generasi 43 jam 2 menit, isolat LK 2 (2) dengan waktu generasi 52 jam dan isolat LK 2 (3) dengan waktu generasi 38 jam 4 menit. **Kesimpulan.** Penelitian ini menunjukkan adanya isolat bakteri pendegradasi hidrokarbon petroleum yang tumbuh pada media kultur serta memiliki kemampuan yang berbeda dalam mendegradasi hidrokarbon petroleum.

Kata kunci: Minyak Bumi, Hidrokarbon Petroleum, Biodegradasi, Isolasi, Karakterisasi, Pelabuhan Cappa Ujung Parepare.



ABSTRACT

NUR ULFIKA. **Isolation and Characterization of Hydrocarbon Degrading Bacteria from the Sediment of Cappa Ujung Parepare Port** (supervised by Dirayah Rauf Husain and Fahrudin).

Background. Cappa Ujung Parepare Port is one of the ports that is dense with shipping activities and is one of the ports indicated to be polluted by hydrocarbons. As shipping activities continue to occur, environmental pollution will continue to occur. Bioremediation is the most effective solution because it uses microorganisms to convert harmful pollutants into harmless compounds. **Aim.** This study aims to determine the presence and characteristics of hydrocarbon degrading bacteria. **Methods.** By testing the biodegradation ability of hydrocarbon bacteria at 3 location points as well as characterization testing and measuring the growth curve of hydrocarbon degrading bacteria. **Results.** Isolates that positively contain hydrocarbon degrading bacteria, namely isolates LK 2 and LK 3. As well as based on the results of purification there are 6 pure isolates and on the results of characterization obtained colony and cell morphology, namely all isolates are circular, milky white, convex elevation shape with entire edges and belong to the class of gram-negative bacteria in the form of bacilli (rods). The generation time of each isolate is different including isolate LK 3 (3) with generation time 43 hours 2 minutes, isolate LK 2 (2) with generation time 52 hours and isolate LK 2 (3) with generation time 38 hours 4 minutes. **Conclusion.** This study shows the existence of petroleum hydrocarbon degrading bacterial isolates that grow on culture media and have different abilities in degrading petroleum hydrocarbons.

Keywords: Petroleum, Petroleum Hydrocarbons, Biodegradation, Isolation, Characterization, Cappa Ujung Port of Parepare.



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Teori.....	2
1.2.1 Minyak Bumi.....	2
1.2.2 Pencemaran Hidrokarbon Petroleum.....	3
1.2.3 Mekanisme Biodegradasi Hidrokarbon.....	4
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat.....	5
BAB II METODE PENELITIAN.....	6
2.1 Tempat dan waktu.....	6
2.2 Alat.....	6
2.3 Bahan.....	6
2.4 Metode Kerja.....	6
2.4.1 Tahapan Pengambilan Sampel.....	6
2.4.2 Sterilisasi Alat dan Bahan.....	6
2.4.3 Pembuatan Media.....	6
2.4.3.1 Pembuatan Media Air Laut Sintetik.....	6
2.4.3.2. Pembuatan Media Marine Agar (MA).....	7
2.4.4 Pembuatan Nutrisi Tambahan.....	7
2.4.4.1 Pembuatan Nutrisi Tambahan FeSO ₄	7
2.4.4.2 Pembuatan Nutrisi Tambahan K ₂ HPO ₄	7
2.4.5 Isolasi Bakteri Laut Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum.....	7
2.4.5.1 Pertumbuhan Pada Media Cair (ALS) ditambah petroleum.....	7
2.4.6 Uji Biodegradasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum.....	7
2.4.7 Karakterisasi Bakteri Laut Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum.....	7
2.4.7.1 Pengamatan Morfologi Koloni.....	7
2.4.7.2 Uji <i>Triple Iron Sugar Agar</i> (TSIA).....	7
2.4.7.3 Uji <i>Motilitas Sulfi Indol Motility</i> (SIM).....	8
<i>Citrate Agar</i> (SCA).....	8
Morfologi Sel.....	8
<i>Urva</i> Pertumbuhan Bakteri.....	8
.....	8
2.5 PEMBAHASAN.....	9
2.5.1 Pertumbuhan dan Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum.....	10
2.5.2 Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum.....	10
2.5.3 Uji Biodegradasi Hidrokarbon Petroleum Pada Media (ALS) ditambah Petroleum.....	10
2.5.4 Uji Biodegradasi Hidrokarbon Petroleum Pada Media (ALS) ditambah Petroleum.....	13



3.2 Uji Biodegradasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum.....	16
3.3 Karakterisasi Bakteri Laut Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum.....	18
3.3.1 Pengamatan Morfologi Koloni.....	18
3.3.2 Pengamatan Morfologi Sel.....	19
3.3.3 Uji <i>Triple Sugar Iron Agar</i> (TSIA).....	20
3.3.4 Uji Motilitas <i>Sulfid Indol Motility</i> (SIM).....	22
3.3.5 Uji <i>Simmons Citrate Agar</i> (SCA).....	24
3.4 Pengukuran Kurva Pertumbuhan Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon.....	25
BAB IV PENUTUP.....	29
4.1 Kesimpulan.....	29
4.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN.....	34



DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Hasil Pengamatan Secara Visual Kondisi Prakultur untuk Isolat Lokasi 1.....	10
2. Hasil Pengamatan Secara Visual Kondisi Prakultur untuk Isolat Lokasi 2.....	11
3. Hasil Pengamatan Secara Visual Kondisi Prakultur untuk Isolat Lokasi 3.....	11
4. Hasil Pengamatan Secara Visual Kondisi Kultur untuk Isolat Lokasi 1.....	13
5. Hasil Pengamatan Secara Visual Kondisi Kultur untuk Isolat Lokasi 2.....	14
6. Hasil Pengamatan Secara Visual Kondisi Kultur untuk Isolat Lokasi 3.....	14
7. Hasil Pengamatan Secara Visual Uji Biodegradasi Petroleum Lokasi 2 Pada Media Marine Agar.....	16
8. Hasil Pengamatan Secara Visual Uji Biodegradasi Petroleum Lokasi 3 Pada Media Marine Agar.....	17
9. Morfologi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum Pada Sampel Sedimen Pelabuhan Cappa Ujung Parepare.....	18
10. Hasil Uji Biokimia Pada Media TSIA.....	20
11. Hasil Uji Biokimia Pada Media SIM dan Media SCA.....	22



DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Titik Lokasi Pengambilan Sampel.....	9
2. Pertumbuhan prakultur bakteri dari sedimen pada hari ke-satu (T1).....	10
3. Pertumbuhan prakultur bakteri dari sedimen pada hari ke-tujuh (T7).....	10
4. Pertumbuhan kultur bakteri dari sedimen pada hari ke-satu (T1).....	13
5. Pertumbuhan kultur bakteri dari sedimen pada hari ke-tujuh (T7).....	13
6. Uji biodegradasi petroleum hari ke satu pada Media Marine Agar.....	16
7. Uji biodegradasi petroleum hari ke tujuh pada Media Marine Agar.....	16
8. Pengamatan Morfologi Koloni Isolat Bakteri.....	19
9. Pengamatan Morfologi Sel Isolat Bakteri.....	19
10. Uji gula, gas dan H ₂ S pada media TSIA.....	21
11. Uji Motilitas pada Media SIM.....	22
12. Uji Indol dan H ₂ S pada Media SIM.....	23
13. Uji <i>Simmons Citrate Agar</i> (SCA).....	24
14. Grafik kurva pertumbuhan isolat murni LK 3 (3).....	25
15. Grafik kurva pertumbuhan isolat murni LK 3 (2).....	26
16. Grafik kurva pertumbuhan isolat murni LK 2 (2).....	27



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Alur Penelitian.....	34
2. Pengambilan Sampel.....	35
3. Pembuatan Media dan Nutrisi Tambahan.....	36
4. Isolasi bakteri laut pendegradasi hidrokarbon petroleum.....	37
5. Uji biodegradasi bakteri laut pendegradasi hidrokarbon petroleum.....	38
6. Karakterisasi bakteri laut pendegradasi hidrokarbon petroleum.....	39
7. Pengukuran kurva pertumbuhan bakteri.....	40



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang menjadikan laut sebagai pusat kegiatan ekonomi (Sukamto, 2017). Salah satunya adalah kegiatan eksploitasi dan eksplorasi migas. Aktivitas kegiatan usaha migas di Indonesia menjadi salah satu ancaman munculnya risiko terjadinya tumpahan minyak yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan (Chesya, dkk., 2023). Minyak bumi merupakan campuran kompleks dari berbagai senyawa organik, terutama hidrokarbon dalam hal ini senyawa yang tersusun atas atom karbon dan hidrogen. Selain hidrokarbon, minyak bumi juga mengandung unsur-unsur lain seperti belerang, nitrogen, oksigen serta logam yang terdapat dalam jumlah kecil termasuk vanadium, nikel, besi serta tembaga. Logam ini biasanya terikat dalam senyawa organik (Atlas, 2011).

Minyak bumi adalah sumber daya alam yang kompleks dan penting sehingga menjadi sumber energi utama bagi penduduk dunia. Sejalan dengan kegiatan eksplorasi minyak bumi yang terus dilakukan, maka pencemaran lingkungan akan terus terjadi. Minyak bumi yang tercemar di laut akan merusak berbagai ekosistem yang ada di laut baik terumbu karang maupun nekton yang berada di lautan (Sailubhai, 1986). Secara spesifik pencemaran minyak bumi dapat menyebabkan bioakumulasi dalam rantai makanan sehingga akan berdampak pada manusia dan ikan-ikan (Chirwa dan Bezza, 2015). Sehingga, penanggulangan cemaran yang tepat, cepat, efektif dan ramah lingkungan sangatlah penting guna melindungi kesehatan manusia serta ekosistem (Zhang dan chen, 2017).

Saat ini sudah banyak metode yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pencemaran minyak. Adapun metode yang dilakukan dapat dilakukan secara fisika, kimia, maupun biologi. Metode secara fisika kimiawi dilakukan dengan penjarangan lapisan minyak dan atau penambahan bahan kimia sebagai bahan pengemulsi. Namun cara tersebut tidak efisien karena dapat menghasilkan produk sampingan berbahaya (Husain, 2010). Metode penanggulangan secara biologi yakni menggunakan metode bioremediasi dengan menggunakan mikroorganisme guna mendegradasi pencemaran lingkungan. Adapun mikroorganisme yang digunakan yakni mikroorganisme berupa bakteri alami yang berasal dari daerah tercemar itu sendiri misalnya bakteri *Pseudomonas nautica* strain 617 mampu mendegradasi hidrokarbon sebesar 59%. (Vidali, 2001; Husain, 2006).

Bioremediasi merupakan solusi paling efektif dikarenakan menggunakan mikroorganisme untuk mengubah polutan berbahaya menjadi senyawa yang tidak berbahaya (Prakasita dan Husain, 2011). Adapun menurut Zhang dan chen (2017) bioremediasi memanfaatkan mikroorganisme untuk mendegradasi hidrokarbon menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak berbahaya. Kelompok bakteri yang dapat mendegradasi senyawa hidrokarbon dikenal dengan bakteri *Pseudomonas*. Secara alami, bakteri ini dapat mengikat, mengemulsi, dan mengoksidasi senyawa hidrokarbon. Selain itu, bakteri ini juga dapat mendegradasi senyawa hidrokarbon (Prakasita dan Husain, 2011). Menurut Husain, et al., (1997) selama beberapa tahun terakhir,



kemampuan bakteri laut dalam mendegradasi hidrokarbon menjadi fokus penelitian yang intensif dengan tujuan untuk mengurangi polusi hidrokarbon di lingkungan terkhususnya lingkungan laut. Adapun laju degradasi minyak bumi sangat tergantung pada beberapa faktor yaitu faktor lingkungan dan ketersediaan nutrisi di lingkungan, sifat fisik dan kimia minyak bumi, konsentrasi oksigen, suhu air, serta jenis mikroorganisme (Boopathy, 2000; Fountoulakis, et al., 2009; Das dan Preethy, 2011). Setiap strain mikroorganisme umumnya memiliki kemampuan untuk memanfaatkan beberapa jenis hidrokarbon saja, misalnya khamir dapat mengoksidasi hanya hidrokarbon alifatik. Genus bakteri seperti *Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Vibrio* dan *Pseudomonas* mengandung spesies yang bersama-sama dapat menurunkan konstituen sebagian besar minyak bumi, termasuk hidrokarbon alifatik, alisiklik, aromatik, dan polisiklik serta terdapat di dalam perairan maupun pada sedimen yang telah tercemar minyak bumi (Sumiardi, 2021; Lasari, 2010).

1.2 Teori

1.2.1 Minyak Bumi

Minyak bumi merupakan campuran kompleks hidrokarbon dengan senyawa organik dari belerang, oksigen nitrogen serta senyawa yang mengandung logam. Secara umum hidrokarbon petroleum tersusun atas beberapa senyawa yakni (Arjoon dan James, 2020):

1. Alkana

Alkana atau senyawa parafin merupakan senyawa hidrokarbon alifatik jenuh terdiri dari normal parafin yang berupa rantai karbon terbuka dengan bentuk rantai karbon panjang dan lurus, serta isoparafin berupa rantai karbon bercabang. Isoparafin banyak didominasi oleh rantai bercabang satu sedangkan normal parafin terdapat di dalam fraksi ringan. Alkana mempunyai rumus C_nH_{2n+2} dan tidak memiliki ikatan rangkap antar karbon penyusunnya. Senyawa ini merupakan fraksi terbesar dalam minyak bumi (Lukman, 2015; Susilawati, 2014).

Alkana merupakan senyawa penyusun dominan yang mencapai hingga 50% pada minyak bumi, hal ini tergantung pada sumber minyak tersebut. Alkana juga banyak diproduksi oleh organisme hidup seperti tanaman, ganggang hijau, bakteri dan hewan. Alkana memiliki tingkat kelarutan yang rendah dalam air, sehingga hal tersebut menimbulkan kesulitan bagi proses metabolisme yang dilakukan oleh mikroorganisme. Namun, pada beberapa mikroorganisme, baik aerobik dan anaerobik dapat memanfaatkan alkana yang beragam sebagai sumber karbon dan energi (Roio, 2009).



Optimization Software:
www.balesio.com

senyawa nefena merupakan salah satu senyawa hidrokarbon yang banyak digunakan dalam bahan bakar kendaraan. Sikloalkana adalah jenis hidrokarbon yang memiliki satu atau lebih cincin atom karbon (terutama sikloheksana) dalam struktur molekul kimianya. Sikloalkana hanya terdiri dari karbon dan hidrogen serta bersifat jenuh dikarenakan tidak memiliki

ikatan rangkap C-C yang dapat terhidrogenasi. Rumus kimia umum sikloalkana ialah C_nH_{2n} . Sikloalkana pada minyak mentah umumnya memiliki substituent alkil. Sikloalkana memiliki struktur cincin yang lebih stabil dibandingkan dengan parafin. Sikloalkana memiliki rasio hidrogen ke karbon yang lebih rendah sehingga menghasilkan lebih sedikit pelepasan panas per unit berat tetapi dapat meningkatkan densitas bahan bakar. Sikloalkana yang tersubstitusi juga terdapat dalam campuran bahan bakar. Sikloalkana memiliki gugus metal tambahan yang dapat menggantikan atom hidrogen sehingga keberadaannya menyebabkan meningkatnya reaktivitas pada bahan bakar (Luca, 2019; Harayama, et.al., 1999).

3. Hidrokarbon Aromatik

Senyawa aromatik merupakan salah satu polutan yang paling umum dan persisten di lingkungan. Senyawa aromatik dapat didefinisikan sebagai molekul organik yang mengandung satu atau lebih cincin aromatik, khususnya cincin benzene. Senyawa aromatik terdiri dari berbagai macam senyawa alami dengan massa molekul rendah (asam amino, kuinon, dan flavonoid). Senyawa aromatic hampir secara khusus dapat terdegradasi oleh mikroorganisme. Senyawa aromatik yang berbeda hidup berdampingan sebagai campuran kompleks di lokasi penyulingan serta pada proses penyulingan minyak bumi. Senyawa aromatik terbagi atas tiga kategori utama yakni hidrokarbon aromatik (PAH), heterosiklik, dan aromatik tersubstitusi. Hidrokarbon aromatik merupakan sumber energi yang baik dalam bahan bakar (Heider dan Georg, 2004; Seo et.al., 2009; dan Luca, 2019).

4. Hidrokarbon Poliaromatik (PAH)

Hidrokarbon poliaromatik (PAH) merupakan senyawa unik yang terdiri dari cincin aromatik terkonjugasi yang menyatu dan tidak mengandung heteroatom atau pembawa substituen. PAH sebagian besar terbentuk oleh adanya pembakaran bahan organik yang tidak sempurna yang mengandung karbon seperti kayu, bahan bakar fosil, produk minyak bumi, dan batu bara. Komposisi campuran PAH bervariasi dengan sumbernya dan juga dipengaruhi oleh efek perlakuan selektif di lingkungan. PAH tersebar luas di lingkungan seperti air tawar, sedimen laut, atmosfer, dan es serta paparannya terhadap manusia tidak dapat dihindari. Senyawa ini juga menjadi sumber langsung pencemaran (misalnya tumpahan minyak) atau sumber tidak langsung pada pencemaran (misalnya pengendapan atmosfer). Penyebaran PAH yang meluas menjadi salah satu faktor pencemaran yang tinggi di lingkungan yang dapat menjadi penyebab kanker serta memiliki dampak negatif bagi kehidupan manusia sehingga hal tersebut menimbulkan perhatian global (Rengarajan, et.al., 2015; Igwe dan Ukaogo, 2015; Seo, et.al, 2009; dan Phillips, 1999).



Optimization Software:
www.balesio.com

Hidrokarbon Petroleum

pada perairan dan daratan oleh hidrokarbon yang dapat dari minyak bumi menjadi perhatian utama dalam meningkatkan kualitas kesehatan manusia (Rodriguez-Martinez, et.al., 2006). Adapun menurut White, (1999). Kebutuhan energi aktivitas kehidupan manusia masih menggunakan sumber energi hidrokarbon (fosil) yang

bersumber dari minyak bumi. Berbagai kegiatan eksplorasi, eksploitasi, transportasi, penyimpanan, dan pengolahan serta distribusi minyak bumi maupun minyak olahan masih sering menimbulkan dampak negatif berupa kebocoran maupun tumpahan minyak ke lingkungan. Hal ini dapat menimbulkan pencemaran multidimensi terhadap biota laut, serta kegiatan pariwisata yang berujung memberi dampak serius bagi kerusakan lingkungan serta kerusakan laut.

Penyebaran minyak di perairan dipengaruhi oleh kondisi tempat terjadinya tumpahan minyak seperti halnya angin, pasang surut, arus laut, serta sifat-sifat minyaknya (Sabhan, dkk., 2014). Tumpahan minyak di laut akan mengalami fotooksidasi, evaporasi, emulsifikasi, disolusi, adsorpsi, sedimentasi dan degradasi (French-McCay, 2004). Proses itu terjadi secara alami dapat juga dipengaruhi oleh jumlah serta karakter minyak, akan tetapi jumlah tumpahan minyak yang berlebih dapat menyebabkan beban pencemaran lingkungan yang lebih luas jika dibandingkan dengan proses degradasi zat pencemar secara alamiah sehingga dibutuhkan bantuan manusia dengan teknologi yang ada untuk mengatasi pencemaran tersebut (Nugroho, 2010).

Adanya tingkat pencemaran hidrokarbon yang tinggi di perairan sehingga perlu dilakukan usaha guna mengurangi tingkat pencemaran yang telah terjadi di suatu perairan. Adapun beberapa metode penanganan polutan hidrokarbon minyak bumi dapat dilakukan secara fisika, kimia, dan biologi. Penanganan polutan minyak di perairan secara kimia maupun fisika telah digunakan secara luas. Namun, metode-metode ini seringkali tidak dapat sepenuhnya menghilangkan minyak yang telah teremulsi dan minyak yang telah larut didalam air maupun tanah serta biaya yang dibutuhkan dengan menggunakan metode ini sangat tinggi. Pada saat yang sama metode ini juga dapat menyebabkan pencemaran berulang terhadap lingkungan sekitar, sehingga metode fisika maupun kimia hanya dapat digunakan dalam penanganan pencemaran darurat (Udiharto, 1992).

Metode penanggulangan secara mikrobiologis diakui lebih aman karena melibatkan proses biodegradasi (Atlas, 1991). Dalam metode ini mikroorganisme memiliki peran penting dalam mendegradasi hidrokarbon minyak bumi yang mencemari ekosistem perairan (Atlas, 1978). Metode ini juga tidak menimbulkan polusi berulang dan memiliki biaya yang relatif rendah. Ada banyak jenis mikroorganisme yang dapat mendegradasi polutan hidrokarbon minyak bumi di alam. Dengan menggunakan mikroorganisme pengurai minyak bumi yang sesuai maka beberapa polutan hidrokarbon minyak bumi yang beracun dan berbahaya dapat terdegradasi menjadi tidak berbahaya dan bahkan beberapa zat hidrokarbon dapat terdegradasi secara menyeluruh (Sakthipriya, et.al., 2015).

Biodegradasi Hidrokarbon

merupakan salah satu metode biologis dalam penanganan dan menangani area tercemar dikarenakan memanfaatkan yang berasal dari wilayah tercemar itu sendiri (Blasco, et.al., 1997; , 1996). Mikroba yang dapat digunakan salah satunya yakni merupakan biota local berasal dari lingkungan yang tercemar.



Studi tentang biodegradasi hidrokarbon memanfaatkan bakteri indigen telah banyak dilakukan salah satunya di India menggunakan *Pseudomonas aeruginosa* (Darsa dan Thatheyus, 2014). Adapun Teknologi bioremediasi memanfaatkan mikroorganisme dalam proses pengolahan minyak bumi melalui proses biodegradasi alami maupun meningkatkan proses biodegradasi alami dengan melakukan penambahan mikroorganisme, nutrisi, transport elektron maupun akseptor elektron (Zhu, et.al., 2001). Mikroorganisme yang dimanfaatkan dalam proses bioremediasi dapat mendegradasi senyawa hidrokarbon menjadi karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O) sebagai produk akhir (Atlas, 1992).

Langkah pertama dalam proses degradasi minyak bumi adalah kontak langsung antara sel bakteri dan substrat hidrokarbon minyak bumi. 1) fimbriae atau flagel menempel pada minyak bumi. Bakteri akan mempercepat kemampuan adhesi sel dengan mengubah komponen permukaannya dan mensekresi biemulsi untuk meningkatkan aksesibilitasnya ke substrat hidrokarbon target. 2) Biosurfaktan yang disekresikan oleh bakteri mempercepat laju disolusi atau desorpsi yang dapat menyebabkan pelarutan serta memberi dampak emulsifikasi polutan hidrokarbon minyak bumi. 3) Protein, lipid dan molekul kecil lainnya pada permukaan bakteri akan menempel pada permukaan minyak bumi. Setelah molekul oksigen memasuki molekul oksigenase fungsional maka akan terjadi proses biodegradasi dengan bantuan enzim (Xu, et.al, 2018).

Berdasarkan uraian diatas peneliti bermaksud melakukan penelitian guna mendapatkan isolat alami yang berasal dari perairan yang tercemar oleh hidrokarbon pada pelabuhan Cappa Ujung Parepare hal ini dikarenakan pelabuhan Cappa Ujung Parepare merupakan salah satu pelabuhan yang padat akan aktivitas perkapalan. Sehingga hal tersebut menjadi dasar dilakukannya penelitian untuk mengisolasi dan karakterisasi serta menguji kemampuan biodegradasi bakteri yang berasal dari pelabuhan Cappa Ujung Parepare dalam mendegradasi hidrokarbon petroleum.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendapatkan isolat bakteri pendegradasi hidrokarbon petroleum dari bagian sedimen perairan pelabuhan Cappa Ujung Parepare.
2. Mengetahui karakteristik bakteri pendegradasi hidrokarbon petroleum dari bagian sedimen perairan pelabuhan Cappa Ujung Parepare

1.4 Manfaat

Penelitian ini adalah memberikan informasi ilmiah kepada keberadaannya serta karakteristik bakteri hasil isolasi dari Cappa Ujung Parepare dalam mendegradasi hidrokarbon petroleum.

