

**STUDI LABORATORIUM PENANGANAN WAX DEPOSITE DI
DALAM FLOWLINE MENGGUNAKAN BAKTERI
PSEUDOMONAS PUTIDA PADA TEMPERATUR BERBEDA**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

AGUNG TRY PRASETYO

143210313



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2021

HALAMAN PENGESAHAN

. Tugas akhir ini disusun oleh

Nama : Agung Try Prasetyo
NPM : 143210313
Program studi : Teknik Perminyakan
Judul Tugas akhir : Studi Laboratorium Penanganan Wax
Deposit Di Dalam *Flowline* Menggunakan
Bakteri *Pseudomonas Putida* Pada
Temperatur Berbeda.
Kelompok Keahlian : Produksi

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 : Dr. Mursyidah, M.Sc. (.....)
Penguji : Novrianti, S.T.,M.T (.....)
Penguji : Tomi Erfando, S.T., M.T (.....)
Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 14 Desember 2021

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, 14 Desember 2021

Agung Try Prasetyo

NPM 143210313



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

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. Dr. Mursyidah, M. Sc selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu
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 Syamsul Anwar dan Ibu Prastati yang tidak mungkin mampu saya membalas jasa mereka walaupun bumi serta isinya saya hadiahkan sebagai gantinya. Abang saya Rizky Sampratama dan Dimas Anggara Putra serta Adik saya Tasya Indri Pratiwi.
5. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat dan bantuan sehingga saya 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, 14 Desember 2021

Agung Try Prasetyo

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SINGKATAN.....	ix
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN	2
1.4 BATASAN MASALAH	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 DEPOSISI WAX	3
2.2 BAKTERI <i>PSEUDOMONAS PUTIDA</i>	5
2.3 <i>STATE OF THE ART</i>	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	10
3.2 ALAT, BAHAN DAN PROSEDUR.....	11
3.2.1. Alat	11
3.2.2. Bahan	16
3.2.3. Prosedur Penelitian	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 INKUBASI BAKTERI	20
4.2 IDENTIFIKASI BAKTERI <i>PSEUDOMONAS PUTIDA</i>	21

4.3 DEGRADASI WAX DEPOSITE	22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 KESIMPULAN.....	30
5.2 SARAN	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN.....	34



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	10
Gambar 3.2 <i>Beaker glass</i>	11
Gambar 3.3 Alumunium foil	11
Gambar 3.4 Timbangan Digital	12
Gambar 3.5 Gelas Ukur.....	12
Gambar 3.6 Picnometer.....	13
Gambar 3.7 Kaca Objek.....	13
Gambar 3.8 Mikroskop	13
Gambar 3.9 Okse	14
Gambar 3.10 Tabung Reaksi.....	14
Gambar 3.11 Inkubator	14
Gambar 3.12 <i>Petrie Dish</i>	15
Gambar 3.13 <i>Flash Point Tester</i>	15
Gambar 3.14 <i>Heater Electric</i>	15
Gambar 3.15 <i>Water Bath</i>	16
Gambar 3.16 Thermometer Alkohol.....	16
Gambar 4.1 Sesudah inkubasi bakteri.....	20
Gambar 4.2 Sebelum inkubasi bakteri	20
Gambar 4.3 Hasil foto kamera bakteri <i>Pseudomonas putida</i> setelah dilakukan pengujian warna gram melalui mikroskop eletrik.....	22
Gambar 4.4 Bentuk fisik <i>wax</i> sebelum di <i>treatment</i>	23
Gambar 4.5 Kondisi <i>wax</i> setelah di <i>treatment</i> pada sampel 1 dalam suhu air....	23
Gambar 4.6 Kondisi <i>wax</i> setelah di <i>treatment</i> pada sampel 2 dalam suhu air....	24
Gambar 4.7 Kondisi <i>wax</i> setelah di <i>treatment</i> pada sampel 3 dalam suhu air....	24
Gambar 4.8 Kondisi <i>wax</i> setelah di <i>treatment</i> pada sampel 1 dalam suhu ruangan	24
Gambar 4.9 .Kondisi <i>wax</i> setelah di <i>treatment</i> pada sampel 2 dalam suhu ruangan	25
Gambar 4.10 Kondisi <i>wax</i> setelah di <i>treatment</i> pada sampel 3 dalam suhu ruangan.....	25
Gambar 4.11 Grafik hasil <i>treatment wax deposite</i> menggunakan bakteri <i>pseudomonas putida</i> pada suhu ruangan.....	28
Gambar 4.12 Grafik hasil <i>treatment wax deposite</i> menggunakan bakteri <i>pseudomonas putida</i> pada suhu didalam air.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengujian wax sebelum di <i>treatment</i>	23
Tabel 4.2 Hasil uji <i>Spesific Gravity</i> dan °API menggunakan bakteri <i>Pseudomonas putida</i> pada temperatur didalam air.....	25
Tabel 4.3 Hasil uji <i>Spesific Gravity</i> dan °API menggunakan bakteri <i>Pseudomonas putida</i> pada temperatur ruangan.	26
Tabel 4.4 Hasil pengujian <i>cloud point, cold point, pour point, dan flash point</i> sebelum di <i>treatment</i> dengan bakteri <i>pseudomonas putida</i>	26
Tabel 4.5 Hasil <i>Pengujian cloud point, cold point, pour point, dan flash point</i> setelah di <i>treatment</i> dengan bakteri <i>pseudomonas putida</i> pada temperatur ruangan.	27
Tabel 4.6 Hasil <i>Pengujian Cloud point, cold point, pour point</i> menggunakan bakteri <i>pseudomonas putida</i> pada temperatur didalam air.	27



DAFTAR SINGKATAN

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



**STUDI LABORATORIUM PENANGANAN WAX DEPOSITE DI DALAM
FLOWLINE MENGGUNAKAN BAKTERI PSEUDOMONAS PUTIDA
PADA TEMPERATUR BERBEDA**

AGUNG TRY PRASETYO

143210313

ABSTRAK

Fluida produksi mengalir dari *wellhead* menuju *gathering station* melalui *flowline*. Permasalahan yang terjadi pada tahap ini salah satunya adalah terbentuknya *wax deposit* yang dapat menghambat produksi fluida. Ada beberapa penanganan yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini, yaitu penanganan mekanik, panas (thermal) dan kimia. Kemudian terdapat juga penanganan *alternative* yaitu dengan menggunakan *microba* (bakteri). Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri yang diuji yaitu bakteri *pseudomonas putida* untuk hidup dan berkembang pada temperatur yang berbeda serta menguji kemampuan untuk mendegradasi *wax deposit*. Hasil pengamatan diperoleh bahwa bibit (*strain*) bakteri *pseudomonas putida* telah dapat hidup dan berkembang diatas *light crude oil* ditandai dengan munculnya koloni bakteri. Selanjutnya hasil pengujian memperlihatkan bahwa sampel T3 dengan 3gr *strain* bakteri *pseudomonas putida* yang di uji pada suhu ruangan memiliki perubahan paling tinggi, didapatkan nilai SG dengan penurunan dari 0.834 menjadi 0.826, °API yang sebelumnya 36.95 naik menjadi 39.80. Nilai *pour point* sebelum degradasi 40°C turun menjadi 37°C. Nilai *cloud point* dari 34°C menjadi 28°C *cold point* sebelum degradasi 28°C, setelah degradasi turun menjadi 24°C, sedangkan untuk nilai *flash point* tidak mengalami perubahan. Untuk sampel pengujian degradasi *wax deposit* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* pada suhu didalam air, sampel W3 dengan komposisi 3gr bakteri *pseudomonas putida* memiliki perubahan paling tinggi, didapatkan nilai SG sebelum degradasi dari 0.834 menjadi 0.832, °API sebelum degradasi 36.95 menjadi 38.57. Nilai *pour point* dari 40°C turun menjadi 37°C, *cloud point* dari 34°C turun menjadi 30°C, *cold point* dari 27°C menjadi 26 °C, sedangkan untuk *flash point* tidak mengalami perubahan.

KATA KUNCI: *wax deposit, pseudomonas putida, degradasi, beaker glass, flash point, cloud point, pour point*

**LABORATORY STUDIES HANDLING WAX DEPOSITE IN FLOWLINE
USING PSEUDOMONAS PUTIDA BACTERIA AT DIFFERENT
TEMPERATURES**

AGUNG TRY PRASETYO

143210313

ABSTRACT

The production fluid flows from the wellhead to the gathering station via the flowline. The problem that occurs at this stage is the formation of wax deposits that can inhibit fluid production. There are several treatments that can be done to overcome this problem, namely mechanical, thermal and chemical handling. Then there is also an alternative treatment that uses microba (bacteria), this study was conducted to find out the ability of bacteria tested namely pseudomonas putida bacteria to live and develop at different temperatures and test the ability to degrade wax deposite. The results of observations obtained that the seeds (strains) of pseudomonas putida bacteria have been able to live and develop on light crude oil characterized by the emergence of bacterial colonies. The test results showed that T3 samples with 3gr strains of pseudomonas putida bacteria tested at room temperature had the highest change, getting the SG value with a decrease from 0.834 to 0.826, the previous API of 36.95 rose to 39.80. The pour point value before degradation of 40°C drops to 37°C. The cloud point value from 34°C to 28°C cold point before degradation of 28°C, after degradation drops to 24°C, while flash point values do not change. For wax deposite degradation testing samples using pseudomonas putida bacteria at temperature in water, W3 samples with a composition of 3gr pseudomonas putida bacteria had the highest change, getting the SG value before degradation from 0.834 to 0.832. °API before degradation 36.95 to 38.57. The pour point value from 40 °C drops to 37 °C, cloud point from 34 °C drops to 30 °C, cold point from 27 °C to 26 °C, while for flash points do not change.

KEY WORD : *wax deposite, pseudomonas putida, degradation, beaker glass,
flash point, cloud point, pour point*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Transportasi fluida merupakan bagian dari teknik produksi. Fluida produksi mengalir dari *wellhead* menuju *gathering station* melalui *flowline*. Ada beberapa masalah yang terjadi pada *flowline* saat proses transportasi berlangsung salah satunya *wax deposite* yang dapat menghambat produksi fluida. *Wax deposite* merupakan peristiwa berkumpulnya kristal-kristal parafin wax yang pertama kali terbentuk pada temperatur tertentu, yang juga disebut dengan *onset of wax crystallization* atau lebih dikenal dengan istilah *cloud point* (Sadeghazad & Sobhi, 2000).

Terdapat tiga tipe penanganan *wax deposite* secara konvensional yang biasa dilakukan yaitu penanganan mekanik (*Pigging*), panas (*thermal*) dan kimia. Metode penanganan secara mekanik yang biasa dilakukan *wax scrubber* adalah *wax scrubber* atau *cutting* dan *pigging*. Metode ini dapat membersihkan secara baik namun terdapat beberapa kekurangan, diantaranya kehilangan waktu produksi, biaya yang mahal, kemungkinan terbentuknya *plug* kembali sehingga kurang efektif. Penanganan menggunakan panas yang biasa dilakukan diantaranya adalah injeksi steam, minyak panas dan sirkulasi air. Metode ini cukup efektif namun menyebabkan kerusakan formasi batuan dan membutuhkan perawatan yang intensif dan mahal (Teknologi et al., 2017). Penanganan yang dapat dilakukan untuk mengatasi *wax deposite* secara kimia adalah dengan memberikan tambahan bahan-bahan kimia (*chemicals injection*) ke dalam lubang sumur yang mampu melarutkan *wax deposite* (Theyab & Yahya, 2018).

Penggunaan bakteri dalam mendegradasikan *wax deposite* sangat berpotensi dikembangkan di dalam *flowline*. Hal ini berdasarkan pengalaman peneliti sebelumnya (Liu et al., 2013) yang menggunakan bakteri *Bacillus cereus* dan *Bacillus subtilis* untuk menghilangkan parafin pada dinding pipa dan sebagai penghasil biosurfaktan. Bakteri terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu gram positif dan gram negatif. Dalam penelitian ini bakteri yang digunakan ialah bakteri *Pseudomonas putida* yang memiliki karakteristik gram negatif (Suyono, Yoyon.,

Salahudin, 2011). Kelompok bakteri gram negatif memiliki keunggulan mampu mendegradasi *hydrocarbon* pada *crude oil* melalui pemutusan rantai ikatan karbon (Vinothini, C., Sudhhakar, S. and Ravikumar, 2015).

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dilakukannya penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Menganalisis kemampuan hidup dan berkembang bakteri *Pseudomonas putida* di atas media *wax crude oil* yang direndam dalam air dan dipaparkan pada udara suhu ruangan. Dapat direkomendasikan bakteri *pseudomonas putida* untuk diaplikasikan dalam penanganan *wax deposit* sebagai bahan alternatif.
2. Menganalisis degradasi *wax deposit* dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas putida* berdasarkan sifat fisik seperti *specific gravity*, °API, *cloud point*, *cold point*, *pour point*, dan *flash point*.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Diharapkan bakteri *pseudomonas putida* ini dapat menangani *wax deposit* yang lebih efektif di dalam *flowline*.
2. Dapat direkomendasikan bakteri *pseudomonas putida* untuk diaplikasikan dalam penanganan *wax deposit* sebagai bahan alternatif

1.4 BATASAN MASALAH

1. Agar tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka masalah yang akan diselesaikan dibatasi tentang menganalisis kemampuan bakteri *pseudomonas putida* untuk hidup dan berkembang di atas media *wax crude oil* serta, menganalisis degradasi *wax deposit* pada *beaker glass* dalam skala laboratorium dengan suhu ruangan, suhu di dalam air dan tidak diterapkan langsung dilapangan.
2. Penggunaan jumlah bakteri yang dilakukan pada penelitian ini berjumlah 6 gr. Dengan variasi 1 gr, 2 gr dan 3 gr.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam QS. Shaad ayat 27 menjelaskan yang artinya :

Dan kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada diantara keduanya dengan sia-sia. Itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka.

Berdasarkan al-qur'an surat Shaad ayat 27 tersebut dapat dijelaskan hubungannya dengan penelitian ini. Setiap ciptaan yang ada di dunia ini memiliki manfaat tersendiri, termasuk bakteri dan mikroorganisme lainnya.

2.1 DEPOSISI WAX

Deposisi *wax* di dalam pipa membuat area aliran yang lebih kecil seiring berjalannya waktu, yang mempengaruhi kapasitas transportasi dan keselamatan operasi pipa. Selama transportasi, lapisan sedimen *wax* memiliki dua peran: pertama, lapisan sedimen membuat tahanan termal lebih tinggi, yang mengurangi kehilangan panas *crude oil* dalam pipa ketika mengalir hal tersebut membuat bagian dalam pipa yang terselubung dengan *wax* tidak terkontaminasi dengan kondisi temperatur di luar pipa; kedua, lapisan sedimen membuat area aliran lebih kecil akibat dari menumpuknya deposit *wax* di dalam pipa, yang meningkatkan resistensi aliran, menyebabkan naiknya tekanan transportasi akibat diameter pipa mengecil akibat *deposite wax* dan menyebabkan penurunan kapasitas transportasi karena laju alir menurun akibat mengecilnya diameter dalam pipa sebagai media untuk mengalirkan *crude oil* (Zhang Guozhong et al, 2010).

Deposisi lilin mengacu pada pembentukan dan pertumbuhan akhirnya lapisan padat di permukaan yang melekat pada minyak mentah. Endapan lilin terbentuk dari molekul lilin terlarut melalui difusi molekuler. Pengendapan lilin di dalam pipa hanya dapat terjadi ketika suhu dinding pipa bagian dalam di bawah suhu kenampakan lilin (WAT). Molekul-molekul lilin yang mengendap di dekat dinding pipa mulai membentuk gel pada permukaan yang dingin. Gel yang terbentuk adalah massa kristal *wax* selama kondisi pendinginan normal, dinding pipa bagian dalam memiliki suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan minyak curah. Oleh karena itu, tingkat pengendapan senyawa lilin umumnya lebih besar

di dinding bagian dalam daripada di curah, namun komponen lilin terlarut lebih besar di minyak curah daripada di dinding pipa bagian dalam. Fenomena tersebut menciptakan gradien konsentrasi radial dari komponen lilin antara minyak curah dan dinding. Gradien konsentrasi menyebabkan difusi senyawa lilin dari minyak curah menuju dinding. (El-Dalatony et al., 2019)

(Sadeghazad et al., 2000) menyebutkan beberapa faktor pembentuk *wax* :

1. Suhu

Suhu memainkan peran penting dalam produksi dan transportasi *crude oil* yang mengandung *wax* (C12-C35), komponen *wax* yang memiliki afinitas pada dinding pipa, diendapkan. (Qing Quan, Jing Gong, Wei Wang & Ge Gao, 2015). Kelarutan parafin menurun dengan menurunnya suhu dan sebaliknya. *Wax* mengendap dari aliran *crude oil* di dalam pipa ketika suhu operasi pada atau di bawah WAT. Suhu sekitar pipa umumnya lebih kecil dari suhu *crude oil* di pipa karena ada gradien suhu antara dinding pipa yang lebih dingin dari *crude oil*. Gradien suhu ini mengarah ke deposisi *wax* ketika suhu dinding pipa turun di bawah *cloud point* (Surya Tejasvi Thota et al, 2016).

2. Titik lebur dan berat molekul *wax*

Pada suhu konstan, seiring dengan meningkatnya berat molekul lilin / parafin, titik lelehnya juga meningkat, yang menyebabkan penurunan kelarutan dalam pelarut. Ketika berat molekul zat terlarut, yaitu berat molekul nyata dari larutan (minyak mentah) menurun, suhu titik awan menurun. Hal ini menyebabkan pengendapan dan pengendapan lilin selanjutnya.

3. Tekanan

Larutan lilin atau parafin dalam minyak menyimpang ke arah positif dari hukum Raoult. Jadi, kelarutan parafin atau lilin dalam larutan (minyak mentah) menurun dengan meningkatnya tekanan yang diberikan pada larutan. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa gaya antar molekul, antara molekul sejenis lebih kuat daripada di antara molekul yang berbeda.

2.2 BAKTERI *PSEUDOMONAS PUTIDA*

Bakteri *pseudomonas putida* memiliki karakteristik seperti, gram negative, berbentuk batang (*rods*), aerob obligat, motil mempunyai flagel polar. Bakteri ini oksidase positif, katalase positif, dan tumbuh dengan baik pada suhu 4°C hingga 43°C (Suyono, Yoyon., Salahudin, 2011).

Bakteri merupakan salah satu golongan mikroorganisme prokariotik (bersel tunggal) yang hidup berkoloni dan tidak mempunyai selubung inti namun mampu hidup dimana saja (Jawetz et al., 2004). Menurut klasifikasinya bakteri dibagi menjadi 2 yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Beberapa bakteri gram positif dan bakteri gram negatif merupakan flora normal pada tubuh manusia. Flora normal adalah mikroorganisme yang menempati suatu daerah tanpa menimbulkan penyakit pada inang yang ditempati. (Holderman et al., 2017)

Gram positif dan gram negatif adalah dua perbedaan yang ditemukan pada bakteri, yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan bakteri. Diferensiasinya didasarkan pada ketebalan lapisan *peptidoglikan*, yang ditemukan di dinding sel. *Peptidoglikan* ditemukan dalam bakteri gram positif dan gram negatif. Ini memberikan dukungan mekanis dan bentuk karakteristik untuk bakteri. Lapisan bakteri gram positif *peptidoglikan* dapat berlapis-lapis. Sedangkan untuk bakteri gram negatif hanya sebuah monolayer. Karena ketebalan lapisan *peptidoglikan*, bakteri gram positif mampu mempertahankan pewarnaan gram kristal violet di dalam dinding sel. Oleh karena itu, mereka dapat divisualisasikan di bawah mikroskop dalam warna ungu. Namun, bakteri gram negatif tidak dapat mempertahankan pewarnaan gram dan mereka dapat ternoda oleh pewarna counter safranin. Di sisi lain, bakteri gram negatif mengandung membran luar, yang memberikan resistensi *antibiotic* untuk bakteri. Ketika sel bakteri yang terdapat pada kaca objek ditambahkan dengan pewarna kristal violet yang berwarna ungu, maka sel bakteri akan menyerap pewarna tersebut. Interaksi antara sel bakteri dengan kristal violet akan semakin kuat dengan ditambahkan lugol. Ketika dicuci dengan alkohol, bakteri gram positif akan tetap mengikat kompleks kristal violet-lugol sehingga menjadi berwarna ungu. Sedangkan bakteri gram negatif akan kehilangan kompleks kristal violet lugol karena lapisan peptidoglikan pada bakteri gram negatif lebih tipis sehingga menjadi tidak berwarna. Ketika ditambahkan dengan safranin yang berwarna merah maka bakteri

gram negatif akan menyerapnya sedangkan bakteri gram positif tidak akan menyerap pewarna lagi (Panawala, 2017).

Beberapa faktor pertumbuhan pada bakteri :

1. Faktor zat makanan dan nutrisi

Menurut (Ghina, 2017), semua bentuk kehidupan mempunyai persamaan dalam hal persyaratan nutrisi berupa zat-zat kimiawi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan aktivitas lainnya. Nutrisi bagi pertumbuhan bakteri, seperti halnya nutrisi untuk organisme lain mempunyai kebutuhan akan sumber nutrisi, yaitu: Bakteri yang membutuhkan sumber energi yang berasal dari energi cahaya (fototrof) dan senyawa kimia (kemotrof). Bakteri membutuhkan sumber karbon berupa karbon anorganik (karbon dioksida) dan karbon organik (seperti karbohidrat). Bakteri membutuhkan sumber nitrogen dalam bentuk garam nitrogen anorganik (seperti kalium nitrat) dan nitrogen organik (berupa protein dan asam amino). Bakteri membutuhkan beberapa unsur logam (seperti kalium, natrium, magnesium, besi, tembaga). Bakteri membutuhkan air untuk fungsi fungsi metabolik dan pertumbuhannya.

2. Suhu

Setiap bakteri memiliki temperatur optimal dimana mereka dapat tumbuh sangat cepat dan memiliki rentang temperatur dimana mereka dapat tumbuh. Pembelahan sel sangat sensitif terhadap efek kerusakan yang disebabkan temperatur bentuk yang besar dan aneh dapat diamati pada pertumbuhan kultur pada temperatur yang lebih tinggi dari temperatur yang mendukung tingkat pertumbuhan yang sangat cepat (Rica, Fitri Nur ; F. N. R., Roosmarinto, R., ; Budi Martono, 2019).

3. Kelembaban

Kelembaban merupakan faktor penting untuk pertumbuhan bakteri. Bakteri membutuhkan kelembaban yang relatif tinggi, pada umumnya untuk pertumbuhan bakteri dibutuhkan kelembaban diatas 85%. Udara yang sangat kering dapat membunuh bakteri, tetapi kadar kelembaban minimum yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan bakteri bukanlah merupakan nilai pasti. Kandungan air yang tersedia juga dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri.(Rica, Fitri Nur ; F. N. R., Roosmarinto, R., ; Budi Martono, 2019)

2.3 STATE OF THE ART

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Sulistyorini;Ali, 2018), menggunakan bakteri *Pseudomonas putida*. Biodegradasi hidrokarbon minyak bumi dilakukan dengan menambahkan sejumlah bakteri *Pseudomonas putida* dalam tanah yang tercemar minyak bumi. Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah degradasi minyak bumi yang digambarkan dengan penurunan konsentrasi *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH). Pengamatan nilai TPH dilakukan selama 26 hari. Kemampuan bakteri *Pseudomonas putida* untuk mendegradasi TPH dapat dibuktikan bahwa bakteri *Pseudomonas putida* mampu mendegradasi senyawa hidrokarbon (TPH). Pada penambahan bakteri fase cair sebesar 4% penyisihan TPH di hari ke-26 mencapai 32,6%. Pada penambahan bakteri fase cair sebesar 8% penyisihan TPH di hari ke-26 mencapai 39,6%. Dan pada penambahan bakteri fase cair sebesar 12% penyisihan TPH di hari ke 26 mencapai 45,4%. Dapat disimpulkan bila semakin banyak penambahan konsentrasi bakteri, maka semakin meningkat persen penyisihan TPH. Pernyataan tersebut hanya berlaku pada penelitian ini, karena pada titik tertentu ada batas penambahan bakteri yang sesuai. Hal tersebut tergantung dari kemampuan bakteri dalam mendegradasi bahan pencemar.

Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh (Sadeghzad & Ghaemi, 2018) Metode mikroba seperti metode konvensional lainnya yang memiliki kelebihan sendiri. Mempertimbangkan mekanisme biodegradasi dalam perawatan mikroba, metode ini dengan mendegradasi molekul parafin rantai panjang mungkin memiliki manfaat yakni, tidak akan ada masalah presipitasi atau deposisi parafin di sepanjang jalur aliran produksi, viskositas minyak mentah akan berkurang dan derajat API-nya masing-masing naik, jumlah parafin akan berkurang, temperatur titik tuang minyak mentah berkurang karena kandungan parafinnya berkurang, temperatur *cloud point* dari minyak mentah berkurang karena kandungan parafinnya menurun.

Tiga strain bakteri yaitu *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* yang terlibat dalam tes laboratorium ini. Set percobaan pertama dilakukan dalam empat sampel dengan menggunakan minyak mentah dan tiga strain bakteri ditambah konsorsium yang terdiri dari tiga bakteri. Setiap

sampel disiapkan dengan menambahkan inokulum bakteri spesifik dan 22,5 cc minyak mentah ke dalam media pupuk yang mengandung *Erlenmeyer*. Prosedur persiapan sampel sama dengan sampel dengan minyak mentah. Satu-satunya perbedaan adalah jumlah sampel dan sumber karbon sampel.

Pada akhir tes, karakteristik fisik sampel diukur dengan menggunakan media pupuk untuk pengukuran pH dan sisa hidrokarbon yang tersisa setelah tes untuk pengukuran kepadatan dan viskositas.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menyampaikan tentang metode penelitian di laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau untuk menguji potensi bakteri *Pseudomonas putida* dalam mendegradasi *wax deposit* yang terdapat di dalam *flowline*. Inkubasi bibit bakteri *Pseudomonas putida* dilakukan di Laboratorium UPT RS. Arifin Ahmad, sedangkan teknik pengumpulan data yang termasuk data sekunder seperti data yang didapat dari hasil penelitian, jurnal dan makalah yang sesuai dengan topik penelitian.

Pada tahap awal akan dilakukan pengujian terhadap sifat fisik dan penghitungan massa *wax deposit* pada saat sebelum dilakukan pengujian. Kemudian akan dilakukan uji degradasi dengan cara menginjeksikan bakteri *Pseudomonas putida* kedalam gelas uji yang telah didepositkan dengan *wax* dan membiarkan reaksi antara *wax* dan *Pseudomonas putida* terjadi selama 168 jam dalam keadaan temperatur di dalam air dan di ruangan. Melakukan pengujian terhadap sifat fisik dan penghitungan massa *wax deposit* dan bakteri *Pseudomonas putida* pada saat sesudah dilakukan pengujian. Setelah hasil didapat, kemudian melakukan evaluasi dan analisa terhadap hasil uji pendegradasian *wax deposit* menggunakan bakteri *Pseudomonas putida* kemudian membawa pada kesimpulan yang merupakan tujuan dari penelitian.

Setelah melakukan pengujian, *wax* yang telah di *treatment* menggunakan bakteri dilakukan pengujian untuk melihat perubahan yang terjadi pada *wax* setelah *treatment*. Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian *specific gravity* melihat berat jenis pada *wax*, uji °API untuk melihat kualitas *wax*. Pengujian selanjutnya adalah mencari nilai *flash point*, *cold point*, dan *pour point* sebagai informasi ketahanan fluida terhadap perubahan suhu.

3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 ALAT, BAHAN DAN PROSEDUR

3.2.1. ALAT

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah alat yang digunakan untuk menguji kemampuan bibit bakteri *Pseudomonas putida* untuk tumbuh di atas media *crude oil* dan pendegradasian *wax deposite* yang terdapat di *prototype flowline*, seperti:



Gambar 3.2 *Beaker glass*

1. *Beaker Glass* : Menjadi media terdepositnya *wax* dan tempat uji degradasi *wax* menggunakan bakteri *Pseudomonas putida*.



Gambar 3.3 *Alumunium foil*

- Aluminium foil : Menjaga temperatur di dalam *beaker glass* tetap konstan dan tidak terkontaminasi oleh perubahan temperatur lingkungan.



Gambar 3.4 Timbangan Digital

- Timbangan Digital : Mengukur/menimbang massa dari bahan-bahan yang akan digunakan.



Gambar 3.5 Gelas Ukur

- Gelas Ukur : Mengukur volume fluida selama melakukan penelitian.



Gambar 3.6 Pycnometer

5. Pycnometer : digunakan untuk mengukur nilai massa jenis atau densitas dari fluida.



Gambar 3.7 Kaca Objek

6. Kaca Objek : Menjadi tempat koloni bakteri yang akan diamati di bawah mikroskop, sehingga objek akan lebih jelas ketika diamati.



Gambar 3.8 Mikroskop

7. Mikroskop : Melihat bentuk bakteri *Pseudomonas putida*.



Gambar 3.9 Okse

8. Okse : Memindahkan koloni bakteri dari atas *petrie dish* ke dalam tabung reaksi untuk diencerkan.



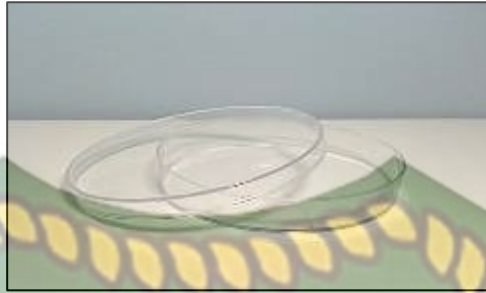
Gambar 3.10 Tabung Reaksi

9. Tabung Reaksi : Media pembuat suspensi dengan campuran antara koloni bakteri *Pseudomonas putida* dengan buffer phosphate saline



Gambar 3.11 Inkubator

10. Inkubator : menginkubasi (menumbuhkan) mikroorganismenya seperti bakteri, fungi dan sel mikroba lainnya pada kondisi tertentu.



Gambar 3.12 Petrie Dish

11. *Petrie Dish* : wadah untuk perkembangan kultur bakteri.



Gambar 3. 13 Flash Point Tester

12. *Flash Point Tester*: Untuk menguji titik nyala pertama pada fluida.



Gambar 3. 14 Heater Electric

13. *Heater* Elektrik : Memanaskan sampel *wax* untuk melakukan uji *pour point*



Gambar 3.15 Water Bath

14. *Water Bath* : Menguji *cold point* pada *wax* setelah dan sebelum dilakukan *treatment* menggunakan mikroba.



Gambar 3.16 Thermometer Alkohol

15. *Thermometer Alkohol* : Menunjukkan informasi mengenai suhu pada sampel.

3.2.2. BAHAN

Bahan yang digunakan untuk menjadi media penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. *Wax crude oil*
2. *Strain* (bibit) bakteri *Pseudomonas putida*
3. *Buffer phosphate saline*
4. *Crystal violet*
5. Lugol
6. Soprangin
7. E. Imersi

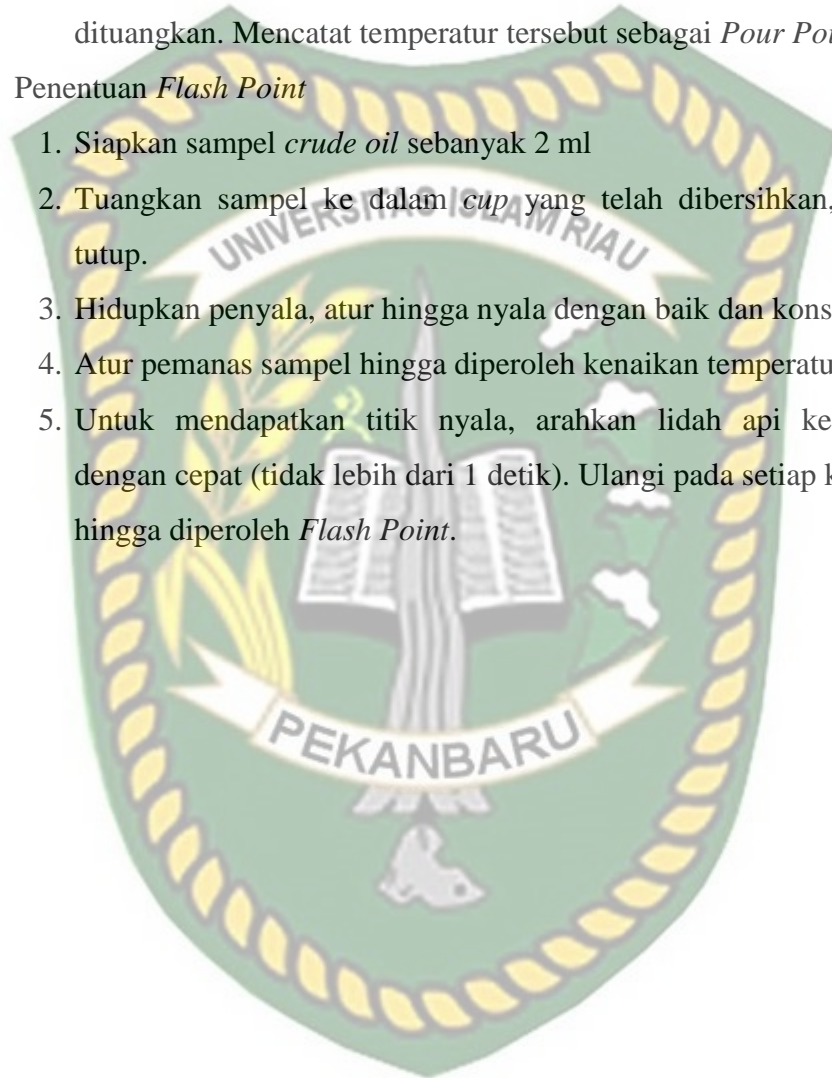
8. Garam
9. Es Kristal

3.2.3. PROSEDUR PENELITIAN

- 1) Menguji kemampuan bakteri *pseudomonas putida* hidup dan berkembang di atas *crude oil*.
 1. Siapkan wadah *petrie dish*, kemudian letakan *crude oil* di dalamnya
 2. *Strain* (bibit) bakteri *Pseudomonas putida* ditabur di atas media *crude oil* dengan pola tertentu dengan menggunakan okse
 3. Kemudian menginkubasi selama 24 jam dengan pengaturan suhu 37°C
 4. Selanjutnya setelah dikeluarkan dari inkubator, dilakukan pengamatan fisik secara langsung dan menggunakan mikroskop.
- 2) Pengamatan secara fisik menggunakan mikroskop.
 1. Mengambil sebanyak 1-2 okse koloni dari media dan letakkan koloni bakteri tersebut di atas kaca objek
 1. Teteskan sebanyak 2 tetes larutan buffer di koloni tersebut
 2. Biarkan kering pada suhu ruangan
 3. Diviksasi sebanyak 3 kali yang bertujuan untuk merekatkan sampel di atas kaca objek.
 4. Teteskan crystal violet sebanyak 2 tetes yang bertujuan untuk menguji pewarnaan gram positif. Kemudian diamkan selama 1 menit lalu dibilas dengan air mengalir
 5. Teteskan lugol sebanyak 2 tetes di atas media, lalu diamkan selama satu menit kemudian bilas menggunakan air mengalir
 6. Teteskan soprangan sebanyak 2 tetes yang bertujuan untuk menguji pewarnaan gram negatif. Kemudian diamkan selama 1 menit lalu dibilas dengan air mengalir
 7. Teteskan alkohol di atas media lalu diamkan selama 30 detik, bilas lagi menggunakan air mengalir
 8. Membiarkan kering media tersebut di suhu ruangan selama 5 menit.
 9. Teteskan E. imersi oil sebanyak 1 tetes di atas media
 10. Lakukan pengamatan menggunakan mikroskop.

- 3) Penyediaan *beaker glass* yang terdeposit *wax* dan penerapan penggunaan bakteri *Pseudomonas putida* untuk menangani permasalahan *wax deposit* yang terdapat di *beaker glass*.
 1. Siapkan gelas uji (*beaker glass*)
 2. Timbang berat gelas sebelum diisi dengan *wax*
 3. Depositkan *wax* (30gr) kedalam *beaker glass*
 4. Timbang kembali berat pipa yang sudah diisi dengan *wax*
 5. Diamkan *wax* selama 24 jam di dalam suhu ruangan
 6. Siapkan suspensi bakteri
 7. Memasukan suspensi bakteri sebanyak 1, 2, dan 3(gr) kedalam *beaker glass* yang sudah diisi *wax*
 8. Tutup *beaker glass* menggunakan *aluminium foil* dan direkatkan menggunakan isolasi
 9. Membiarkan reaksi selama 168 jam
 10. Kemudian uji nilai SG, API, *cloud point*, *cold point*, *pour point* dan *flash point*.
 11. Jika nilai pengujian tersebut sesuai dengan yang diinginkan, maka pengujian dinyatakan berhasil
 12. Jika hasil pengujian tidak sesuai dengan yang diinginkan, maka disebabkan bakteri tersebut telah mati selama rentang waktu sebelum proses degradasi. Oleh karena kembali pada tahap proses pengujian ulang pada bakteri.
- 4) Penentuan *Cloud point* dan *Cold Point*
 1. Mengambil sampel dan memasukkannya ke dalam tube.
 2. Menyiapkan es batu kemudian menambahkan garam secukupnya agar es batu tidak cepat mencair.
 3. Memasukkan *thermometer* ke dalam bath.
 4. Amati temperature pada saat terjadinya kabut atau disebut juga *Cloud Point*.
 5. Lanjutkan sampai sample diyakini telah membeku dan catat nilai *Cold Point*.

- 5) Penentuan *Pour Point*
 1. Setelah mendapatkan titik beku, keluarkan tube yang berisi sampel dari dalam bath pada kondisi sample masih beku.
 2. Diamkan pada temperatur kamar.
 3. Mengamati perubahan temperatur pada saat seluruh sample dapat dituangkan. Mencatat temperatur tersebut sebagai *Pour Point*.
- 6) Penentuan *Flash Point*
 1. Siapkan sampel *crude oil* sebanyak 2 ml
 2. Tuangkan sampel ke dalam *cup* yang telah dibersihkan, kemudian tutup.
 3. Hidupkan penyalu, atur hingga nyala dengan baik dan konstan.
 4. Atur pemanas sampel hingga diperoleh kenaikan temperature 1°C.
 5. Untuk mendapatkan titik nyala, arahkan lidah api kedalam cup dengan cepat (tidak lebih dari 1 detik). Ulangi pada setiap kenaikan 1° hingga diperoleh *Flash Point*.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menjelaskan hasil kemampuan bakteri *pseudomonas putida* untuk hidup dan tumbuh di atas media *crude oil*, selanjutnya akan menjelaskan pula tentang hasil pengujian untuk melihat jenis bakteri yang tumbuh tersebut melalui pewarnaan gram bakteri. Menjelaskan hasil kemampuan bakteri *pseudomonas putida* mendegradasi *wax deposit* yang terbentuk di dalam *beaker glass* sebagai tujuan awal penelitian ini

4.1 INKUBASI BAKTERI

Inkubasi bakteri dilakukan bertujuan untuk melihat kemampuan bakteri *pseudomonas putida* hidup dan berkembang di media *crude oil*.



Gambar 4. 2 Sebelum inkubasi bakteri

Gambar 4. 1 Sesudah inkubasi bakteri

Pada gambar 4.1 merupakan hasil pengamatan bakteri yang ditaburkan pada media *petrie dish* di atas *crude oil*. Terlihat bahwa bakteri belum tumbuh dan berkembang, oleh karena itu bakteri ini belum dapat digunakan untuk mendegradasi *wax*.

Gambar 4.2 merupakan hasil setelah dilakukannya inkubasi bakteri *pseudomonas putida* selama 24 jam pada suhu 37°C. Berdasarkan hasil *capture* menggunakan kamera, telah berhasil terbentuk bakteri *Pseudomonas putida* yang tumbuh di atas media *crude oil*, memiliki ukuran lebih besar dari sebelum diinkubasi dan tidak ada kontaminasi dengan bakteri lain. Koloni bakteri yang

didapat berwarna putih dan memiliki bentuk bulat. Karakteristik koloni bakteri *pseudomonas putida* tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya (Vinothini, C., Sudhhakar, S. and Ravikumar, 2015) bahwa bakteri *pseudomonas putida* berbentuk bulat dan berwarna putih di media *diazinon*.

4.2 IDENTIFIKASI BAKTERI *PSEUDOMONAS PUTIDA*

Identifikasi bakteri dilakukan untuk mendapatkan hasil dari morfologi meliputi bentuk bakteri, warna, dan jenis bakteri (Holderman et al., 2017). Pada penelitian ini didapatkan hasil bakteri berbentuk batang, berwarna merah yang merupakan jenis gram negatif. Bentuk bakteri *pseudomonas putida* yang telah diamati dari mikroskop berbentuk batang dengan ukuran kurang lebih $1\mu\text{m}$.

Pewarnaan gram bakteri bertujuan untuk mengidentifikasi warna bakteri. Proses identifikasi ini dilakukan untuk memperhatikan apakah bakteri yang tumbuh di atas media uji sudah sesuai dengan karakteristik bakteri, dan melihat adanya kontaminasi dari bakteri lain. Setelah dibantu oleh *crystal violet* dan diamati dibawah mikroskop, diperoleh hasil bahwa warna bakteri *pseudomonas putida* adalah putih. Ini menandakan bahwa bakteri *pseudomonas putida* tidak bereaksi terhadap *crystal violet*. Identifikasi warna bakteri dengan menggunakan lugol berhasil ditemukan warna merah dari layar mikroskop. Hal ini membuktikan bahwa bakteri *pseudomonas putida* telah mampu mengikat warna merah, dan pewarnaan merah adalah jenis gram negatif. Pewarnaan tidak terlihat jelas karena warna bakteri *pseudomonas putida* dan cahaya mikroskop berdekatan. Bakteri *pseudomonas putida* berwarna merah, sedangkan cahaya mikroskop berwarna merah muda.



Gambar 4.3 Hasil foto kamera bakteri *Pseudomonas putida* setelah dilakukan pengujian warna gram melalui mikroskop elektrik.

Melalui hasil pengujian di atas didapatkan bahwa bakteri *pseudomonas putida* telah mampu tumbuh di atas light crude oil tanpa ada kontaminasi dari bakteri jenis lain. Apabila terdapat kontaminasi bakteri lain, kemungkinan gram yang ditampilkan akan berbeda karena bakteri *pseudomonas putida* tidak mengikat warna ungu, sedangkan bakteri jenis lain mengikat warna ungu yang berasal dari larutan *crystal violet* (Putri, Meganada Hiaranya, Sukini, 2017).

Berdasarkan hasil analisa setelah inkubasi, kemudian dilakukan uji pewarnaan untuk melihat jenis gram, dan pengamatan melalui mikroskop, bakteri *Pseudomonas putida* telah mampu untuk hidup dan berkembang di atas *crude oil*.

4.3 DEGRADASI WAX DEPOSITE

Penurunan nilai *spesific gravity* dan juga peningkatan nilai °API merupakan salah satu indikator keberhasilan dalam penerapan degradasi menggunakan *pseudomonas putida*.. Nilai SG sebelum dilakukan *treatment* sebesar 0.84 dan °API sebesar 36.95.

Dapat dilihat nilai SG dan °API sebelum dilakukan *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas putida*:



Gambar 4. 4 Bentuk fisik *wax* sebelum di *treatment*.

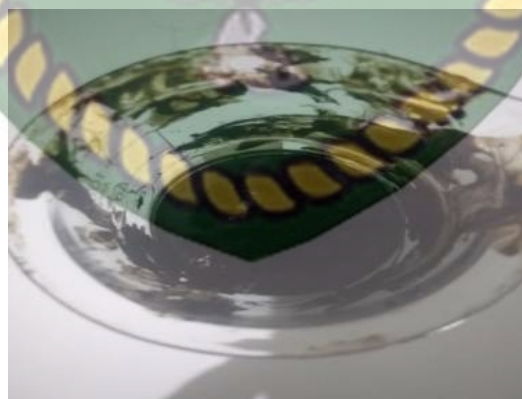
Gambar 4.4 menunjukkan bentuk *wax* sebelum di *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas putida*. Melalui hasil pengamatan, *wax* pada gambar 4.4 memiliki struktur yang padat dan beraroma.

SG adalah berat jenis *crude oil* dan °API adalah satuan untuk mengukur kualitas dari suatu minyak. Apabila nilai SG kecil dan nilai °API tinggi, maka kualitas minyak bumi tersebut semakin baik.

Tabel 4. 1 Hasil pengujian *wax* sebelum di *treatment*.

No	Jumlah Wax(gr)	SG	°API
1	30	0.834	38.16

Pada tabel 4.1 memperlihatkan nilai SG sebesar 0.834 dan °API 38.16. Nilai tersebut didapatkan pada *wax* sebelum dilakukan *treatment*.



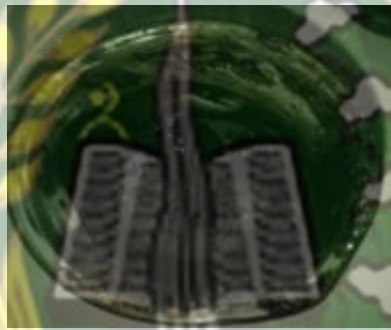
Gambar 4. 5 Kondisi *wax* setelah di *treatment* pada sampel 1 dalam suhu air.

Gambar 4.5 kondisi *wax* pada sampel 1 setelah di *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* seberat 1 gr dan *wax* seberat 30 gr. Tetapi bakteri *pseudomonas putida* belum mampu untuk mengubah sifat fisik *wax*, karena *wax* masih berbentuk padat dan aromanya masih sama seperti sebelum degradasi.



Gambar 4. 6 Kondisi wax setelah di *treatment* pada sampel 2 dalam suhu air

Gambar 4.6 menunjukkan hasil degradasi wax dengan meningkatkan berat bakteri sebanyak 2 gr dan berat wax 30 gr. Bentuk wax masih terlihat padat, dengan waktu degradasi sama dengan sampel 1.



Gambar 4. 7 Kondisi wax setelah di *treatment* pada sampel 3 dalam suhu air

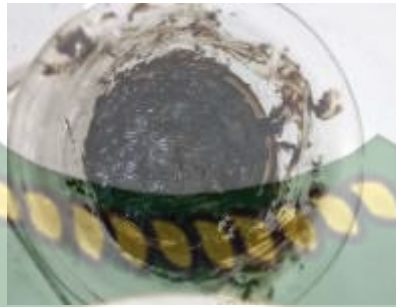
Gambar 4.7 menunjukkan hasil degradasi wax dengan meningkatkan lagi berat bakteri sebanyak 3 gr dan berat wax tetap 30 gr dengan waktu degradasi sama dengan sampel sebelumnya. Bahwa wax memiliki struktur yang sudah mencair dibandingkan sampel 1 dan 2, serta aroma bakteri sudah mulai tercium.



Gambar 4. 8 Kondisi wax setelah di *treatment* pada sampel 1 dalam suhu ruangan

Gambar 4.8 kondisi wax pada sampel 1 setelah di *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* seberat 1 gr dan wax seberat 30 gr. Tetapi bakteri

pseudomonas putida belum mampu untuk mengubah sifat fisik *wax*, karena *wax* masih berbentuk padat dan aromanya masih sama seperti sebelum degradasi.



Gambar 4. 9 Kondisi *wax* setelah di *treatment* pada sampel 2 dalam suhu ruangan

Gambar 4.9 menunjukkan hasil degradasi *wax* dengan meningkatkan berat bakteri sebanyak 2 gr dan berat *wax* 30 gr. Bentuk *wax* masih terlihat padat, tercium aroma bakteri dengan waktu degradasi sama dengan sampel 1.



Gambar 4. 10 Kondisi *wax* setelah di *treatment* pada sampel 3 dalam suhu ruangan.

Gambar 4.10 menunjukkan hasil degradasi *wax* dengan meningkatkan lagi berat bakteri sebanyak 3 gr dan berat *wax* tetap 30 gr dengan waktu degradasi sama dengan sampel sebelumnya. Bahwa *wax* memiliki struktur yang sudah mencair dibandingkan sampel 1 dan 2, serta aroma bakteri sudah mulai tercium.

Tabel 4. 2 Hasil uji *Specific Gravity* dan °API menggunakan bakteri *Pseudomonas putida* pada temperatur didalam air.

Nama Sampel	Berat Bakteri (gr)	SG	°API
W1	1	0.834	38.16

W2	2	0.834	38.16
W3	3	0.832	38.57

Tabel 4. 3 Hasil uji *Specific Gravity* dan °API menggunakan bakteri *Pseudomonas putida* pada temperatur ruangan.

Nama Sampel	Berat Bakteri (gr)	SG	°API
T1	1	0.834	38.16
T2	2	0.828	39.39
T3	3	0.826	39.80

Berdasarkan hasil pengujian SG dan °API *wax deposit* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* pada temperatur didalam air dan ruangan, didapatkan hasil seperti pada tabel 4.2 dan tabel 4.3. Pada kedua tabel tersebut sampel T3 pada suhu ruangan menunjukkan hasil yang paling bagus dengan nilai SG 0.826 dan °API 39.80. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya (Sadeghazad et al., 2000) nilai SG menurun dan °API yang meningkat disebabkan oleh kandungan *wax* yang berkurang akibat pemutusan rantai panjang menjadi rantai pendek selama proses degradasi.

Selanjutnya, dilakukan pengujian *cloud point*, *cold point*, *pour point*, dan *flash point* pada *wax* sebelum di *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas putida*.

Tabel 4. 4 Hasil pengujian *cloud point*, *cold point*, *pour point*, dan *flash point* sebelum di *treatment* dengan bakteri *pseudomonas putida*.

No	Jumlah Wax(gr)	<i>Cloud Point</i> (°C)	<i>Cold Point</i> (°C)	<i>Pour Point</i> (°C)	<i>Flash Point</i> (°C)
1	30	34	28	40	70

Pada tabel 4.4 memperlihatkan nilai *cloud point*, *cloud point*, *pour point*, dan *flash point* sebelum di *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas putida*.

Tabel 4. 5 Hasil *Pengujian cloud point, cold point, pour point, dan flash point* setelah di *treatment* dengan bakteri *pseudomonas putida* pada temperatur ruangan.

Nama Sampel	Berat Bakteri (gr)	Temperatur °C			
		Cloud Point	Cold Point	Pour Point	Flash Point
T1	1	34	28	40	70
T2	2	33	27	39	70
T3	3	30	26	37	70

Tabel 4. 6 Hasil *Pengujian Cloud point, cold point, pour point* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* pada temperatur didalam air.

Nama Sampel	Berat Bakteri (gr)	Temperatur °C			
		Cloud Point	Cold Point	Pour Point	Flash Point
W1	1	34	28	39	70
W2	2	32	27	38	70
W3	3	28	24	37	70

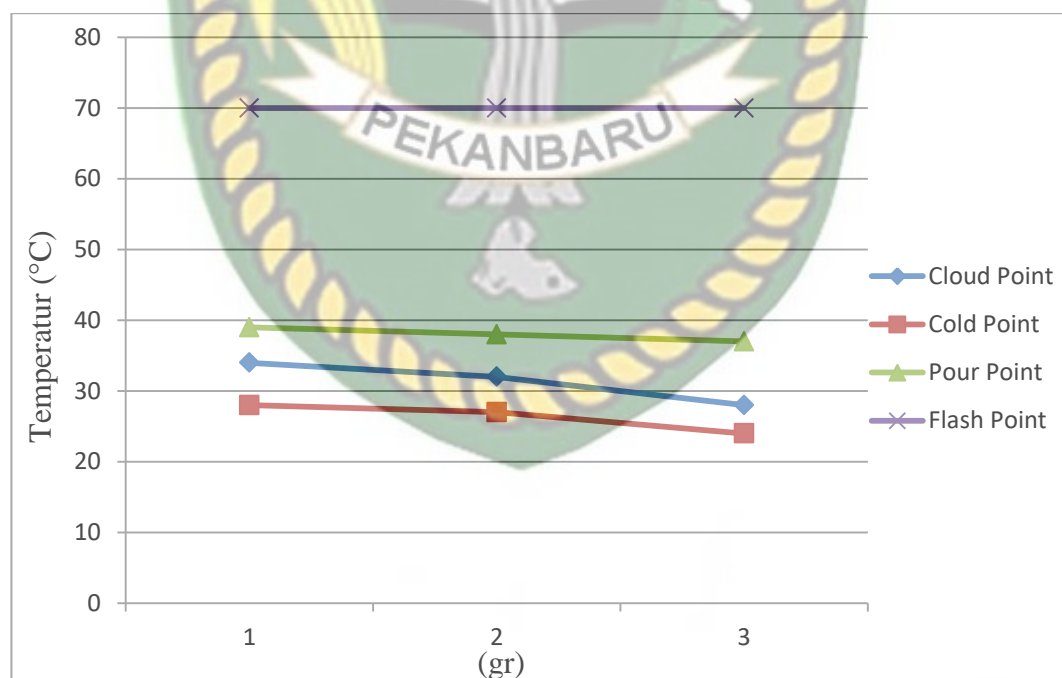
Tabel 4.5 dan tabel 4.6 menunjukkan hasil *wax* setelah dilakukan *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* selama 168 jam. Pada pengujian ini sampel T3 dengan berat bakteri 3 gr dan *wax* 30 gr memiliki perubahan paling besar. Pengujian yang dilakukan adalah menguji nilai *cloud point* pada *wax* menggunakan bakteri *pseudomonas putida*. Nilai *cloud point* sebelum di *treatment* adalah 34°C. Setelah di *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* didapatkan hasil 28°C. Menandakan *wax* sebelum dilakukan *treatment* mengalami perubahan fase dari cair ke solid pada suhu 34°C. Setelah di *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas putida*, nilai *cloud point* pada sampel menjadi 28°C menandakan bahwa *wax* akan mulai mengkristal pertama kali pada suhu 28°C, sehingga pengendapan *wax* akan tertunda. Dengan cara memutuskan rantai panjang menjadi rantai pendek pada *wax*.

Selanjutnya adalah pengujian nilai *cold point*, nilai *cold point* sebelum di *treatment* adalah 28°C. Setelah dilakukan *treatment* menggunakan bakteri

pseudomonas putida pada sampel T3 menjadi 24°C. Hasil yang didapatkan pada wax sebelum di *treatment*, akan mulai membeku dan membentuk fase solid sehingga tidak mengalir pada suhu 28°C. Sedangkan untuk wax yang sudah dilakukan *treatment* dengan menggunakan bakteri *pseudomonas putida* mulai menjadi fase solid dan tidak mengalir pada suhu 24°C. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa wax yang sudah dilakukan *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* memiliki *cold point* lebih rendah 4°C dibandingkan sebelum dilakukan *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas putida*.

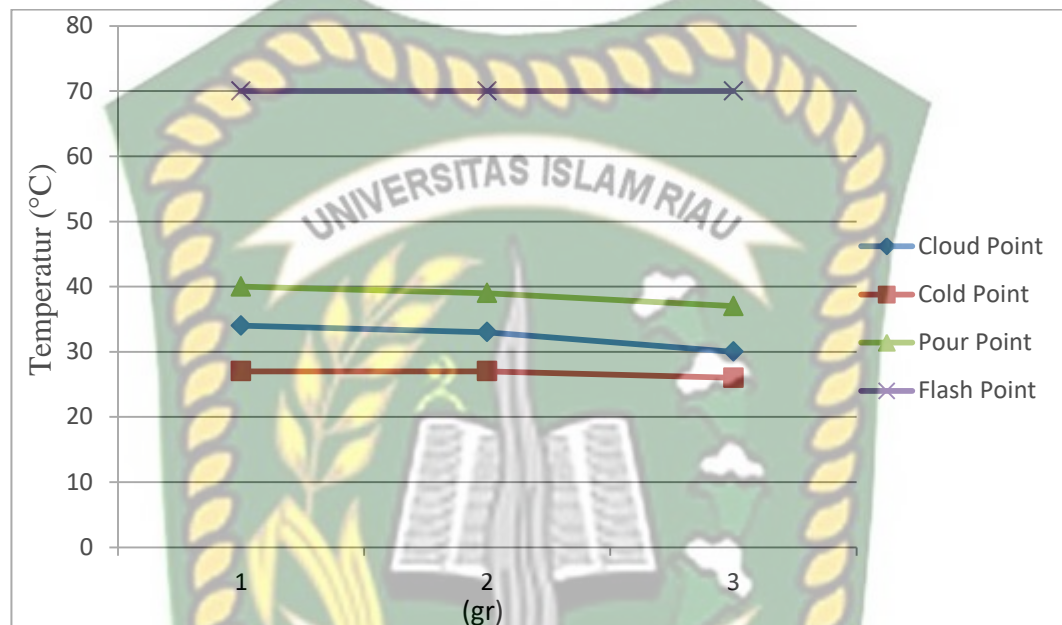
Pada pengujian nilai *pour point* sebelum *treatment* adalah 40°C, yang artinya wax tersebut akan mulai membentuk fasa encer dan mudah untuk mengalir pada suhu 40°C, sedangkan untuk nilai *pour point* wax setelah *treatment* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* pada sampel T3 dengan berat bakteri 3 gr turun menjadi 37°C. Menandakan bahwa wax setelah di *treatment* akan lebih mudah mengalir.

Untuk nilai *flash point* tidak mengalami perubahan karena nilai SG yang diperoleh tidak memiliki perubahan yang signifikan.



Gambar 4.11 Grafik hasil *treatment* wax *deposite* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* pada suhu ruangan.

Pada gambar 4.11 memperlihatkan hasil *treatment wax deposite* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* yang diuji pada suhu ruangan ,untuk nilai *cloud point*, *cold point*, *pour point*, dan *flash point*, sampel T3 memiliki hasil degradasi paling besar dibandingkan dengan sampel T1 dan T2. Sedangkan untuk nilai *flash point* tidak ada perubahan.



Gambar 4.12 Grafik hasil *treatment wax deposite* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* pada suhu didalam air.

Pada gambar 4.12 memperlihatkan hasil *treatment wax deposite* menggunakan bakteri *pseudomonas putida* yang di uji pada suhu didalam air ,untuk nilai *cloud point*, *cold point*, *pour point*, dan *flash point*, sampel W3 memiliki hasil degradasi paling besar dibandingkan dengan sampel W1 dan W2. Sedangkan untuk nilai *flash point* tidak ada perubahan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil setelah inkubasi didapati tumbuhnya koloni bakteri *pseudomonas putida* di atas *crude oil*, menandakan bahwa bakteri *pseudomonas putida* telah berhasil hidup dan berkembang di atas media tersebut.
2. Degradasi *wax* berhasil ditangani oleh bakteri *pseudomonas putida* penurunan terbesar dimiliki oleh sampel T3 dengan berat bakteri 3gr dengan penurunan nilai SG dari 0.834 menjadi 0.826 dan °API yang sebelumnya 38.16 naik menjadi 39.80, nilai *cloud point* sebelum degradasi 34°C turun menjadi 28°C. *Cold point* sebelum degradasi 28°C, setelah degradasi turun menjadi 24°C. Nilai *pour point* sebelum degradasi sebesar 40°C menjadi 37°C, dan *flash point* 70°C

5.2 SARAN

Peneliti selanjutnya diharapkan menguji dengan menggunakan jenis bakteri lain dengan interval waktu yang lebih lama dan komposisi bakteri yang lebih banyak dari peneliti sebelumnya, menguji kemampuan pertumbuhan dan perkembangan bakteri sesuai pada suhu yang akan diuji coba terhadap sampel penelitian, serta melakukan pengujian viskositas.

DAFTAR PUSTAKA

- Adlan, N. A., Sabri, S., Masomian, M., Ali, M. S. M., & Rahman, R. N. Z. R. A. (2020). Microbial Biodegradation of Paraffin Wax in Malaysian Crude Oil Mediated by Degradative Enzymes. *Frontiers in Microbiology*, 11(September), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.565608>
- Ayustanigwarno, F. (2013). *Ilmu dan Teknologi Pangan*. September, 37–41.
- Aziz, I. R. (2014). Kemampuan Tumbuh Pseudomonas Putida Strain 071 Pada Medium Diazinon. *Jurnal Teknosains*, 8(1), 87–94.
- Citrapancayudha, D. R., Soetarto, E. S., Mikrobiologi, P. P., Biologi, F., Mada, U. G., Selatan, J. T., Utara, S., & Yogyakarta, D. I. (2016). Biodegradasi Residu Wax dari Limbah Industri Batik oleh Bakteri batik. 13(1), 800–806.
- El-Dalatony, M. M., Jeon, B. H., Salama, E. S., Eraky, M., Kim, W. B., Wang, J., & Ahn, T. (2019). Occurrence and characterization of paraffin wax formed in developing wells and pipelines. *Energies*, 12(6), 1–23. <https://doi.org/10.3390/en120609677>
- Etoumi, A. (2007). Microbial treatment of waxy crude oils for mitigation of wax precipitation. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 55(1–2), 111–121. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2006.04.015>
- Ghazali, F. M., Rahman, R. N. Z. A., Salleh, A. B., & Basri, M. (2004). Biodegradation of hydrocarbons in soil by microbial consortium. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 54(1), 61–67. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2004.02.002>
- Ghina, A. (2017). Kebutuhan nutrisi bakteri. *Bakteriologi*, 8.
- He, Z., Mei, B., Wang, W., Sheng, J., Zhu, S., Wang, L., & Yen, T. F. (2003). A pilot test using microbial paraffin-removal technology in Liaohe oilfield. *Petroleum Science and Technology*, 21(1–2), 201–210. <https://doi.org/10.1081/LFT-120016942>
- Hong, J. S., Yoon, E. J., Song, W., Seo, Y. Bin, Shin, S., Park, M. J., ... Lee, K. (2018). Molecular Characterization of Pseudomonas putida Group Isolates Carrying blaVIM-2 Disseminated in a University Hospital in Korea. *Microbial Drug Resistance*, 24(5), 627–634. <https://doi.org/10.1089/mdr.2017.0257>
- Huang, Z., Lu, Y., Hoffmann, R., Amundsen, L., & Fogler, H. S. (2011). The effect of operating temperatures on wax deposition. *Energy and Fuels*, 25(11), 5180–5188. <https://doi.org/10.1021/ef201048w>
- Jouybari, M. G., Malbobi, M. A., Rezaei, V., Bandforouzi, K. S., & Siadati, S. A. (n.d.). Characterization of Pseudomonas putida (P13) and Pantoea agglomerans (P5) as novel probiotic on phosphate availability and performance in broiler. 40–46.

- Kurnianto, M., Prasetyo, A., Pusat, C., & Pusat, C. (2018). *Prediksi Kedalaman Terbentuknya Wax*. VII(2), 65–72.
- Kyaw, B. M., Champakalakshmi, R., Sakharkar, M. K., Lim, C. S., & Sakharkar, K. R. (2012). Biodegradation of Low Density Polythene (LDPE) by Pseudomonas Species. *Indian Journal of Microbiology*, 52(3), 411–419. <https://doi.org/10.1007/s12088-012-0250-6>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s12088-013-0402-3>
- Marchant, R., & Banat, I. M. (2012). Biosurfactants: A sustainable replacement for chemical surfactants? *Biotechnology Letters*, 34(9), 1597–1605. <https://doi.org/10.1007/s10529-012-0956-x>
- Menggunakan Konsorsium Parafin Degrading Bacterial (PDB) Untuk Mempelajari Perilaku Degradasi Minyak Dari Sumur Minyak Onshore. (2020). 9, 2–5.
- Quan, Q., Wang, W., Wang, P., Yang, J., Gao, G., Yang, L., & Gong, J. (2016). Effect of oil temperature on the wax deposition of crude oil with composition analysis. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 33(4), 1055–1061. <https://doi.org/10.1590/0104-6632.20160334s20150023>
- Sadeghazad, A., & Ghaemi, N. (2018). Microbial prevention of wax precipitation in crude oil by biodegradation mechanism. *Society of Petroleum Engineers - SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition 2003, APOGCE 2003*, (September 2003). <https://doi.org/10.2523/80529-ms>
- Sadeghazad, A., & Sobhi, G. A. (2000). The prediction of cloud point temperature: In pure paraffin deposition. *Society of Petroleum Engineers - Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference 2000, ADIPEC 2000*, (October). <https://doi.org/10.2523/87293-ms>
- Sakthipriya, N., Doble, M., & Sangwai, J. S. (2015). Fast degradation and viscosity reduction of waxy crude oil and model waxy crude oil using Bacillus subtilis. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 134, 158–166. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2015.08.002>
- 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. <https://doi.org/10.1504/ijogct.2017.086315>
- Sulistyorini;Ali, M. (2018). Bioremediasi Dengan Pseudomonas Putida Terhadap. *Jurnal Envirotek*, 10(1), 59–63.
- Susanthi, D. (2016). *Bakteri laut isolat pulau pari pendegradasi komponen crude oil*. July.

- Suyono, Yoyon., Salahudin, F. (2011). Identifikasi dan Karakterisasi bakteri Pseudomonas pada Tanah yang Terindikasi Terkontaminasi Logam. *Biopropal Industri*, 02(01), 8–13.
- Teknologi, D., Pertanian, I., & Pertanian, F. T. (2017). *Formulasi surfaktan smes dari minyak sawit untuk aplikasi wax deposit dissolver pada reservoir dengan salinitas air formasi rendah alief abdurrob.*
- Theyab, M. A., & Yahya, S. Y. (2018). Introduction to Wax Deposition. *International Journal of Petrochemistry and Research*, 2(1), 126–131.
- Towler, B. F., Jaripatke, O., & Mokhtab, S. (2011). Experimental investigations of the mitigation of paraffin wax deposition in crude oil using chemical additives. *Petroleum Science and Technology*, 29(5), 468–483. <https://doi.org/10.1080/10916460903394029>
- Vinothini, C., Sudhhakar, S. and Ravikumar, R. (2015). Biodegradation of petroleum and crude oil by Pseudomonas putida and Bacillus cereus. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(1), 318–329.
- Wang, W., & Huang, Q. (2014). Prediction for wax deposition in oil pipelines validated by field pigging. *Journal of the Energy Institute*, 87(3), 196–207. <https://doi.org/10.1016/j.joei.2014.03.013>

