

**STUDI AWAL LABORATORIUM PENGGUNAAN BAKTERI
PSEUDOMONAS SP SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF
UNTUK MENGATASI ENDAPAN WAX *PARAFFIN* PADA
CRUDE OIL**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

TEDDY JENOVRIANDA

NPM : 163210498



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

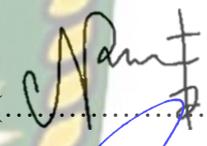
2022

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :
Nama : Teddy Jenovrianda
NPM : 163210498
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Studi Awal Laboratorium Penggunaan Bakteri
Pseudomonas Sp Sebagai Bahan Alternatif
Untuk Mengatasi Endapan *Wax Paraffin* Pada
Crude Oil

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Novia Rita, ST, MT. (.....)
Penguji : Novrianti, ST, MT. (.....)
Penguji : Tomi Erfando, ST, MT. (.....)
Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 31 Januari 2022

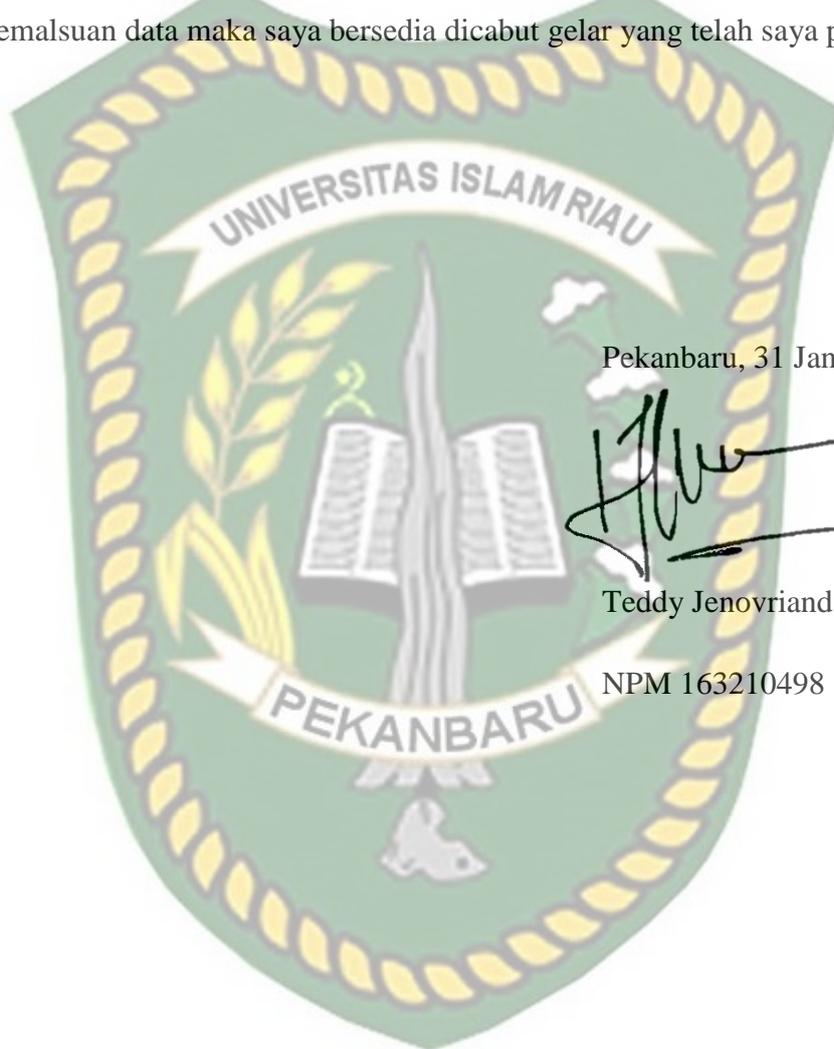
Disahkan oleh:

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**


Novia Rita, ST, MT.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.



Pekanbaru, 31 Januari 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Teddy Jenovrianda', with a long horizontal line extending to the right.

Teddy Jenovrianda

NPM 163210498

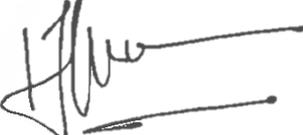
KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanna wa Ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan. Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Novia Rita, ST. MT selaku dosen pembimbing skripsi dan juga ketua prodi yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Eng. Muslim, MT selaku pembimbing Akademik serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu dengan kelancaran akademik.
3. Yeyet Satariah selaku Penanggung Jawab Ruang Bakteriologi UPT Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan Provinsi Riau yang telah memberikan arahan serta ilmu dalam bidang bakteri.
4. Kedua Orang Tua saya Bapak Maizemri dan Ibu Irva Nora, dan keluarga besar yang memeberikan dukungan penuh baik dari segi material maupun moral selama perkuliahan.
5. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat dan bantuan sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan perkuliahan ini.

Teriring doa saya, semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 31 Januari 2022



Teddy Jenovrianda

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR SINGKATAN	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 <i>Wax Paraffin</i>	6
2.3 Faktor Pembentukan Endapan Wax	7
2.4 Proses Pembentukan Endapan <i>Wax</i>	8
2.5 Pengertian Bakteri	9
2.5.1 Faktor Pertumbuhan Bakteri	9
2.5.2 Inkubasi Bakteri	9
2.5.3 Pewarnaan Gram Bakteri	10
2.5.4 <i>Suspense Buffer Phosphate Saline</i>	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	12
3.1 Uraian Metodologi Penelitian	12
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	13
3.3 Alat, Bahan dan Prosedur	14
3.3.1 Alat dan Bahan.....	14

3.3.2	Pengujian Kemampuan Bibit Bakteri <i>Pseudomonas sp</i> hidup dan berkembang di atas media <i>Light Crude Oil</i>	16
3.3.3	Pengamatan Fisik Sampel dengan Menggunakan Mikroskop	17
3.3.4	Penerapan Penggunaan Bakteri <i>Pseudomonas sp</i> untuk menangani permasalahan <i>wax paraffin</i> yang terdapat di <i>prototype</i>	17
3.4	Jadwal Kegiatan Penelitian.....	18
3.5	Lokasi Penelitian	19
BAB IV		20
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		20
4.1	Hasil Inkubasi Bakteri	20
4.2	Hasil Identifikasi Bakteri <i>Pseudomonas Sp</i> Melalui Pewarnaan Gram Bakteri	21
4.3	Hasil Degradasi	22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		26
5.1	Kesimpulan.....	26
5.2	Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA		27



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Hasil Inkubasi Bakteri.....	20
Gambar 4. 2 Bakteri <i>pseudomonas sp</i> berbentuk batang berwarna merah muda setelah dilakukan uji pewarnaan dilihat melalui mikroskop elektrik.....	21
Gambar 4. 3 Membuat suspensi bakteri.....	22
Gambar 4. 4 Bentuk fisik <i>wax</i> sebelum dilakukan proses degradasi / <i>treatment</i> ...	23
Gambar 4. 5 <i>Deposit wax</i> di dalam media uji	25
Gambar 4. 6 Bentuk fisik <i>wax</i> setelah dilakukan <i>treatment</i> menggunakan bakteri <i>pseudomonas sp</i>	25



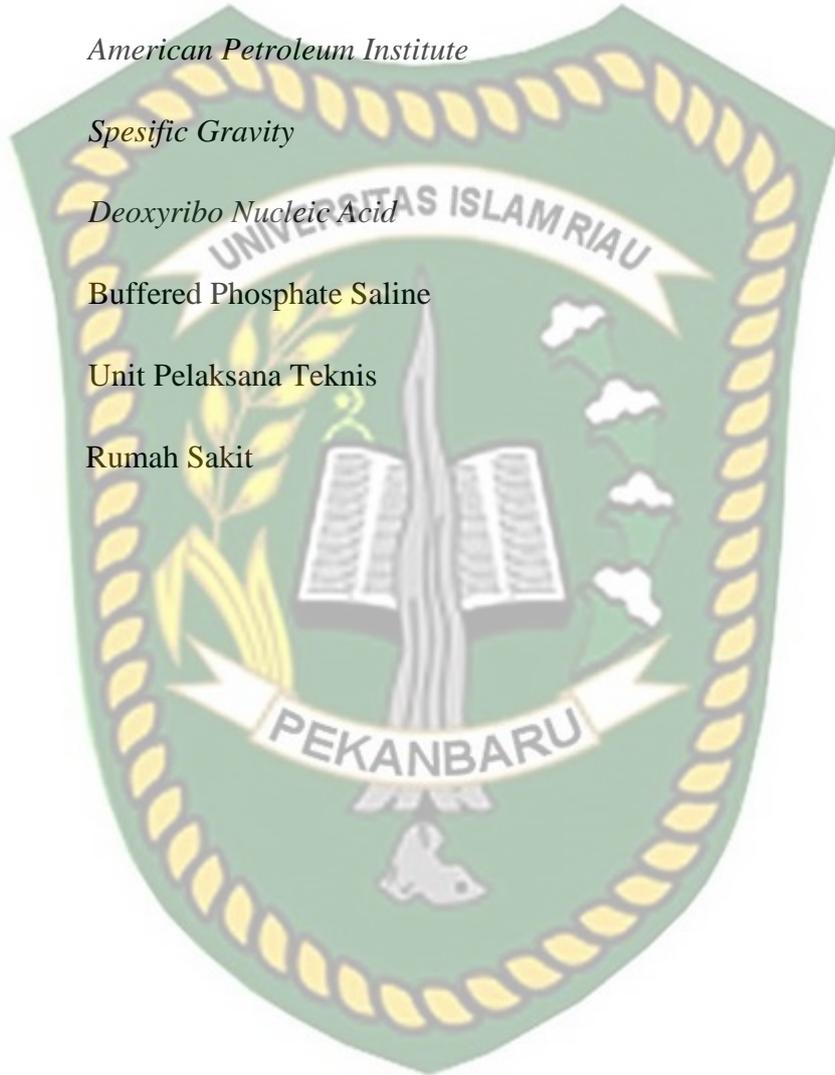
DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil uji <i>specific gravity</i> dan °API sebelum dan sesudah degradasi/ <i>treatment</i> dengan menggunakan bakteri <i>Pseudomonas Sp</i>	23
Tabel 4. 2 Hasil uji <i>cold point</i> dan <i>pour point</i> pada <i>wax</i> sebelum dan sesudah degradasi/ <i>treatment</i> dengan menggunakan bakteri <i>pseudomonas sp</i>	24



DAFTAR SINGKATAN

WAT	<i>Wax Apparent Time</i>
pH	<i>Power of Hydrogen</i>
°API	<i>American Petroleum Institute</i>
SG	<i>Spesific Gravity</i>
DNA	<i>Deoxyribo Nucleic Acid</i>
BPS	Buffered Phosphate Saline
UPT	Unit Pelaksana Teknis
RS	Rumah Sakit



STUDI AWAL LABORATORIUM PENGGUNAAN BAKTERI *PSEUDOMONAS SP* SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF UNTUK MENGATASI ENDAPAN WAX PADA CRUDE OIL

TEDDY JENOVRIANDA
163210498

ABSTRAK

Wax paraffin yang terdeposite selama produksi dan transportasi minyak dapat mengakibatkan penyumbatan pada pipa dan dapat meningkatkan biaya produksi minyak bumi. Beberapa metode untuk mengatasi permasalahan endapan wax dengan cara seperti *mekanik konvensional*, *Thermal*, dan *Kimiawi*. Salah satu cara efektif yang dapat mendegradasi endapan wax pada dinding pipa bagian dalam dengan cara menggunakan material mikrobiologi yaitu berupa bakteri yang memiliki sifat hidrokarbonklastik dimana mampu untuk hidup pada media *wax crude oil*. Bakteri merupakan salah satu alternatif yang dapat mendegradasi *wax paraffin* pada *crude oil*. Langkah pertama dalam penelitian ini adalah, melakukan pegujian bibit bakteri *Pseudomonas sp* mampu untuk berkembang diatas media *light crude oil* dengan cara di inkubasi pada temperatur 37°C. Kemudian melakukan pengamatan secara fisik bakteri, lalu menentukan pewarnaan gram differensial pada bakteri untuk menentukan bakteri menjadi kelompok gram positif atau gram negatif. Melakukan pengujian kemampuan bakteri untuk mendegradasi *wax paraffin* pada *crude oil* dengan cara menginjeksikan suspense bakteri *Pseudomonas sp* ke dalam media uji yang telah terendapkan oleh wax. Hasil setelah inkubasi didapati tumbuhnya koloni bakteri di atas *light crude oil* yang menandakan bahwa koloni bakteri *pseudomonas sp* telah berhasil hidup dan dapat berkembang di atas media tersebut. Degradasi wax berhasil dilakukan oleh koloni bakteri *pseudomonas sp* melalui hasil pengujian *specific gravity* yang didapatkan bahwa terjadi penurunan dari 0.835 menjadi 0.799, kemudian untuk nilai °API yang sebelumnya 37.961 naik menjadi 45.596, dan untuk Nilai *Cold point* sebelum di treatment dengan menggunakan bakteri *pseudomonas sp* 31°C, setelah di treatment turun menjadi 29°C, *pour point* sebelum ditreatment 40°C turun menjadi 35°C.

Kata kunci : *wax paraffin, pseudomonas sp, suspensi, crude oil*

**PRELIMINARY LABORATORY STUDY ON THE USE OF PSEUDOMONAS
BACTERIA AS AN ALTERNATIVE MATERIAL FOR OVERCOMING WAX
DEPOSIT IN CRUDE OIL**

**TEDDY JENOVRIANDA
163210498**

ABSTRACT

Paraffin wax that is deposited during the production and transportation of oil can cause blockages in the pipeline and can increase the cost of oil production. Several methods to overcome the problem of wax deposition are conventional mechanical, thermal, and chemical methods. One of the effective ways that can degrade wax deposits on the inner pipe wall is by using microbiological materials, namely bacteria that have clastic hydrocarbon properties which are able to live on waxed crude oil media. Bacteria is an alternative that can degrade paraffin wax in crude oil. The first step in this study was to test Pseudomonas sp. bacteria seeds were able to grow on light crude oil media by incubation at 37°C. Then make physical observations of the bacteria, then determine the differential gram staining on the bacteria to determine the bacteria into gram-positive or gram-negative groups. Testing the ability of bacteria to degrade paraffin wax in crude oil by injecting Pseudomonas sp bacterial suspension into the test media that has been deposited by wax. The results after incubation showed the growth of bacterial colonies on light crude oil which indicated that the Pseudomonas sp bacterial colonies had successfully lived and could thrive on the media. Degradation of wax was successfully carried out by Pseudomonas sp bacterial colonies through the results of the specific gravity test which found that there was a decrease from 0.835 to 0.799, then for the API value previously 37,961 it increased to 45,596, and for the Cold point value before being treated using Pseudomonas sp 31 bacteria. C, after treatment it drops to 29°C, pour point before 40°C treatment drops to 35°C.

Keywords: *wax paraffin, pseudomonas sp, suspension, crude oil*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat proses produksi minyak berlangsung terdapat berbagai permasalahan yang akan dihadapi, salah satu permasalahan tersebut adalah terdapatnya *wax* yang merupakan senyawa representatif dari *crude oil* yang mengendap pada *subsurface* sehingga dapat mengakibatkan proses produksi menjadi terganggu. *Wax* memiliki campuran hidrokarbon kompleks, yang terdiri dari nafta, aromatik, paraffin, aspal, resin dan lainnya. Kelompok molekul *wax* membentuk rantai dan komponen-komponen seperti *wax paraffin* (C18-C60) yang akan terbentuk dan mengendap (White et al., 2018).

Ketika minyak mentah mengalir dari sumur, penurunan tekanan menyebabkan gas yang terlarut dalam minyak melepaskan diri sehingga viskositas minyak mengalami peningkatan dan komposisi dari hidrokarbon mengalami perubahan. Ketika temperatur mengalami penurunan sampai kondisi terbentuknya *wax* disebut sebagai WAT (*wax appearance temperature*) (Kurnianto et al., 2018). *Wax* merupakan salah satu penyebab permasalahan pada operasi produksi untuk reservoir minyak yang memiliki komponen *paraffin* tinggi. Terdapat dua jenis endapan yang terbentuk pada *crude oil* yang mengandung komponen paraffin tinggi yaitu *wax* dan mikrokristalin, dimana kedua jenis endapan tersebut mempengaruhi kualitas dari *crude oil*. Kandungan *wax* yang ada pada *crude oil* berkisar 3 hingga 44% yang dapat membentuk endapan selama transportasi berlangsung, dan dapat menyebabkan nilai viskositas dan *pour point* menjadi lebih tinggi (Ajayi, 2013).

Ada beberapa teknik untuk penanganan *wax paraffin* yang terbentuk, seperti menggunakan *pingging*, *injeksi chemical*, dan juga dengan menggunakan *Thermal Insulation* agar suhu tetap di atas WAT (White et al., 2018). Akan tetapi penggunaan teknik *Pigging* atau *Thermal Insulation* memerlukan biaya yang cukup besar, maupun dengan menggunakan teknik *injeksi chemical* yang dapat membahayakan keselamatan lingkungan sekitar (Aiyejina et al., 2011). Ada

teknik atau cara penanganan *wax paraffin* yang membentuk endapan dengan menggunakan bahan-bahan yang bersifat mikrobiologi. Hal ini didasari dari penelitian yang dilakukan oleh ((Liu et al., 2013)³), yang telah menerapkan teknik penggunaan bakteri *bacillus cereus* sebagai penanganan *wax deposit* yang ada didalam *flowline*. Dimana nilai *pour point* dan *cold point* sebelumnya naik, saat setelah di degradasi dengan menggunakan bakteri terjadi penurunan. *Wax paraffin* sebelum dilakukan degradasi tidak memiliki laju alir namun saat setelah didegradasi memiliki nilai laju alir 1 ml/detik.

Pada tugas akhir ini peneliti ingin mencoba menggunakan bakteri atau bahan mikroba jenis *Pseudomonas sp* yang merupakan genus bakteri gram negatif yang tergolong dalam kelompok *pseudomonadaceae* yang terbagi dari 191 spesies, di ketahui bahwa mikroba tersebut bersifat hidrokarbonklastik yang dapat mendegradasi berbagai jenis senyawa hidrokarbon. *Pseudomonas* termasuk bakteri yang dapat hidup di berbagai lingkungan dikarenakan bakteri ini mampu menggunakan substrat yang merupakan golongan surfaktan. Keberhasilan penggunaan bakteri *Pseudomonas sp* dalam upaya mendegradasi senyawa hidrokarbon membutuhkan pemahaman tentang mekanisme interaksi antara *Pseudomonas sp* dengan senyawa hidrokarbon.

Bakteri dapat menurunkan berat pada *wax* dengan melalui proses enzimatik. Dimana hal ini suatu cara pemutusan rantai panjang yang terdapat pada *wax* menjadi rantai pendek dengan bantuan enzim, bi product serta gen yang didegradasi oleh bakteri, serta mengurangi berat molekul yang ada pada *crude oil* (Sakthipriya et al., 2017).

Tujuan lain dari penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter-parameter seperti *specific gravity*, nilai $^{\circ}API$, nilai *cold point* dan *pour point* yang merupakan indikator dalam penerapan degradasi menggunakan bakteri *Pseudomonas Sp*.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian kemampuan hidup dan berkembangnya bibit bakteri *Pseudomonas sp* diatas media *light crude oil*
2. Pengamatan Fisik Sampel dengan Menggunakan Mikroskop
3. Pengujian kemampuan bakteri *Pseudomonas sp* sebagai bahan alternatif untuk mendegradasi endapan *wax paraffin* dan mengetahui nilai densitas, *specific gravity*, °API, *cold Point*, dan *pour Point*

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan referensi untuk peneliti selanjutnya dalam penggunaan microba *Pseudomonas Sp* sebagai alternatif dalam mengatasi *wax*.
2. Produk ini merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk memperpendek rantai hidrokarbon dan dapat mendegradasi endapan *wax paraffin* karena memiliki biaya yang lebih murah, mudah untuk didapatkan dan ramah terhadap lingkungan.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian tugas akhir ini tidak keluar dari tujuan yang diharapkan, maka batasan penelitian ini sebagai berikut :

1. Difokuskan mengenai penggunaan bakteri dalam mendegradasi endapan *wax paraffin* pada *crude oil*
2. Hanya menggunakan bakteri *Pseudomonas sp* sebagai bahan pendegradasi *wax*
3. Tidak membahas masalah keekonomian
4. Menentukan nilai parameter-parameter untuk melihat hasil degradasi seperti : Densitas, *specific gravity*, °API, *pour point* dan *cold point*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Manusia diciptakan oleh Allah Swt sebagai khalifah di bumi ini, yang memiliki tugas untuk dapat memanfaatkan, memelihara, dan mengelola sumber daya alam yang ada di alam semesta ini agar kebutuhan manusia dapat tercukupi dan juga sejahtera.

Sebagaimana yang dijelaskan dalam Q.S Al-An'am(6) ayat : 1-3 yang berisi, maka sudah sepantasnya kita sebagai manusia untuk bersyukur atas apa yang telah diciptakan dan diberikan oleh Allah Swt agar dapat dimanfaatkan oleh hambanya. Karena Allah pernah berjanji barang siapa yang mensyukuri nikmatnya maka nikmat itu akan ditambah, tetapi apabila tidak maka akan mendapatkan siksaan yang amat pedih. Maka dalam hal ini penelitian yang dilakukan berupa analisis laboratorium pemanfaatan bakteri *pseudomonas sp* dalam mengatasi endapan wax. Berdasarkan permasalahan yang sering terjadi pada *subsurface* yaitu mengendapnya minyak yang bersifat *paraffin* yang berasal dari minyak itu sendiri lalu terdepositasi disekitar lubang sumur (Hunt, 1962).

Penggunaan metode mikrobiologis untuk mengatasi endapan wax sudah banyak di pertimbangkan. Bakteri juga harus mampu bertahan di suhu tinggi untuk dapat memutuskan rantai panjang wax *paraffin* yang ada ada pada *crude oil* menjadi rantai pendek. Intervensi mikroba untuk mengatasi pengendapan wax *paraffin subsurface* maupun yang ada pada pipa produksi tidak membahayakan bagi lingkungan sekitar dan juga murah dalam segi ekonomis (Sood & Lal, 2008).

2.1 Penelitian Sebelumnya

Tabel. 1 State of The Art

No	Judul Penelitian	Metode	Bahan	Hasil Penelitian
1	<i>Potential Microorganisms for Prevention of Paraffin Precipitation in a Hypersaline Oil</i>	<i>Microba</i>	<i>Genera Pseudomonas, Enterobacter, dan</i>	Berdasarkan 454 pyrosequencing dari amplicon gen 16S r RNA, strain mikroba dalam sampel yang ada pada

	<p><i>Reservoir</i> (Fan Zhang, Yuehui She, Ibrahim M. Banat, Lujun Chai, Shaojing Yi, Gaoming Yu, and Dujie Hou, 2014)</p>		<p><i>Bacillus</i></p>	<p>tujuh sumur, enam di antaranya memiliki pengurangan pengendapan parafin positif dan satu dengan pengurangan pengendapan parafin negatif .</p>
2	<p><i>Microbial Treatment for Prevention and Removal of Paraffin Deposition on the Walls of Crude Pipelines</i> (Jiang Hong Liu, Yun Peng Jia, Yi Tong Chen, Rui Dan Xu, 2013)</p>	<p><i>Microba</i></p>	<p><i>Bacillus cereus & Bacillus subtilis</i></p>	<p>Sebagai indikator degradasi parafin, konsentrasi inokulum <i>Bacillus cereus & Bacillus subtilis</i> adalah ditambah dengan proporsi yang berbeda, maka proporsi optimum adalah 5: 2. Dalam proporsi ini laju degradasi parafin bisa mencapai 64%,</p>
3	<p><i>Prevention and mitigation of paraffin deposition by biosurfactant-producing and paraffin-degrading Bacillus amyloliquefaciensstrain 6-2c</i> (Junhui Zhang, Hangxian Lai, Hui Gao, Shibin Hu, Quanhong Xue, 2017)</p>	<p><i>Microba</i></p>	<p><i>Bacillus amylolique e-faciensstra in 6-2c</i></p>	<p><i>Bacillus amylolique-faciensstrain 6-2c</i> secara efisien meningkatkan kelarutan parafin dalam n-heksana dan laju kelarutan parafin mencapai 79,15%, meningkat sebesar 5,39%. Efisiensi penghilangan parafin dari <i>Bacillus amylolique-faciensstrain 6-2c</i> berkisar dari 50,82% sampai 95,17%.</p>

4	<p><i>Research on paraffin removal and prevention by Bacillus spp. in high-salinity reservoirs</i></p> <p>(J. Wang, Y. W. Gao, Z. Jin, C. J. Wang, C. H. Liu, Y. Zhuang, Y. Z. Wei, T. Sha, Q. S. Xu, X. N. Liu, Y. J. Luo, S. S. Sun & Z. Z. Zhang, 2018)</p>	Microba	<i>Bacillus spp</i>	Hasil penelitian menunjukkan hasil yang baik, bahwa bakteri dapat menunjukkan efek penghilangan dan pencegahan paraffin di reservoir salinitas tinggi, dengan tingkat penghilangan paraffin mencapai 51,82%.
5	<p><i>Study on paraffin wax degrading ability of Pseudomonas nitroreducens isolated from oil wells of Gujarat, India</i></p> <p>(Dolly Dalsukhbhai Patel and Lakshmi Bhaskaran, 2018)</p>	Microba	<i>Pseudomonas nitroreducens</i>	Pseudomonas nitroreducens dapat mendegradasi 70% minyak mentah yang mengandung paraffin dalam 10 hari pada 37°C.

2.2 Wax Paraffin

Wax paraffin merupakan senyawa yang memiliki kadar molekul tinggi dari berbagai macam seri senyawa homolog, kelas senyawa yang diakui sebagai

terbentuknya *deposite wax* pada *crude oil* yaitu : (1) *Hidrokarbon alifatik* (baik rantai lurus maupun bercabang), (2) *Hidrokarbon aromatik*, (3) *Naftena*, dan (4) *Resin dan asphaltenes*. Senyawa organik dari *crude oil* yang disebut *paraffin*, tidak mudah untuk larut pada kondisi produksi (Misra et al., 1995). *Wax* akan terbentuk padatan pada kondisi suhu ruangan karena *wax* memiliki kandungan senyawa hidrokarbon linier dan memiliki rantai karbon yang panjang (G.Ali Mansoori, H.Lindsey Barnes, 2003).

Kelarutan *wax paraffin* ini sangat berpengaruh terhadap perubahan suhu. Perubahan suhu ini merupakan suatu faktor yang dapat mempengaruhi proses terjadinya pembentukan kristal-kristal *wax*. Proses pertama kali pembentukan kristal *wax* ini disebut dengan *onset of wax crystalization* atau lebih dikenal dengan sebutan *cloud point* atau *wax appearance temperature* (WAT) (Rif'Ati & Muda, 2016).

Deposisi *wax* dimulai oleh pengendapan *wax* langsung pada dinding pipa dan terjadinya pembentukan jaringan dari kristal-kristal *wax* (gel minyak lilin) dengan jumlah yang signifikan karena adanya perubahan suhu (Kelechukwu & MD Yassin, 2008). Kristal *wax* juga menyebabkan meningkatnya konsumsi energi dan menurunnya kapasitas pemompaan, ini terjadi karena nilai viskositas yang tinggi pada minyak mengalir. Dilain hal *wax* juga meningkatkan kekasaran dari permukaan alir yang dapat mengurangi luas permukaan pada bagian dalam pipa sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan *pressure drop* di sistem jalur alir.

Komponen yang ada pada *wax* merupakan masalah yang serius dalam industri migas. *Volatile* yang terdapat pada minyak akan menguap dan fraksi minyak menjadi lebih naik, dimana hal tersebut dapat menyebabkan :

1. Aliran minyak melambat sehingga *wax* akan cepat terbentuk.
2. *Pressure Drop*, menurunnya *drive efficiencies*.

2.3 Faktor Pembentukan Endapan Wax

Wax paraffin mulai terbentuk saat temperatur permukaan berada dibawah temperature minyak dan *cold point*. Berdasarkan (Mahmoudkhani et al., 2017),

temperature fluida sering sekali kurang dari temperature reservoir, hal ini yang menyebabkan *wax* dapat mengendap pada pori-pori formasi dan mengakibatkan fraktur berkembang. *Wax paraffin* dapat merusak kulit fraktur pada kondisi reservoir yang memiliki kadar *paraffin* tinggi (minyak shale), hal ini yang dapat menyebabkan penurunan produksi.

Faktor-faktor seperti tekanan, suhu, sifat keterbasahan, kecepatan minyak selama transportasi pada pipa minyak, dan konsentrasi *paraffin* pada minyak reservoir merupakan mekanisme pembentukan endapan *wax* pada subsurface maupun pipa produksi minyak. Pada penelitian (Zhang et al., 2018) menggunakan simulator *deposit wax multiphase* yang digunakan untuk memprediksi komposisi deposit *wax* dalam pipa, dari penelitian tersebut terdapat beberapa data laboratorium dan lapangan bahwa faktor-faktor yang paling sering terjadi dalam pembentukan endapan *wax* adalah :

1. Perbedaan suhu
2. *Shear Stress* dan *Shear Rate*
3. Konsentrasi massal *wax*
4. Gravitasi yang ada didalam sistem tidak mengalir
5. Tingkat pembentukan endapan kristal *wax*.

2.4 Proses Pembentukan Endapan Wax

Pembentukan endapan *wax* dapat dibedakan menjadi *molecular diffusion*, *shear dispersion*, *Brownian diffusion*, dan *gravity settling*. Mekanisme yang paling sering ditemui adalah *molecular diffusion* sedangkan untuk yang lain jarang ditemui. *Wax* yang terbentuk dengan mekanisme *molecular diffusion* memiliki beberapa tahapan, yaitu :

1. Proses pengkristalan *wax* yang membentuk lapisan tipis.
2. Penurunan tingkat lilin yang terlarut dalam minyak.
3. Penambahan ketebalan yang ditimbulkan oleh kristal yang terakumulasi semakin banyak.
4. Peningkatan fraksi molekul lilin yang berujung ke peningkatan fraksi padat.

5. Minyak menjadi semakin berat karena zat yang terlarut didalamnya semakin berkurang.

2.5 Pengertian Bakteri

Bakteri merupakan kelompok organisme yang tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini termasuk ke dalam domain prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopik). Bakteri memiliki dinding sel sangat tipis dan elastis yang terbentuk dari peptidoglikan yang hanya dimiliki oleh golongan bakteri. Fungsi dari dinding sel bagi bakteri untuk melindungi diri dari lingkungan sekitar dan juga dapat mengatur zat-zat dari dalam sel. Habitatnya terdapat dimana-mana, ada pada laut, limbah, tanah serta juga ada pada lumpur. Sedangkan untuk ukuran bakteri memiliki macam variasi tergantung dari spesiesnya (Zhang et al., 2018).

2.5.1 Faktor Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan adalah meningkatnya kuantitas masa sel dengan terbentuknya sel-sel baru. Pada bakteri, pertumbuhannya dengan cara pembelahan biner atau aseksual. Pertumbuhan dengan cara tersebut berlangsung dengan interval yang teratur dan selalu adanya penambahan atau *eksponensial*. Fase pembelahan sel bakteri melalui beberapa fase yaitu, Fase lag, Fase *Eksponensial*, Fase *Stationer* dan Fase Kematian.

Pengetahuan tentang mikroorganisme untuk tetap hidup merupakan suatu hal yang penting untuk diketahui, pada penelitian (Province et al., 2009) faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri yaitu :

1. Zat Makanan
2. Suhu
3. Kelembaban
4. Derajat Keasaman Lingkungan (Ph)
5. Oksigen
6. Pencahayaan

2.5.2 Inkubasi Bakteri

Inkubasi bakteri merupakan suatu usaha memelihara kultur mikoba dengan mempertahankan suhu tertentu agar dapat bertahan hidup dalam jangka waktu

tertentu untuk melihat perkembangan dari mikroba tersebut. Ada cara tersendiri untuk menaruh mikroorganisme didalamnya yaitu dengan cara diinokulasikan pada media yang padat atau cair agar pertumbuhannya bisa terlihat dengan jelas. Suhu pada inkubasi bakteri ini merupakan hal yang penting, apabila suhu tidak sesuai, maka mikroorganisme tidak dapat tumbuh dengan baik dan dapat menyebabkan mikroorganisme mati (Kurniawati et al., 2019).

2.5.3 Pewarnaan Gram Bakteri

Mikroorganisme sangat sulit untuk dilihat melalui mikroskop, karena tidak dapat mengadsorpsi cahaya. Inilah yang menyebabkan zat warna digunakan untuk mewarnai mikroorganisme. Pewarnaan bakteri terbagi menjadi 2 yaitu :

1. Pewarnaan khusus, merupakan penggunaan zat untuk melihat salah satu struktur sel
2. Pewarnaan Diferensial, yang digunakan untuk memilah bakteri menjadi kelompok gram positif atau gram negatif.

Zat warna yang digunakan dalam pewarnaan bersifat asam atau basa. Pada zat warna asam biasanya digunakan untuk pewarnaan bakteri yang memiliki muatan negatif, namun zat yang bersifat asam untuk pewarnaan muatan negatif tidak selalu berkaitan dengan struktur sel, kadangkala zat warna negatif dapat digunakan untuk mewarnai bagian sel yang bermuatan positif. Ini menandakan bahwa daya ikat zat warna terhadap struktur sel bisa saja berubah tergantung pH saat sedang melakukan proses pewarnaan pada bakteri.

Pada zat warna basa bagian yang paling berperan dalam memberikan warna disebut kromofor dan memiliki muatan positif (Mahdiyah, 2015). Ketebalan lapisan peptidoglikan bakteri gram positif dapat mempertahankan pewarnaan gram kristal violet yang ada di dalam dinding sel namun tidak untuk bakteri bermuatan negatif yang memiliki dinding sel lebih tipis sehingga tidak mampu mempertahankan pewarnaan gram dan dapat ternoda oleh counter safranin (Panawala, 2017).

2.5.4 *Suspense Buffer Phosphate Saline*

Phosphate Buffered Saline (BPS) merupakan larutan buffer yang digunakan dalam hal-hal seperti penelitian biologi, yang berfungsi untuk mengatur pH dan keseimbangan osmolaritas sel dengan menyediakan air dan ion organik penting.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Uraian Metodologi Penelitian

Metode dalam penelitian skripsi ini adalah *Experiment Research*, yang dilakukan di beberapa laboratorium. Dalam pengujian ini, hal yang pertama dilakukan adalah melakukan pembiakan bakteri *Pseudomonas sp* diatas media *light crude oil* dan diinkubasi di laboratorium selama 24 jam dengan temperatur 37°C. Selanjutnya melakukan pengujian pewarnaan gram pada bakteri *pseudomonas sp* untuk mengetahui identifikasi bakteri tersebut. Lalu mengamati dengan menggunakan mikroskop untuk mengetahui bentuk fisik dari bakteri. Selanjutnya melakukan pembuatan suspensi bakteri *Pseudomonas sp* menggunakan campuran larutan buffer (*Suspense Buffer Phosphate Saline*). Lalu suspensi yang telah dibuat di aplikasikan pada media uji yang sudah terdapat endapan *wax* dalam waktu proses pengujian selama 168 jam atau 7 hari, untuk mengetahui reaksi antara suspensi bakteri *pseudomonas sp* dengan endapan *wax*.

Setelah melakukan pengujian, endapan *wax* yang telah diinjeksikan dengan menggunakan larutan suspensi *pseudomonas sp* maka dilakukanlah beberapa pengujian untuk mengetahui perubahan pada *wax* ketika sebelum dan sesudah dilakukannya percobaan degradasi. Adapun pengujian yang dilakukan, yaitu :

1. Pengujian *specific gravity*, untuk mengetahui berat massa.
2. Pengujian °*API*, untuk mengetahui kualitas dari pada *wax* tersebut.
3. Nilai cold point dan pour point

3.2 Diagram Alir Penelitian



3.3 Alat, Bahan dan Prosedur

3.3.1 Alat dan Bahan

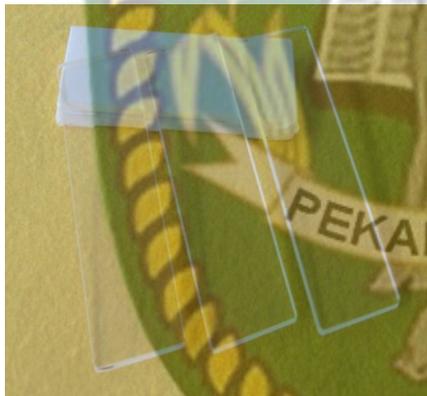
Alat yang digunakan didalam penelitian adalah :



1. Erlenmeyer 250 ml



2. Alumunium foil



3. Kaca Objek



4. Mikroskop



4. Alcohol Burner



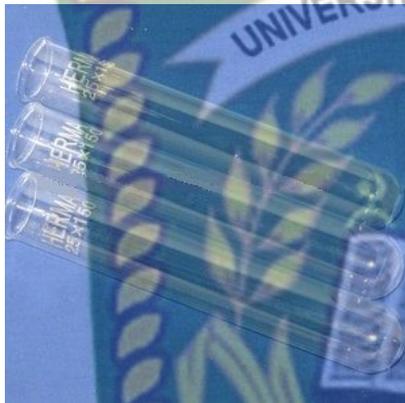
5. Okse



6. Inkubator



7. Petrie Dish



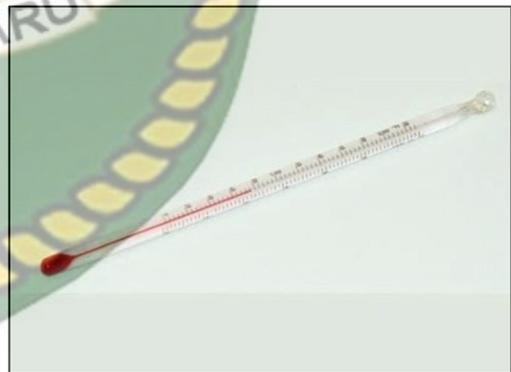
8. Tabung Reaksi



9. Water Bath W



10. Heater elekterik



11. Thermometer



12. Stopwatch

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Light Crude Oil
2. Wax Crude oil
3. Bibit *Bakteri Pseudomonas Sp*
4. Larutan Buffer (Buffer Phosphate Saline)
5. Lugol
6. Crystal Violet
7. Sopragin
8. E. Imersi
9. Es Batu
10. Garam (Farhandika, 2019).

3.3.2 Pengujian Kemampuan Bibit Bakteri *Pseudomonas sp* hidup dan berkembang di atas media *Light Crude Oil*

1. Siapkan *petrie dish* untuk meletakkan *light crude oil* didalamnya
2. Bibit bakteri *Pseudomonas sp* di letakkan diatas media *light crude oil* dengan bantuan okse
3. Inkubasi selama 24 jam dengan temperatur 37°C
4. Setelah 24 jam keluarkan dari inkubator, lalu lakukan pengamatan fisik dengan menggunakan mikroskop (Farhandika, 2019).

3.3.3 Pengamatan Fisik Sampel dengan Menggunakan Mikroskop

1. Mengambil 1-2 okse koloni dari media dan letakkan koloni mikroba tersebut pada kaca objek
2. Kemudian teteskan larutan buffer sebanyak 2 tetes pada koloni tersebut
3. Biarkan kering pada suhu ruangan
4. Diviksasi sebanyak 3 kali yang berguna untuk merekatkan sampel yang ada diatas kaca objek
5. Lalu teteskan crystal violet sebanyak 2 tetes untuk pengujian pewarnaan gram positif. Kemudian diamkan selama 1 menit lalu bilas dengan menggunakan air mengalir
6. Teteskan lugol diatas media sebanyak 2 tetes. Kemudian diamkan 1 menit lalu bilas dengan menggunakan air mengalir
7. Teteskan soprangan sebanyak 2 tetes untuk melakukan pengujian pewarnaan gram negatif. Kemudian diamkan selama 1 menit setelah itu bilas dengan menggunakan air mengalir
8. Teteskan alkohol diatas media. Kemudian diamkan selama 30 detik lalu bilas dengan menggunakan air mengalir
9. Biarkan media tesebut kering selama 5 menit pada suhu ruangan.
10. Teteskan E.imersi diatas media sebanyak 1 tetes saja
11. Melakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop (Farhandika, 2019).

3.3.4 Penerapan Penggunaan Bakteri *Pseudomonas sp* untuk menangani permasalahan *wax paraffin*

1. Siapkan Erlenmeyer sebagai media proses degradasi *wax*
2. Masukkan *wax crude oil* kedalam Erlenmeyer sebanyak 35 gram
3. Tutup dengan menggunakan alumunium foil
4. Kemudian Diamkan selama 24 jam
5. Siapkan suspensi bakteri *Pseudomonas sp*
6. Masukkan larutan suspensi bakteri *pseudomonas sp* hingga *wax* benar-benar terendam
7. Tutup kembali menggunakan alumunium foil dan direkatkan, reaksi terjadi selama 7 hari atau 168 jam pada suhu ruangan.

3.4 Jadwal Kegiatan Penelitian

Kegiatan	Waktu Pelaksanaan (Bulan)					
	Tahun 2021					
	(1) Sept	(2) Okt	(3) Nov	(4) Des	(5) Jan	(6) Feb
Studi Literatur						
Seminar Proposal						
Pengujian kemampuan bibit bakteri <i>Pseudomonas Sp</i> hidup dan berkembang di atas media <i>waxt crude oil</i> .						
Pengamatan fisik bakteri						
Pengujian penggunaan bakteri <i>Pseudomonas sp</i> untuk mengatasi endapan <i>wax</i> pada <i>crude oil</i>						
Analisa Hasil dan Pembuatan Laporan Hasil						
Sidang Tugas Akhir						

3.5 Lokasi Penelitian

Pengujian Penggunaan Bakteri *Pseudomonas sp* untuk menangani permasalahan *wax* dilakukan di Laboratorium Teknik Bahan Alam & Mineral Universitas Riau. Kemudian untuk pengujian kemampuan bibit bakteri *Pseudomonas Sp* hidup dan berkembang di atas media *light crude oil* dan pengujian pengamatan fisik sampel dengan menggunakan mikroskop di lakukan di UPT Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan Provinsi Riau, Pekanbaru.



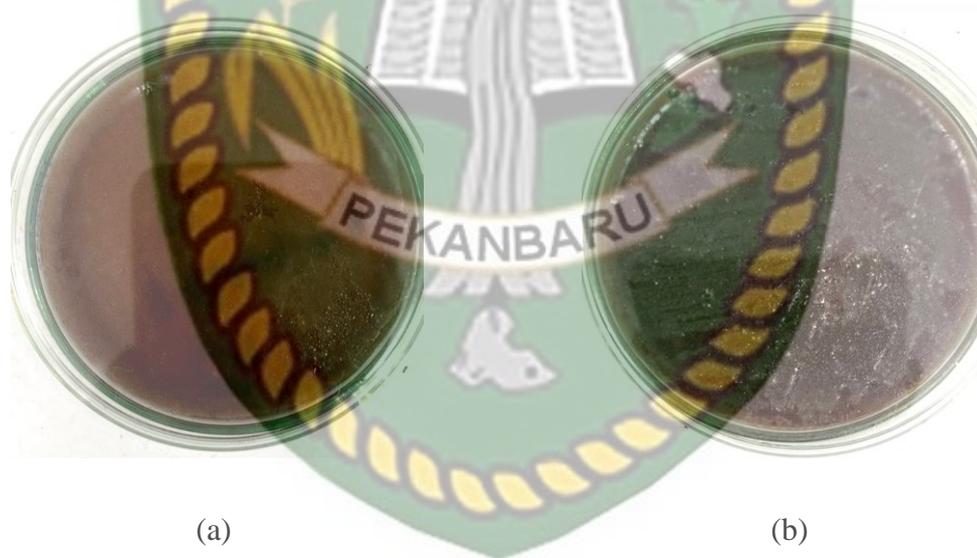
BAB 1V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan menjelaskan hasil dari bakteri *Pseudomonas Sp* untuk hidup dan tumbuh pada media *crude oil*, lalu menjelaskan hasil pengujian untuk melihat jenis bakteri yang tumbuh akibat proses pewarnaan. Menginterpretasikan hasil kemampuan *Pseudomonas sp* dalam mendegradasi *wax* pada *crude oil* yang merupakan tujuan utama dari penelitian ini.

4.1 Hasil Inkubasi Bakteri

Bakteri yang telah dilakukan inkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C di dalam inkubator bertujuan untuk melihat kemampuan bakteri *pseudomonas sp* hidup dan berkembang di media *crude oil*.



Gambar 4. 1 Hasil Inkubasi Bakteri (a) sebelum inkubasi (b) setelah inkubasi.

Dari hasil pengujian meletakkan bakteri *Pseudoonas sp* di atas media *light crude oil*, didapatkan hasil dimana *Pseudomonas sp* memiliki kemampuan untuk dapat hidup dan berkembang di *crude oil*. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar. 4.1 dari hasil *capture* menggunakan kamera, terdapat koloni bakteri *pseudmonas sp* yang dapat tumbuh di atas media tanam *crude oil*. Koloni bakteri merupakan

kumpulan bakteri sejenis hasil penaburan yang mengumpul di satu tempat pada media. Berdasarkan hasil pengamatan, tidak ada koloni bakteri lain yang mengkontaminasi di dalam media inkubasi yang telah di lakukan pengujian. Karena bakteri yang tumbuh hanya bakteri yang berada di area penaburan, tidak ada bakteri atau koloni yang tumbuh diluar area penaburan.

4.2 Hasil Identifikasi Bakteri *Pseudomonas Sp* Melalui Pewarnaan Gram Bakteri

Pewarnaan gram bakteri merupakan proses identifikasi yang sangat perlu untuk memperhatikan apakah bakteri yang tumbuh di atas media uji sudah sesuai dengan jenis yang diletakkan atau terdapat kontaminasi dari bakteri lain.



Gambar 4. 2 Bakteri *pseudomonas sp* berbentuk batang berwarna merah muda setelah dilakukan uji pewarnaan dilihat melalui mikroskop elektrik.

Dari hasil pengamatan mikroskopis yang dilakukan pada hasil uji pewarnaan gram bakteri menunjukkan bahwa bakteri yang terbentuk berwarna merah muda. Warna merah muda menunjukkan adanya indikasi bakteri gram negatif. Hasil uji gram negatif adalah identifikasi bakteri *Pseudomonas sp*. Lalu hasil lain yang diperoleh di bawah mikroskop untuk bentuk tubuh bakteri ini adalah bentuk batang yang sesuai dengan morfologi *Pseudomonas sp*. Dari hasil pengujian di atas, *Pseudomonas sp* dapat tumbuh pada *crude oil* tanpa terinfeksi oleh bakteri lain.



(a)

(b)

Gambar 4. 3 Membuat suspensi bakteri (a) mengambil koloni bakteri dari media menggunakan okse (b) memindahkan koloni bakteri *pseudomonas sp* kedalam larutan buffer untuk membuat suspensi

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan standart kekeruhan yang dipakai adalah sebesar 4 *mc farland* untuk suspense bakteri yang dibuat. Dimana jumlah 4 *mc farland* sama dengan 1.2×10^9 bakteri di dalam 1 ml suspense. Standar kekeruhan *mc farland* adalah peyetaraan konsentrasi mikroba dengan menggunakan larutan BaCl_2 1% dan H_2SO_4 1%. Standar kekeruhan *mc farland* ini dimaksudkan untuk menggantikan perhitungan bakteri satu per satu dan untuk memperkirakan kepadatan jumlah bakteri.

4.3 Hasil Degradasi

Penurunan nilai *spesific grafity* dan peningkatan nilai °API merupakan salah satu indikator keberhasilan dalam penerapan degradasi *wax* dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas sp*, seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini.

Spesific grafity adalah berat jenis dari *crude oil* dan API adalah satuan untuk mengukur kualitas minyak. Jika nilai SG rendah dan nilai API tinggi, maka kualitas *crude oil* tersebut semakin baik.

Tabel 4. 1 Hasil uji *specific gravity* dan °API sebelum dan sesudah degradasi/*treatment* dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas Sp*

<i>Wax</i>	<i>Spesific gravity</i>	°API
Sebelum <i>treatment</i>	0.835	37.961
Sesudah <i>treatment</i>	0.799	45.596

Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, telah terjadi perubahan fisik dari *wax* akibat dari *treatment* dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas sp*. Dimana nilai dari *specific gravity* yang turun menandakan bahwa berat jenis dari *wax* tersebut telah mengalami penurunan sehingga berat jenis sesudah *treatment* menjadi lebih cair, lalu untuk nilai °API mengalami peningkatan yang artinya *wax* menjadi lebih ringan. Pada sebelumnya *wax* lebih padat dan sulit untuk mengalir, namun setelah dilakukan *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas sp* menjadi lebih mudah untuk mengalir.



Gambar 4. 4 Bentuk fisik *wax* sebelum dilakukan proses degradasi /*treatment*.

Bentuk dari *wax* sebelum dilakukannya *treatment* melalui hasil pengamatan memiliki struktur yang padat, kental dan sedikit beraroma. Dimana pada kondisi seperti ini, *wax* tetap solid atau membentuk padat ketika diletak pada suhu ruangan dan akan mencair pada suhu 40°C dari hasil uji *pour point* yang telah dilakukan.

Selanjutnya adalah pengujian *cold point* dan *pour point* menggunakan *wax* yang sudah maupun yang belum di *treatment* dengan menggunakan bakteri.

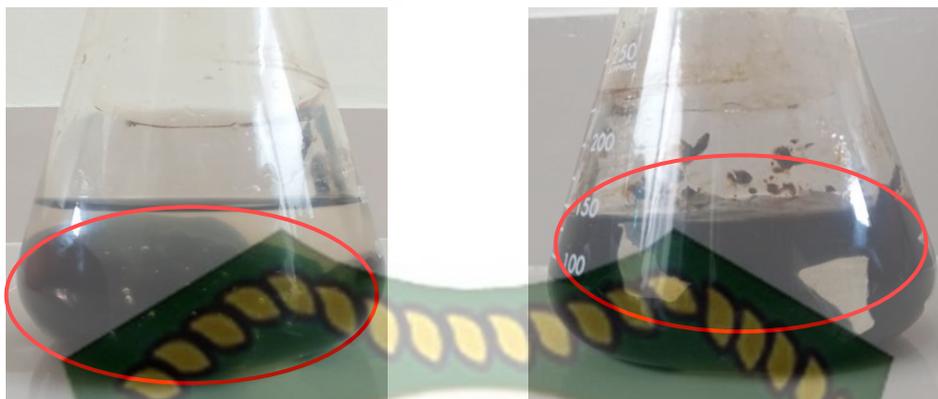
Pengujian *cold point* dan *pour point* bertujuan untuk mengetahui kemampuan fluida. *Cold point* adalah temperatur terendah dimana minyak sudah tidak dapat mengalir lagi sedangkan *pour point* adalah temperatur terendah dimana minyak yang tadinya beku dibiarkan pada temperatur ruangan hingga minyak tersebut mencapai titik tuang (dapat mengalir).

Tabel 4. 2 Hasil uji *cold point* dan *pour point* pada *wax* sebelum dan sesudah degradasi/ treatment dengan menggunakan bakteri *pseudomonas sp.*

No	Jenis pengujian	Sebelum(°C)	Sesudah(°C)
1.	<i>Cold point</i>	32	29
2.	<i>Pour point</i>	40	35

Tabel di atas adalah hasil dari pengujian Pour Point dan Cold point untuk *wax* sebelum dan sesudah treatment. Nilai cold point sebelum di treatment adalah 32°C, sedangkan untuk *wax* yang sudah dilakukan *treatment* dengan menggunakan bakteri *pseudomonas sp* mulai menjadi fase solid dan tidak mengalir pada 29°C. dari hasil tersebut didapatkan bahwa *wax* yang sudah dilakukan *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas sp* memiliki *cold point* lebih rendah 2°C dibandingkan yang tidak dilakukan *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas sp*.

Untuk nilai *pour point* sebelum *treatment* adalah 40°C, yang artinya *wax* tersebut akan mulai membentuk fasa encer dan mudah untuk mengalir pada suhu 40°C, sedangkan untuk nilai *pour point wax* yang sudah di *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas sp* adalah 35°C, dimana setelah dilakukan *treatment wax* akan mencair pada saat berada di suhu 35°C. Maka perbandingan suhu sebelum dan sesudah di *treatment* untuk nilai *pour point* adalah 5°C.



Gambar 4. 5 *Deposite wax* di dalam media uji (a) sebelum *treatment* dan (b) sesudah *treatment*

Saat sebelum dilakukannya *treatment*, *wax* yang terdapat didalam erlenmeyer terlihat menengendap didasar erlenmeyer dan berbentuk padat, namun setelah dilakukan *treatment* dalam waktu 7 hari dengan menggunakan suspensi bakteri *pseudomonas sp wax* berubah bentuk menjadi lebih cair dan mengambang diatas larutan *suspense* bakteri.



Gambar 4. 6 Bentuk fisik *wax* setelah dilakukan *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas sp* (a) *wax* (b) larutan buffer phosphate saline

Dari hasil pengujian yang dilakukan, dimana antara larutan buffer dan *wax* tidak tercampur, ini menandakan bahwa perubahan pada *wax* masif terjadi akibat di degradasi oleh bakteri *Pseudomonas sp* bukan karena kontaminasi dari larutan buffer.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil setelah inkubasi didapati tumbuhnya koloni bakteri di atas *light crude oil* yang menandakan bahwa koloni bakteri *pseudomonas sp* telah berhasil hidup dan dapat berkembang di atas media tersebut.
2. Dari hasil pengamatan mikroskopis bahwa bakteri yang terbentuk berwarna merah muda. Warna merah muda menunjukkan adanya indikasi bakteri gram negatif. Hasil lain yang diperoleh di bawah mikroskop untuk bentuk tubuh bakteri ini adalah bentuk batang yang sesuai dengan morfologi *Pseudomonas sp*.
3. Degradasi *wax* berhasil dilakukan oleh koloni bakteri *pseudomonas sp* melalui hasil pengujian *specific gravity* yang didapatkan bahwa terjadi penurunan dari 0.835 menjadi 0.799, kemudian untuk nilai $^{\circ}API$ yang sebelumnya 37.961 naik menjadi 45.596, dan untuk Nilai *Cold point* sebelum di treatment dengan menggunakan bakteri *pseudomonas sp* 31°C, setelah di treatment turun menjadi 29°C, *pour point* sebelum ditreatment 40°C turun menjadi 35°C.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa saran, sebagai berikut:

1. Peneliti selanjutnya menguji fraksi senyawa hidrokarbon dengan menggunakan alat *Gas Chromatography*.
2. Melakukan penelitian menggunakan koloni bakteri jenis lain yang mampu menghasilkan nilai yang lebih baik dari pada koloni bakteri *pseudomonas sp* untuk mendegradasi *wax*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiyejina, A., Chakrabarti, D. P., Pilgrim, A., & Sastry, M. K. S. (2011). Wax formation in oil pipelines: A critical review. *International Journal of Multiphase Flow*, 37(7), 671–694.
- Ajayi, O. E. (2013). *Modelling of Controlled Wax Deposition and Loosening in Oil and Gas Production Systems*. 106.
- Farhandika, M. (2019). *STUDI LABORATORIUM PENANGANAN WAX BAKTERI BACILLUS CEREUS*.
- G.Ali Mansoori, H.Lindsey Barnes, G. M. W. (2003). *2003.PETROLEUM.WAXES.pdf* (pp. 525–556).
- Hunt, E. B. (1962). Laboratory Study of Paraffin Deposition. *Journal of Petroleum Technology*, 14(11), 1259–1269.
- Kelechukwu, E. M., & MD Yassin, A. A. (2008). Potential risk of paraffin wax – related problems in malaysian oil fields. *Jurnal Teknologi*, 49, 1–7.
- Kurnianto, M., Prasetyo, A., Pusat, C., & Pusat, C. (2018). *Prediksi Kedalaman Terbentuknya Wax*. VII(2), 65–72.
- Kurniawati, L., Kusdiyantini, E., & Wijanarka. (2019). Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Inkubasi Terhadap Aktivitas Enzim Selulase dari Bakteri *Serratia marcescens*. *Jurnal Akademika Biologi*, 8(1), 1–9.
- Liu, J. H., Jia, Y. P., Chen, Y. T., & Xu, R. D. (2013). Microbial Treatment for Prevention and Removal of Paraffin Deposition on the Walls of Crude Pipelines. *Indian Journal of Microbiology*, 53(4), 482–484.
- Mahdiyah, D. (2015). Isolasi bakteri dari tanah gambut penghasil enzim protease. *Jurnal Pharmascience*, 2(2), 71–79.
- Mahmoudkhani, A., Feustel, M., Reimann, W., & Krull, M. (2017). Wax and paraffin control by fracturing fluids: Understanding mode of actions and

benefits of water-dispersible wax inhibitors. *Proceedings - SPE International Symposium on Oilfield Chemistry, 2017-April*, 995–1012.

Misra, S., Baruah, S., & Singh, K. (1995). Paraffin problems in crude oil production and transportation: a review. *SPE Production and Facilities*, 10(1), 50–54.

Panawala, L. (2017). Difference Between Gram Positive and Gram Negative Bacteria Stunning images of cells Discover how scientists use Main Difference – Gram Positive vs Gram Negative Bacteria. *Pediaa, April*, 13.

Province, L., Electric, H., Company, P., & Province, H. (2009). 周玮 1 , 彭昱 1 , 孙辉 1 , 魏庆海 2. *8013(2005)*, 12–13.

Rif'Ati, E. F., & Muda, W. (2016). Alternatif strategi penanggulangan masalah waxy parafin pada tubing sumur yang memproduksi minyak parafinik. *Forum Teknologi*, 06(1), 80–92.

Sakthipriya, N., Doble, M., & Sangwai, J. S. (2017). Enhanced microbial degradation of waxy crude oil: A review on current status and future perspective. *International Journal of Oil, Gas and Coal Technology*, 16(2), 130–165.

Sood, N., & Lal, B. (2008). Isolation and characterization of a potential paraffin-wax degrading thermophilic bacterial strain *Geobacillus kaustophilus* TERI NSM for application in oil wells with paraffin deposition problems. *Chemosphere*, 70(8), 1445–1451.

White, M., Pierce, K., & Acharya, T. (2018). A review of wax-formation/mitigation technologies in the petroleum industry. *SPE Production and Operations*, 33(3), 476–485.

Zhang, J., Lai, H., Gao, H., Hu, S., & Xue, Q. (2018). Prevention and mitigation of paraffin deposition by biosurfactant-producing and paraffin-degrading *Bacillus amyloliquefaciens* strain 6-2c. *Chemical Engineering Journal*, 335, 510–519.