

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



**SITI AULIA ADILA
H041 20 1072**



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 KOLOM AIR
PELABUHAN CAPPa UJUNG PAREPARE**

**SITI AULIA ADILA
H041 20 1072**



Optimization Software:
www.balesio.com

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

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

SITI AULIA ADILA
H041 20 1072

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Biologi

Pada



Optimization Software:
www.balesio.com

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

SKRIPSI**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI
PENDEGRADASI HIDROKARBON ASAL KOLOM AIR
PELABUHAN CAPP A UJUNG PAREPARE****SITI AULIA ADILA****H041 20 1072**

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Biologi pada 02 Mei 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

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

Pembimbing Pertama

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

Mengetahui:
Ketua Program Studi,

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



Optimization Software:
www.balesio.com

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Asal Kolom Air 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 disebut-kan 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, 07-04-2024



Siti Aulia Adila
H041 20 1072



UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah *Subhanahu wa Ta'ala*, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dan menyusun skripsi dengan judul "Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Asal Kolom Air Pelabuhan Cappa Ujung Parepare" sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Shalawat serta salam senantiasa tetap tercurah kepada Rasulullah *Shallahu 'alaihi wa Sallam* sebagai teladan terbaik dalam kehidupan yang telah menunjukkan jalan kebenaran di muka bumi ini.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari rangkaian perjuangan yang cukup panjang bagi penulis. Penulis menyadari selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi banyak hal serta kendala yang penulis hadapi. Namun, berkat usaha, doa, motivasi, dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga akhirnya penulis mampu menyelesaikan penelitian serta penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga besar terkhusus kedua orang tua penulis Ayahanda Alimuddin S.Sos, M.Si. dan Ibunda Rahama yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan sepenuh hati dan penuh kasih sayang serta senantiasa memberikan dukungan kepada penulis baik moril maupun materil serta lantunan doa-doa yang selalu dicurahkan kepada penulis. Serta terima kasih atas segala nasehat dan motivasi yang diberikan kepada penulis dalam setiap langkah dan keputusan yang telah penulis ambil.

Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Hj. Dirayah Rauf Husain, DEA. selaku pembimbing utama dan Bapak Prof. Dr. Fahrudin M. Si. selaku pembimbing pertama atas kesediaannya yang telah meluangkan banyak waktu dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi berupa kritik dan saran selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Si., selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta staf dan jajarannya.
2. Bapak Dr. Eng Amiruddin, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin beserta seluruh staf yang telah membantu dalam hal akademik dan administrasi.
3. Ibu Dr. Magdalena Litaay, M.Sc selaku Ketua Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Penulis

ucapkan terima kasih atas ilmu, masukan, serta dukungan yang telah diberikan berupa saran dan kritik yang membangun dalam penyusunan

skripsi ini. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu Dirayah Rauf Husain, DEA. selaku Penasehat Akademik (PA) atas dukungan, motivasi, dan bimbingan yang telah diberikan dari awal studi, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan



5. Ibu Dr. Irma Andriani, S.Pi., M.Si. dan Ibu Dr. Mustika Tuwo, S.Si., S.Pd., M.Sc selaku dosen penguji, terima kasih atas motivasi dan arahan baik berupa saran maupun kritik yang diberikan kepada penulis demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak/Ibu Dosen Departemen Biologi terima kasih telah membimbing, mendidik, dan memberikan ilmunya kepada penulis selama masa studi.
7. Kak Fuad Gani S.Si selaku Laboran Laboratorium Mikrobiologi terima kasih atas bimbingan, saran dan ilmunya selama proses perkuliahan, penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
8. Amelya Madani Putri, Nur Ulfika, dan Suci Wulandari M terima kasih telah menjadi teman penelitan dan teman seperjuangan yang telah menemani selama masa-masa studi, bimbingan, penelitian, hingga proses penyusunan skripsi.
9. Resky Ramadani terima kasih telah menjadi teman sekaligus sepupu yang telah menemani, membantu, dan mendukung penulis selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi.
10. Annisa, Anisa Iriani, Ainun Saputri, Corezy Filadelfia, Intan Ramadhani, dan Siti Rofiqoh Athiyah terima kasih telah menjadi teman seperjuangan selama perkuliahan, juga telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama proses penelitian hingga proses penyusunan skripsi.
11. Sahabat-sahabat saya Amirah Nurul Isnun, Andi St Faatimah, Citra Merdeka Putri, Dewi Apriyanti, Dhea Rizky Andini, Khusnul Khatimah Syahrul, Putri Dwi Larasati, dan Wafiyah Khalishah terima kasih telah memberikan dukungan, semangat, dan doa kepada penulis selama proses penyusunan skripsi. Serta kakak Meizalfa Fathyah dan kakak Shamad terima kasih telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
12. Teman-teman seperjuangan Biologi Angkatan 2020 (Biotropic) terima kasih atas dukungan, semangat, doa, bantuan, dan kebersamaan yang telah diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan terkhusus kepada Andi Alfhito Ardiansyah, Dodi Setiawan, Sarwan, Ahmad Nurfakhry Salim, Doni, Muh. Rizal Udin, Yusniar, dan Dzulfaida Rajasa yang telah banyak membantu penulis selama masa penelitian hingga proses penyusunan skripsi.
13. Keluarga besar KMF MIPA UNHAS dan Himbio FMIPA UNHAS yang telah menjadi wadah dalam pengembangan softskill organisasi bagi penulis.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini dan penulis berharap semoga segala kebaikan yang telah diberikan dari berbagai belah pihak dapat dibalas oleh Allah SWT serta dengan rendah hati penulis menerima semua kritikan dan saran yang bersifat membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Penulis,

Siti Aulia Adila



ABSTRAK

SITI AULIA ADILA. **Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Asal Kolom Air Pelabuhan Cappa Ujung Parepare** (Dibimbing oleh Dirayah Rauf Husain dan Fahrudin).

Latar Belakang. Minyak bumi merupakan sumber daya yang paling dibutuhkan namun, memiliki sifat yang beracun sehingga jika terjadi kesalahan dalam penggunaannya dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Biodegradasi merupakan salah satu metode yang menggunakan mikroorganisme yang secara alami terdapat pada lingkungan yang telah terkontaminasi minyak bumi. Pelabuhan Cappa Ujung Parepare merupakan salah satu perairan yang telah terkontaminasi hidrokarbon petroleum akibat tumpahan minyak yang terjadi selama bertahun-tahun. **Tujuan.** Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan isolat bakteri laut yang berasal dari Pelabuhan Cappa Ujung Parepare yang mampu mendegradasi hidrokarbon petroleum dan mengetahui karakteristik dari bakteri laut yang mampu mendegradasi hidrokarbon petroleum. **Metode.** Sampel bakteri yang telah diisolasi dari Pelabuhan Cappa Ujung Parepare kemudian di uji kemampuan biodegradasinya serta dilakukan uji biokimia untuk melihat karakteristik dari bakteri tersebut. **Hasil.** Hasil yang diperoleh dari penelitian ini didapatkan jika isolat bakteri yang berasal dari 3 titik lokasi merupakan bakteri yang dapat mendegradasi hidrokarbon dan didapatkan 9 isolat murni bakteri pendegradasi hidrokarbon yang berbentuk *circular*, elevasi *convex*, tepian *entire/ undulate* berwarna putih, dan termasuk bakteri gram negatif berbentuk basil. Adapun kurva waktu generasi dari 3 isolat yang memiliki pertumbuhan terbaik yaitu isolat PL 2 (3) 52 jam 8 menit dan untuk PL 3 (2) serta PL 1 (3) 43 jam 2 menit. **Kesimpulan.** Setelah dilakukan tahapan isolasi, uji biodegradasi, karakterisasi, dan kurva pertumbuhan bakteri menunjukkan jika bakteri tersebut merupakan bakteri hidrokarbonoklastik atau bakteri laut pendegradasi hidrokarbon petroleum.

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



ABSTRACT

SITI AULIA ADILA. **Isolation and Characterization of Hydrocarbon Degrading Bacteria from the Water Column of Cappa Ujung Parepare Harbor** (Supervised by Dirayah Rauf Husain and Fahrudin).

Background. Petroleum is the most needed resource, however, it has toxic properties so that if there is an error in its use it can cause environmental damage. Biodegradation is one method that uses microorganisms that are naturally found in an environment that has been contaminated with petroleum. Cappa Ujung Parepare Harbor is one of the waters that has been contaminated with petroleum hydrocarbons due to oil spills that have occurred over the years. **Aim.** This study was conducted to obtain marine bacterial isolates from Cappa Ujung Harbor in Parepare that are able to degrade petroleum hydrocarbons and determine the characteristics of marine bacteria that are able to degrade petroleum hydrocarbons. **Methods.** Bacterial samples that have been isolated from Cappa Ujung Parepare Harbor are then tested for their biodegradation ability and biochemical tests are carried out to see the characteristics of these bacteria. **Results.** The results obtained from this study showed that bacterial isolates from 3 location points are bacteria that can degrade hydrocarbons and obtained 9 pure isolates of hydrocarbon degrading bacteria that are circular in shape, convex elevation, white entire/undulate edges, and include gram-negative bacillus-shaped bacteria. The generation time curve of the 3 isolates that have the best growth is isolate PL 2 (3) 52 hours 8 minutes and for PL 3 (2) and PL 1 (3) 43 hours 2 minutes. **Conclusion.** After the stages of isolation, biodegradation tests, characterization, and bacterial growth curves show that these bacteria are hydrocarbonoclastic bacteria or marine bacteria that degrade petroleum hydrocarbons.

Keywords: Biodegradation, Cappa Ujung harbor Parepare, Characterization, Hydrocarbonoclastic, Isolation, Petroleum, Petroleum Hydrocarbons.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACK.....	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
1.3 Tujuan	10
1.4 Manfaat	10
BAB II. METODE PENELITIAN	11
2.1 Waktu dan Tempat	11
2.2 Alat dan Bahan.....	11
2.2.1 Alat	11
2.2.2 Bahan	11
2.3 Metode Kerja	11
2.3.1 Tahapan Pengambilan Sampel	11
2.3.2 Sterilisasi Alat dan Bahan	11
2.3.3 Pembuatan Media	11
2.3.3.1 Pembuatan Media Air Laut Sintetik.....	11
2.3.3.2 Pembuatan Media Marine Agar	12
2.3.3.3 Pembuatan Nutrisi Tambahan K_2HPO_4 dan $FeSO_4$	12
2.3.3.4 Kultur Bakteri Laut Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum.....	12
2.3.3.5 Pengaruh Peningkatan Konsentrasi Nutrisi Tambahan Pada Media Cair (ALS) ditambah Petroleum	12
2.3.3.6 Uji Aktivitas dan Kemampuan Pendegradasi Bakteri Laut Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum	12



2.3.6 Karakterisasi Bakteri Laut Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum.....	12
2.3.6.1 Pengamatan Morfologi Koloni.....	12
2.3.6.2 Pengamatan Morfologi Sel.....	12
2.3.6.3 Uji Motilitas <i>Sulfid Indol Motility</i> (SIM).....	13
2.3.6.4 Uji <i>Triple Sugar Iron Agar</i> (TSIA).....	13
2.3.6.5 Uji <i>Simmons Citrate Agar</i> (SCA).....	13
2.3.7 Pengukuran Kurva Pertumbuhan.....	13
2.4 Analisis Data	13
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
3.1 Isolasi Bakteri Laut Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum.....	15
3.1.1 Pertumbuhan Prakultur Pada Media (ALS) ditambah Petroleum.....	15
3.1.2 Pertumbuhan Kultur Pada Media (ALS) ditambah Petroleum.....	18
3.2 Uji Biodegradasi Bakteri Laut Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum.....	22
3.3 Karakterisasi Bakteri Laut Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum	25
3.3.1 Pengamatan Morfologi Koloni	25
3.3.2 Pengamatan Morfologi Sel	27
3.3.3 Uji Motilitas <i>Sulfid Indol Motility</i> (SIM)	29
3.3.4 Uji <i>Triple Sugar Iron Agar</i> (TSIA).....	31
3.3.5 Uji <i>Simmons Citrate Agar</i> (SCA)	33
3.4 Pengukuran Kurva Pertumbuhan Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon	34
BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
4.1 Kesimpulan.....	38
4.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	43



DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Hasil Pengamatan Secara Visual Kondisi Prakultur Untuk Isolat Lokasi 1.....	16
2. Hasil Pengamatan Secara Visual Kondisi Prakultur Untuk Isolat Lokasi 2.....	17
3. Hasil Pengamatan Secara Visual Kondisi Prakultur Untuk Isolat Lokasi 3.....	17
4. Hasil Pengamatan Secara Visual Kondisi Kultur Untuk Isolat Lokasi 1.....	19
5. Hasil Pengamatan Secara Visual Kondisi Kultur Untuk Isolat Lokasi 2.....	20
6. Hasil Pengamatan Secara Visual Kondisi Kultur Untuk Isolat Lokasi 3.....	20
7. Hasil Pengamatan Secara Visual Uji Biodegradasi Petroleum Lokasi 1 pada Media Marine Agar.....	23
8. Hasil Pengamatan Secara Visual Uji Biodegradasi Petroleum Lokasi 2 pada Media Marine Agar.....	24
9. Hasil Pengamatan Secara Visual Uji Biodegradasi Petroleum Lokasi 3 pada Media Marine Agar.....	24
10. Uji Biokimia Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum pada Sampel Kolom Air Perairan Pelabuhan Cappa Ujung Parepare.....	25
11. Morfologi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Petroleum pada Sampel Kolom Air Perairan Pelabuhan Cappa Ujung Parepare.....	26



DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Klasifikasi Hidrokarbon.....	3
2. Laju Degradasi Hidrokarbon di Lingkungan Tanah, Air Tawar, dan Laut.....	5
3. Pembatasan Remediasi Mikroba.....	7
4. Diagram Skema Kontak Fisik Bakteri dan Hidrokarbon Minyak Bumi.....	8
5. Titik Lokasi Pengambilan Sampel.....	14
6. Pertumbuhan Prakultur Sampel Bakteri dari Kolom Air Hari ke-1 (T ₁) pada Media ALS ditambah Petroleum.....	16
7. Pertumbuhan Prakultur Sampel Bakteri dari Kolom Air Hari ke-7 (T ₇) pada Media ALS ditambah Petroleum.....	16
8. Pertumbuhan Sampel Bakteri dari Kolom Air Hari ke-1 (T ₁) pada Media ALS ditambah Petroleum.....	19
9. Pertumbuhan Sampel Bakteri dari Kolom Air Hari ke-7 (T ₇) pada Media ALS ditambah Petroleum.....	19
10. Pertumbuhan Isolat PL 1, PL 2, dan PL 3 hari ke-1 (T ₁) pada Media Marine Agar ditambah Petroleum.....	23
11. Pertumbuhan Isolat PL 1, PL 2, dan PL 3 hari ke-7 (T ₇) pada Media Marine Agar ditambah Petroleum.....	23
12. Morfologi Koloni Bakteri pada Mikroskop Stereo.....	26
13. Morfologi Sel Bakteri pada Mikroskop Binokuler.....	27
14. Pengamatan Uji motil pada Media SIM.....	29
15. Pengamatan Uji Senyawa Indol pada Media SIM.....	30
16. Pengamatan Uji H ₂ S pada Media SIM.....	31
17. Pengamatan Uji Gula, Gas, Dan H ₂ S pada Media TSIA.....	32
18. Pengamatan Uji Sitrat pada Media SCA.....	33
19. Grafik Kurva Pertumbuhan Bakteri Isolat PL 2 (3).....	34
20. Grafik Kurva Pertumbuhan Bakteri Isolat PL 3 (2).....	35
21. Grafik Kurva Pertumbuhan Bakteri Isolat PL 3 (1).....	36



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Halaman
1. Alur Penelitian.....	43
2. Pengambilan Sampel.....	44
3. Pembuatan Media dan Nutrisi Tambahan.....	45
4. Isolasi bakteri laut pendegradasi hidrokarbon petroleum.....	46
5. Uji biodegradasi bakteri laut pendegradasi hidrokarbon petroleum.....	48
6. Karakterisasi bakteri laut pendegradasi hidrokarbon petroleum.....	49
7. Pengukuran kurva pertumbuhan bakteri.....	50



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak bumi merupakan suatu senyawa kompleks hidrokarbon yang menjadi salah satu sumber daya yang paling dibutuhkan. Minyak bumi merupakan salah satu sumber energi tunggal yang sangat banyak dimanfaatkan melebihi dari pemanfaatan energi lainnya seperti batu bara, gas alam, nuklir, air, dan energi terbarukan (Sidjabat, 2013). Minyak bumi (minyak mentah) tersusun dari campuran ribuan senyawa. 50–98% minyak mentah merupakan hidrokarbon minyak bumi yang dianggap sebagai komponen utama (Udgire dkk., 2015; Dhabaan 2019).

Minyak bumi memiliki sifat beracun, mutagenik, dan karsinogenik sehingga dianggap sebagai ancaman bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Senyawa hidrokarbon minyak bumi yang umumnya dapat ditemukan di permukaan perairan laut yaitu benzena, toluena, etilbenzena, xilena, dan juga senyawa alami minyak bumi berupa bensin dan minyak mentah yang berasal dari aktivitas industri, kebocoran reservoir, dan pembuangan limbah baik limbah yang bersumber dari aktivitas masyarakat maupun kapal-kapal (Mohammadi dkk., 2020) Pelepasan hidrokarbon yang terjadi pada lingkungan baik yang dilakukan secara tidak sengaja maupun karena adanya aktivitas manusia merupakan penyebab utama pencemaran air dan tanah. Kontaminasi air dan tanah oleh hidrokarbon menyebabkan kerusakan yang besar pada jaringan hewan dan tumbuhan sehingga menyebabkan kematian (Das dan Preethy, 2011; Varjani, 2016).

Pencemaran minyak bumi yang ada pada lingkungan dapat ditanggulangi dengan beberapa cara baik secara fisik, kimiawi, dan biologis. Penanganan limbah minyak bumi secara fisik dan kimia dinilai kurang efektif karena bersifat tidak tuntas yaitu masih banyak meninggalkan residu. Oleh karena itu, penanggulangan secara biologi dinilai lebih aman, serbaguna, ramah lingkungan, dan berkelanjutan, seperti biodegradasi. Dalam upaya pemulihan pencemaran minyak bumi di laut, maka diperlukan suatu metode yang tepat untuk mengatasi masalah pencemaran oleh petroleum pada daerah kolom air laut, salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan metode biodegradasi (Bezza dan Evans, 2015).

Pada proses biodegradasi terdapat 3 mekanisme utama yang dilakukan oleh bakteri yaitu Adherence, emulsifikasi, dan solubilisasi (Husain dkk., 1997). Untuk mendegradasi senyawa hidrokarbon petroleum secara biologi dapat dilakukan dengan bantuan mikroorganisme seperti jamur, alga, dan bakteri. Contoh dari bakteri yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi senyawa petroleum dapat berasal dari *Bacteroides*, *Acinetobacter*, *Enterobacter*, *Mycobacterium*, *Streptococcus*, *Flavobacterium*, *Yokenella*, *Capnocytophaga*, *Flavobacterium*, *Sphingobacterium*, serta spesies *Pseudomonas putida* (Mandri dan Lin, 2007; Xu dkk., 2018).

Penelitian telah dilakukan untuk dapat mengetahui kemampuan degradasi senyawa hidrokarbon petroleum oleh bakteri. Hal ini juga yang menjadi motivasi untuk dapat melakukan penelitian di daerah yang



terkontaminasi hidrokarbon petroleum sehingga dapat mencari dan mengembangkan isolat yang lebih unggul dalam mendegradasi hidrokarbon petroleum. Beberapa daerah perairan di Makassar Sulawesi Selatan merupakan daerah yang telah tercemar hidrokarbon petroleum salah satunya pada kolom air asal Perairan Pelabuhan Cappa Ujung Parepare.

Pencemaran yang terjadi pada kolom air asal Perairan Pelabuhan Cappa Ujung Parepare diakibatkan oleh aktivitas manusia maupun aktivitas kapal yang berlalu-lalang serta bersandar di Pelabuhan. Tumpahan minyak yang terdapat dipelabuhan dapat berasal dari hasil buangan limbah atau bersih-bersih kapal yang ada di Pelabuhan. Akibat dari tumpahan minyak yang telah berlangsung selama bertahun-tahun dapat menyebabkan adanya beragam jenis bakteri pendegradasi hidrokarbon yang terdapat pada kolom air asal Perairan Pelabuhan Cappa Ujung Parepare ini.

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan isolat bakteri pada kolom air asal Perairan Pelabuhan Cappa Ujung Parepare secara *in vitro*, pengambilan isolat ini diharapkan dapat menunjukkan kemampuan dari bakteri laut dalam mendegradasi hidrokarbon petroleum. Oleh karena itu berdasarkan dari latar belakang tersebut, maka dilakukanlah penelitian ini untuk dapat menguji kemampuan biodegradasi hidrokarbon petroleum bakteri pada kolom air asal Pelabuhan Cappa Ujung Parepare.

1.2 Teori

1.2.1 Hidrokarbon Petroleum

Minyak bumi adalah campuran kompleks hidrokarbon dengan senyawa organik dari sulfur, oksigen, nitrogen, dan senyawa yang mengandung logam. Minyak bumi terdiri dari kompleks hidrokarbon dengan senyawa organik seperti belerang, oksigen, nitrogen dan unsur logam yang meliputi Cd, Al, As, Hg, Ni, Cr, Cu, Pb, Zn, Se, dan beberapa radionuklida serta senyawa petroleum parafinhidrokarbon (Ogbo dan Okhuoya, 2008). Hidrokarbon alisiklik jenuh dan hidrokarbon aromatik yang bersifat karsinogenik dan termasuk polutan organik. Minyak bumi dapat dikategorikan menjadi empat kelas, yaitu aromatik, jenuh, asphaltene (asam lemak, fenol, ester keton, dan porifrin), dan resin (quinolin, piridin, karbasol, amida, dan sulfoksida). Jenis dan kelas hidrokarbon tersebut dapat mempengaruhi proses biodegradasi minyak bumi (Das dan Preethy, 2011).

Hidrokarbon dan senyawa organik lainnya, termasuk beberapa unsur seperti organologam merupakan komponen utama minyak bumi yang dapat dikategorikan menurut struktur kimianya menjadi beberapa bagian seperti alkana (parafin), alkena, dan hidrokarbon aromatik. Hidrokarbon aromatik dengan satu atau dua cincin aromatik biasanya tersubstitusi dengan gugus alkil yang berbeda-beda (Santosh, 2014). Hidrokarbon terbagi menjadi 4 kelas yaitu:

1. Alkana: senyawa kimia yang hanya terdiri dari atom hidrogen dan karbon yang terikat secara eksklusif oleh ikatan tunggal (yaitu, termasuk siklik) tanpa siklus (atau loop yaitu, struktur siklik). Alkana memiliki



serangkaian senyawa organik homolog di mana anggota berbeda dengan molekul relatif konstan, juga dikenal sebagai parafin atau hidrokarbon jenuh.

2. Alkena

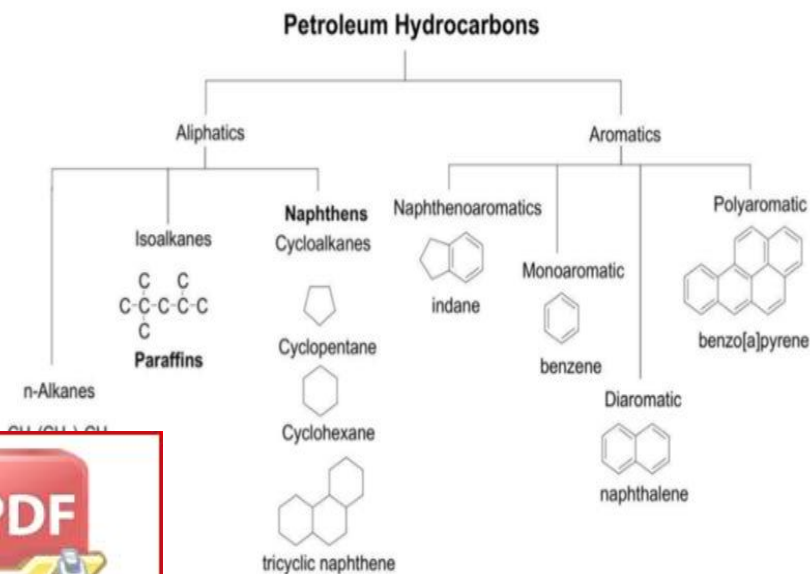
Alkena adalah senyawa kimia tak jenuh mengandung satu ikatan rangkap karbon ke karbon lainnya. Alkena yang paling sederhana adalah alkena asiklik, dengan hanya satu ikatan rangkap dan tidak memiliki gugus fungsi lain, juga dikenal sebagai olefin atau olefin. Rumus umum alkena adalah C_nH_{2n} . Alkena yang paling sederhana adalah etilen (C_2H_4), pada alkena terdapat ikatan kovalen tunggal dan rangkap. Ikatan dapat digambarkan dalam istilah orbital atom yang tumpang tindih, kecuali bahwa, tidak seperti ikatan tunggal yang terdiri dari ikatan sigma tunggal.

3. Alkin

Alkines adalah hidrokarbon yang memiliki ikatan rangkap tiga antara dua atom karbon, asetilena dikenal namanya Alkuna, meskipun nama asetilena juga merujuk secara khusus dengan rumus C_nH_{2n-2} .

4. Aromatik

Hidrokarbon dengan ikatan ganda dan tunggal bolak-balik antara atom karbon dikenal sebagai Aromatik hidrokarbon. Konfigurasi enam atom karbon dalam senyawa aromatik dikenal sebagai cincin benzena hidrokarbon yang paling sederhana, yaitu benzena. Hidrokarbon aromatik dapat berupa monosiklik (MAH) atau polisiklik (PAH). Juga dikenal sebagai arena atau aril hidrokarbon. Adapun struktur klasifikasi hidrokarbon petroleum dapat dilihat seperti pada gambar 1



Minyak bumi yang terdiri dari hidrokarbon dan logam berat, seperti produk kimia berbahaya lainnya, dikirim dalam jumlah yang besar melalui perairan laut. Adapun sumber utama dari terjadinya pencemaran laut secara global yaitu disebabkan karena adanya tumpahan hidrokarbon minyak bumi (PH) yang dapat disebabkan dari tumpahan minyak bumi yang berasal dari kapal tanker dan terjadinya kebocoran selama melakukan aktivitas bongkar muatan. Sekitar 1,3 juta ton minyak bumi yang dibawa oleh kapal-kapal memasuki lingkungan laut setiap tahun. Ketika terjadi tumpahan minyak bumi maka minyak bumi kemudian akan mengalami proses tenggelam, mengendap, dan terserap pada sedimen perairan dan juga sebagaimana minyak bumi akan tergenang pada permukaan air laut dan menciptakan zona pencemaran yang lebih luas. Daerah kolom air yang telah terkena cemaran minyak bumi akan menimbulkan banyak dampak negatif salah satu dampak yang ditimbulkan yaitu terjadi perubahan pada kondisi fisiologis di lautan seperti menyebabkan terjadinya gangguan dalam reaksi metabolisme dan ketidakseimbangan kehidupan biota (ktibo dkk., 2021).

Selain menimbulkan dampak fisiologis terhadap lingkungan, pencemaran minyak bumi juga dapat menimbulkan dampak ekonomi yang serius pada kegiatan pesisir. Dalam kebanyakan kasus, kerusakan tersebut bersifat sementara dan terutama disebabkan oleh sifat fisik minyak bumi yang bersifat karsinogenik dan mutagenik. Dampak terhadap kehidupan laut diperparah oleh toksisitas dan efek pencemaran yang dihasilkan dari komposisi kimiawi minyak bumi, serta keragaman dan variabilitas sistem biologis dan sensitivitasnya terhadap polusi minyak. Hidrokarbon minyak bumi dapat masuk pada lingkungan laut berasal dari sejumlah sumber, termasuk pembuangan industri, tumpahan minyak bumi yang tidak disengaja, aktivitas pelayaran, kejatuhan atmosfer, dan eksplorasi minyak dan gas. GESAMP (1993) memperkirakan jumlah total minyak bumi yang ada diperairan laut yaitu sebesar 2,3 juta ton per tahun. Minyak bumi yang masuk dapat bersumber dari limpasan perkotaan dan penyulingan pesisir (50%), pengangkutan dan pengapalan minyak seperti pelepasan operasional dan terjadinya kecelakaan kapal tanker (24%), pelepasan produksi lepas pantai (2%), kejatuhan atmosfer (13%), rembesan alami (46%) tumpahan yang tidak disengaja dari kapal (12%) dan ekstraksi minyak (3%) (Veerasingam dkk., 2011).

1.2.2 Degradasi Senyawa Hidrokarbon Petroleum

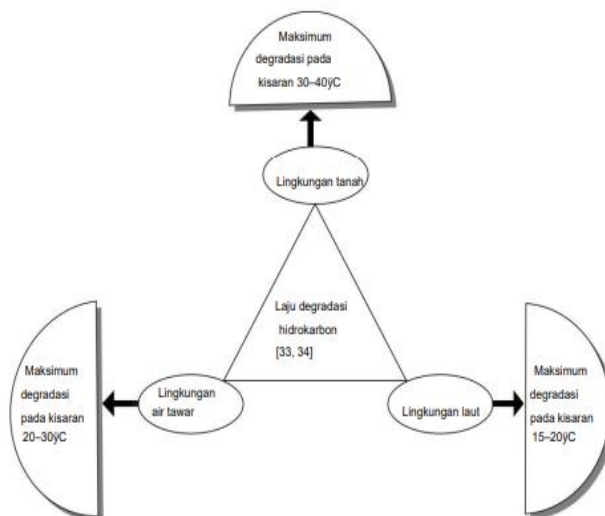
Minyak bumi dan produk turunannya mengandung senyawa hidrokarbon yang kompleks dan memiliki beragam variasi senyawa. Keanekaragaman senyawa hidrokarbon dalam minyak bumi menghasilkan beragam kualitas fisik dan kimia. Ahli seperti Jokuty dkk (2000) telah secara rinci menjelaskan komposisi dan karakteristik



haran minyak bumi dapat dikendalikan dengan cara fisik, kimia, namun pengendalian fisik dan kimia sangat cepat, namun yang mahal dan peralatan yang kompleks, terutama pada skala n fisik cenderung tidak ramah lingkungan, sedangkan memerlukan biaya tinggi karena membutuhkan banyak bahan li. Limbah minyak bumi mengandung komponen organik dan teri, virus, minyak, lemak, dan nutrien seperti nitrogen, fosfor,

logam berat, dan senyawa organoklorin. Setiap komponen limbah tersebut dapat berdampak negatif pada lingkungan. Oleh karena itu, bioremediasi menjadi alternatif teknologi untuk meminimalisasi dan memulihkan lahan tercemar dengan bantuan aktivitas mikroorganisme (Kurniawan dan Agus, 2014).

Terdapat banyak cara untuk mengatasi pencemaran hidrokarbon dengan menggunakan metode fisika-kimia yang berbasis teknik konvensional. Namun, metode ini dapat menjadi sangat mahal karena biaya penggalian dan transportasi bahan terkontaminasi dalam jumlah besar untuk perawatan ex-situ seperti pencucian tanah, inaktivasi kimiawi (penggunaan kalium permanganat dan hidrogen peroksida sebagai oksidan kimiawi untuk memineralisasi kontaminan nonair seperti petroleum) dan pembakaran. Teknik fisika-kimia lain yang digunakan untuk tujuan yang sama adalah dispersi, pengenceran, penyerapan, penguapan dan transformasi abiotik. Biaya yang semakin meningkat dan efisiensi yang terbatas dari perawatan fisika-kimia tradisional ini telah mendorong pengembangan teknologi alternatif untuk aplikasi in situ, berdasarkan dari kemampuan remediasi biologis tanaman dan mikroorganisme (Varjani, 2017). Adapun gambar Laju degradasi hidrokarbon di lingkungan tanah, air tawar, dan laut dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 2. Laju degradasi hidrokarbon di lingkungan tanah, air tawar, dan laut (Das dan Preethy, 2011).

Penanggulangan secara biologis dianggap lebih aman dan efisien, yaitu biodegradasi. Untuk dapat memulihkan pencemaran minyak dengan metode yang sesuai untuk mengatasi masalah pencemaran perairan kolom air laut. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah biodegradasi (Mas'ud, 2018). Biodegradasi oleh mikroorganisme merupakan salah satu cara yang tepat dan efektif untuk mengatasi pencemaran hidrokarbon. Bakteri tertentu dapat hidup di lingkungan yang tercemar dengan memanfaatkan hidrokarbon sebagai sumber karbon



dan metabolisme serta dapat menghasilkan biosurfaktan yang membantu dalam melepaskan senyawa hidrokarbon melalui proses pelarutan dan emulsifikasi (Irene dkk., 2020). Biodegradasi hidrokarbon minyak bumi dapat terjadi secara alami dengan bantuan mikroorganisme dan merupakan pilihan yang murah dan berkelanjutan (Murphy dkk., 2022).

Biodegradasi adalah salah satu mekanisme utama bioremediasi di mana bakteri oleofilik digunakan untuk menghilangkan pencemaran hidrokarbon dari lingkungan. Bioremediasi mikroba adalah suatu teknik yang umum digunakan untuk menangani pencemaran hidrokarbon minyak bumi di ekosistem darat dan perairan. Bioremediasi dapat diartikan sebagai penggunaan mikroorganisme untuk mengurai atau mendegradasi polutan yang terdapat di lingkungan. Teknik ini sangat efektif, hemat biaya, dapat digunakan di berbagai tempat, dan ramah lingkungan. Selain itu, bioremediasi juga merupakan teknik yang inovatif karena menggunakan mikroorganisme untuk mengurangi dan mengurai polutan organik berbahaya menjadi senyawa yang tidak berbahaya seperti CO₂, CH₄, H₂O, dan biomassa tanpa merusak lingkungan sekitar (Varjani, 2017).

Mikroorganisme yang mampu menggunakan sumber karbon yang berasal dari senyawa hidrokarbon disebut sebagai mikroorganisme hidrokarbonoklastik. Salah satu karakteristik yang membedakan mikroorganisme hidrokarbonoklastik dari mikroorganisme lain adalah kemampuannya dalam menghasilkan enzim hidroksilase, yaitu enzim yang dapat mengoksidasi hidrokarbon sehingga bakteri ini dapat mendegradasi senyawa hidrokarbon minyak bumi dengan memotong rantai hidrokarbon tersebut menjadi lebih pendek (Handrianto, 2018).

Lebih dari 79 genus bakteri yang mampu mendegradasi hidrokarbon minyak bumi telah ditemukan. Beberapa di antaranya adalah *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Alkanindiges*, *Alteromonas*, *Arthrobacter*, *Burkholderia*, *Dietzia*, *Enterobacter*, *Kocuria*, *Marinobacter*, *Mycobacterium*, *Pandoraea*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Streptobacillus*, *Streptococcus*, dan *Rhodococcus* yang berperan dalam degradasi minyak bumi. Selain itu beberapa bakteri hidrokarbonoklastik obligat (OHCB), seperti *Alcanivorax*, *Marinobacter*, *Thalassolituus*, *Cycloclasticus*, *Oleispira* dan lainnya menunjukkan keberadaan kelimpahan yang rendah atau tidak terdeteksi sebelum polusi, tetapi jenis bakteri ini telah ditemukan dominan setelah kontaminasi minyak bumi. Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme memainkan peran yang penting dalam mendegradasi hidrokarbon minyak bumi dan mikroorganisme secara signifikan dapat mempengaruhi transformasi dan jumlah hidrokarbon minyak bumi di lingkungan (Xu dkk., 2018).

Selain bakteri dalam mendegradasi polutan hidrokarbon juga terdapat berupa jamur dan alga, adapun kelompok jamur yang umum di lingkungan laut dan mampu mendegradasi hidrokarbon seperti *Ulva*, *Rhodotorula* dan *Sporobolomyces* (Sihag 2014).

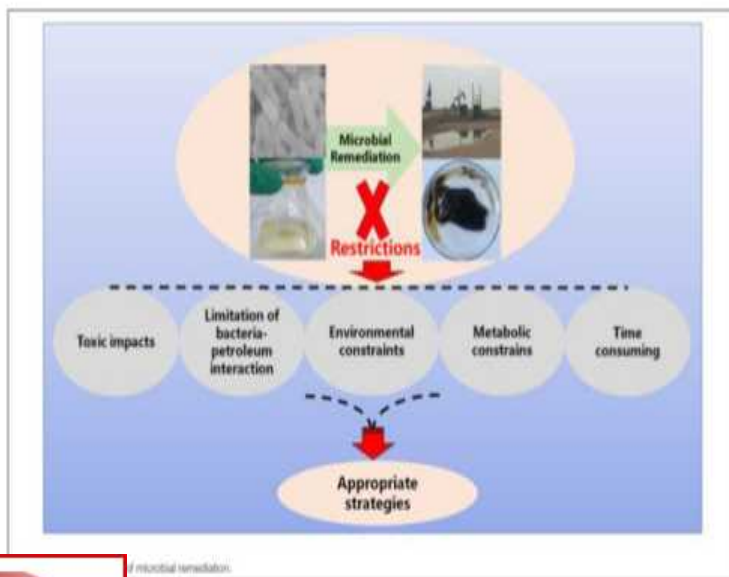
Biodegradasi Hidrokarbon Petroleum

memiliki sifat hidrofobik dan kelarutan air yang rendah dari hidrokarbon yang terdapat pada minyak bumi, sehingga laju degradasinya terbatas di lingkungan. Hal ini disebabkan langkah pertama



dalam proses degradasi minyak bumi seringkali membutuhkan partisipasi oksigenase yang terikat pada membran bakteri. Untuk memasukkan oksigen molekuler ke dalam molekul membutuhkan kontak langsung antara sel bakteri dan substrat hidrokarbon minyak bumi. Faktor utama yang membatasi efisiensi biodegradasi hidrokarbon minyak bumi yaitu meliputi bioavailabilitas yang terbatas dari hidrokarbon minyak bumi untuk bakteri dan kontak sel bakteri dengan substrat hidrokarbon merupakan persyaratan sebelum memasukkan oksigen molekuler ke dalam molekul oleh oksigenase fungsional (Xu dkk., 2018).

Namun, bakteri telah mengembangkan cara untuk mengatasi kontaminan minyak bumi, seperti meningkatkan kemampuan adhesi sel dengan mengubah komponen permukaannya dan mengeluarkan bioemulsifier untuk dapat meningkatkan aksesnya pada substrat hidrokarbon target. Bakteri yang memiliki kemampuan degradasi sering digunakan sebagai agen remediasi lingkungan, karena dapat mempercepat menghilangkan polutan hidrokarbon minyak bumi dari lingkungan. Adapun pertumbuhan dari bakteri membutuhkan karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, belerang, fosfor, dan berbagai nutrisi lainnya. Sedangkan komponen utama hidrokarbon minyak bumi hanya terdiri dari karbon dan hidrogen, sehingga lingkungan harus memiliki unsur hara lain yang cukup untuk menunjang pertumbuhan dari bakteri pendegradasi (Xu dkk., 2018). Pembatasan remediasi mikroba dapat dilihat pada gambar 3 (Xu dkk., 2018).



3. Pembatasan remediasi mikroba (Xu dkk., 2018)

minyak bumi untuk terurai secara biologis terkait dengan posisi hidrokarbon. Jika kandungan hidrokarbon dalam minyak maka pertumbuhan bakteri akan terhambat, dan berakibat pada



efisiensi biodegradasi yang buruk bahkan terjadinya kematian bakteri. Menurut Varjani (2017), urutan biodegradabilitas hidrokarbon adalah sebagai berikut alkana linier > alkana bercabang > alkil aromatik dengan berat molekul rendah > monoaromatik > alkana siklik > poliaromatik > aspal. Hal ini berkaitan dengan sifat fisika kimia substrat dan bioavailabilitasnya, sehingga dapat memengaruhi kontak bakteri menjadi substrat hidrokarbon.

Enzim spesifik berperan sebagai komponen penting dalam degradasi hidrokarbon minyak bumi oleh bakteri. Contohnya, degradasi alkana yang melibatkan enzim seperti alkana 1-monooksigenase, alkohol dehidrogenase, sikloheksanol dehidrogenase, metana monooksigenase, dan sikloheksanon 1,2 monooksigenase. Sedangkan, degradasi naftalena dan benzena melibatkan enzim seperti naftalena 1,2-dioksigenase, ferredoksin reduktase, cis-2,3-dihidrobifenil-2,3-diol dehidrogenase, dan salicylaldehyde dehydrogenase. Enzim seperti toluena dioksigenase dan etilbenzena dioksigenase bekerja pada hidrokarbon minyak bumi lainnya. Banyak bakteri yang memiliki kemampuan untuk memineralsasi hidrokarbon minyak bumi sederhana secara kimiawi. Seperti alkana linier, jika memiliki semua enzim yang diperlukan. Namun, hanya sedikit bakteri yang dapat memineralsasi senyawa kompleks seperti resin dan asphaltenes secara sempurna karena kekurangan beberapa enzim. Adapun proses kontak fisik bakteri dan hidrokarbon minyak bumi dapat dilihat pada gambar 4 (Xu dkk., 2018).

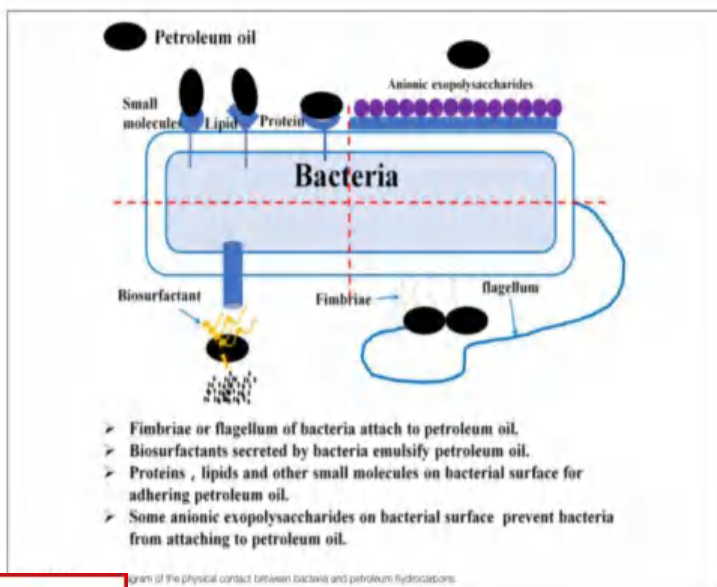


Diagram of the physical contact between bacteria and petroleum hydrocarbons.

am skema kontak fisik bakteri dan hidrokarbon minyak bumi (Xu dkk., 2018).

hidrokarbon minyak bumi oleh bakteri terjadi pada kondisi um, bakteri memulai proses degradasi hidrokarbon dengan drokarbon melalui proses adhesi dan menggunakan senyawa



dari permukaan minyak air. Oleh karena itu, hidrofobisitas sel bakteri memainkan peran penting dalam memulai adhesi bakteri pada permukaan minyak-air. Kontak langsung antara sel bakteri dengan hidrokarbon target dapat meningkatkan difusi hidrokarbon ke dalam sel dan menghasilkan pertumbuhan bakteri. Peningkatan jumlah molekul hidrokarbon alifatik maupun aromatik yang dapat dimasukkan ke dalam sel bakteri juga dapat dicapai dengan meningkatkan kelarutan senyawa melalui proses solubilisasi dan emulsifikasi. Mikroba memproduksi biosurfaktan atau bioemulsifier ekstraseluler yang dapat meningkatkan masuknya molekul hidrokarbon ke dalam sel melalui proses pseudosolubilisasi dan meningkatkan area permukaan dengan menurunkan tegangan permukaan untuk proses transfer massa. Dengan cara ini, tetesan hidrokarbon akan membentuk kompleks dengan daerah hidrofobik pada dinding sel bakteri (Mishra dan Singh, 2012).

1.2.4 Biosurfaktan

Faktor yang membatasi biodegradasi minyak adalah sifat hidrofobiknya. Namun, mikroorganisme dapat memproduksi biosurfaktan yang memudahkan bakteri pengurai minyak dalam mengurai hidrokarbon (Xu dkk., 2020). Biosurfaktan merupakan kelompok molekul permukaan yang memiliki struktur bervariasi dan dihasilkan oleh mikroorganisme. Mereka dapat terakumulasi pada permukaan sel atau dilepaskan ke dalam media ekstraseluler (Vallejo dkk., 2021).

Mikroorganisme dapat menghasilkan biosurfaktan pada kondisi tertentu. Biosurfaktan merupakan senyawa aktif permukaan yang memiliki gugus hidrofilik dan hidrofobik. Penggunaan biosurfaktan sangat luas dalam berbagai aplikasi komersial, seperti kosmetik, perawatan tubuh, pengolahan tekstil, makanan, formulasi pertanian, industri farmasi, remediasi tanah, degradasi hidrokarbon, dan pemulihan minyak. Beberapa mikroorganisme yang dapat menghasilkan biosurfaktan antara lain berasal dari genus *Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Halomonas*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Enterobacter*, dan beberapa *Saccharomyces* (Xu dkk., 2020). Mikroorganisme memproduksi biosurfaktan yang berfungsi dalam proses emulsifikasi atau solubilisasi hidrokarbon. Hal ini memungkinkan kontak antara sel mikroorganisme dan hidrokarbon minyak bumi yang bersifat hidrofobe sebagai substrat. Biosurfaktan terdiri dari molekul yang memiliki sifat hidrofobik dan hidrofilik, sehingga mampu menurunkan tegangan permukaan dan interfase antara hidrokarbon dan air (Husain dkk., 1997).

Biosurfaktan memiliki peran utama dalam bioremediasi tumpahan minyak di lingkungan perairan dengan meningkatkan kelarutan komponen petroleum dan secara efektif mengurangi tegangan antarmuka minyak dan air. Di bidang medis, biosurfaktan sangat berperan sebagai agen antimikroba dan juga sebagai molekul



faktan yang dihasilkan oleh mikroba (biosurfaktan) dapat larut dengan pelarut organik (nonpolar) dan pelarut air (polar) serta diklasifikasikan berdasarkan sifat kimianya dan sumber mikrobanya. Beberapa jenis surfaktan meliputi surfaktan kolipid, lipopeptida, kompleks polisakarida-protein, protein, surfaktan kolipid, asam lemak, dan lipida netral (Khan dkk., 2014).

Biosurfaktan dapat mempromosikan bioremediasi tumpahan minyak di lingkungan perairan dengan meningkatkan kelarutan komponen minyak bumi serta

mengurangi tegangan permukaan air dan minyak. Selain itu, biosurfaktan juga efektif sebagai agen antimikroba. Pemanfaatan mikroba yang menghasilkan biosurfaktan memiliki potensi yang besar sebagai agen promotor dalam proses degradasi hidrokarbon (Husain dkk., 1997). Biosurfaktan sering digunakan pada bidang bioremediasi hidrokarbon karena mampu meningkatkan pertumbuhan pada permukaan hidrofobik dan juga mampu meningkatkan penyerapan nutrisi pada substrat yang bersifat hidrofobik. Hal ini dapat membantu dalam mengatasi masalah ketersediaan kontaminan hidrokarbon minyak bumi yang buruk bagi mikroorganisme (Balakrishnan dkk., 2022).

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendapatkan isolat bakteri laut pendegradasi minyak bumi dari kolom air perairan Pelabuhan Cappa Ujung Parepare
2. Mengetahui karakteristik bakteri pendegradasi minyak bumi asal kolom air perairan Pelabuhan Cappa Ujung Parepare.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai keberadaan dan kemampuan bakteri laut dalam mendegradasi hidrokarbon petroleum secara kualitatif yang berasal dari isolat bakteri asal Pelabuhan Cappa Ujung Parepare.

