

**KAJIAN LABORATORIUM PENANGANAN WAX DEPOSITE
YANG TERBENTUK DI FLOWLINE MENGGUNAKAN
BAKTERI BACILLUS CEREUS**

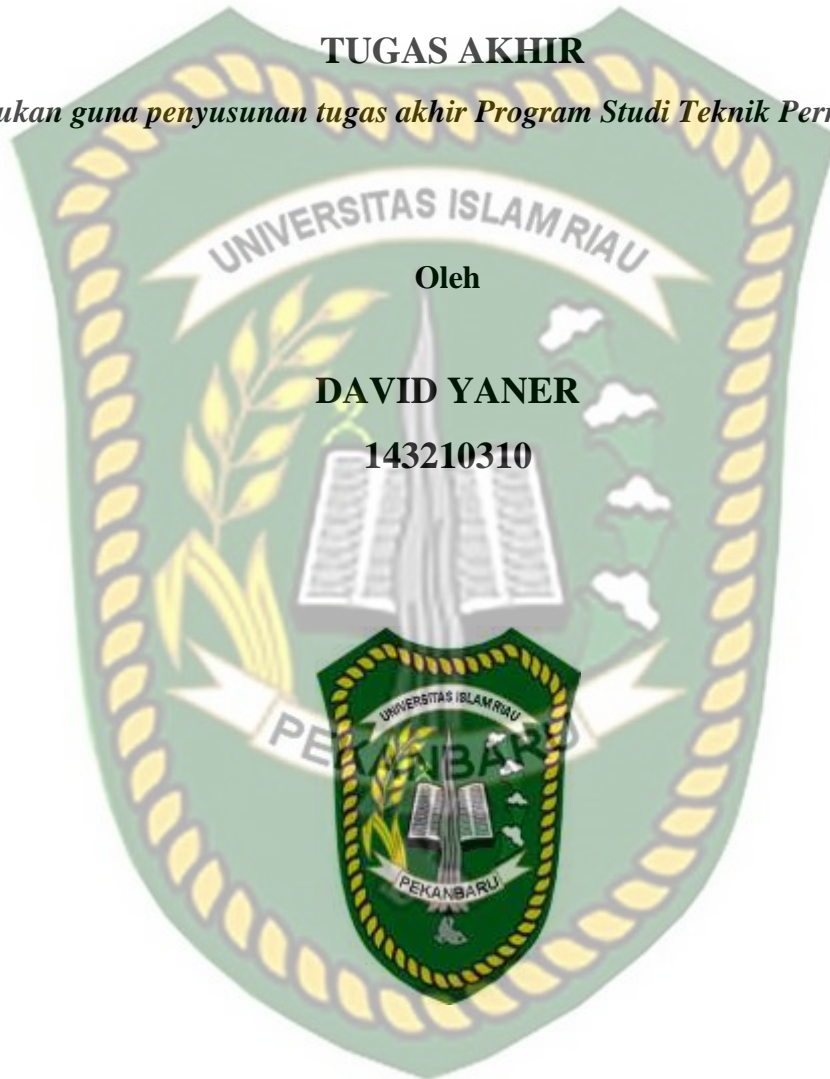
TUGAS AKHIR

Diajukan guna penyusunan tugas akhir Program Studi Teknik Perminyakan

Oleh

DAVID YANER

143210310



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2021

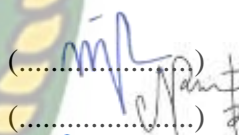
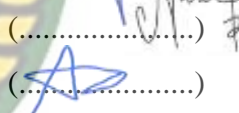

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh

Nama : David Yaner
NPM : 143210310
Program studi : Teknik Perminyakan
Judul Tugas akhir : Kajian Laboratorium Penanganan Wax
Deposite Yang Terbentuk Di Flowline
Menggunakan Bakteri Bacillus Cereus
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 I : Novia Rita, S.T, M.T (.....) 
Penguji II : M. Ariyon, S.T, M.T (.....) 

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 14 Desember 2021

Disahkan oleh:

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**



Novia Rita, S.T., M.T

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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



Pekanbaru, 14 Desember 2021

David Yaner
143210310

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanahu 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. Tanpa bantuan dari mereka tentu terasa sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. 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. Orang tua tercinta Eri Hendra dan Yanti yang tidak mungkin mampu saya membalas jasa mereka walaupun bumi serta isinya saya hadiahkan sebagai gantinya. Serta Rahul Yaner, Devina Adriani, Robbi Mustopa, Agung TP dan Harry Renaldi yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan menemani saya dalam pengerjaan skripsi.
4. Semua teman dan sahabat, senior dan junior perkuliahan yang tak mampu saya sebutkan satu persatu.

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

David Yaner
143210310

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
DAFTAR SIMBOL	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
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 <i>WAX DEPOSITE</i>	3
2.2 BAKTERI <i>BACILLUS CEREUS</i>	6
2.3 <i>STATE OF THE ART</i>	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	11
3.2 BAHAN DAN ALAT.....	12
3.2.1 Bahan.....	12
3.2.2 Alat Dan Fungsinya	12
3.3 PROSEDUR PERCOBAAN.....	18
3.3.1 Pengujian Kemampuan Bakteri <i>Bacillus Cereus</i> Hidup Dan Berkembang Diatas <i>Crude Oil</i>	18
3.3.2 Pengamatan Secara Fisik Menggunakan Mikroskop	18

3.3.3	Penyediaan <i>Beaker Glass</i> Yang Diisi Dengan <i>Wax</i> Dan Penerapan Penggunaan Bakteri <i>Bacillus Cereus</i>	19
3.3.4	Penentuan <i>Cloud Point</i> dan <i>Cold Point</i>	19
3.3.5	Penentuan <i>Pour Point</i>	20
3.3.6	Penentuan <i>Flash Point</i>	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	INKUBASI BAKTERI <i>BACILLUS CEREUS</i>	21
4.2	HASIL IDENTIFIKASI BAKTERI <i>BACILLUS CEREUS</i> DENGAN MENGGUNAKAN MIKROSKOP	22
4.3	DEGRADASI WAX	23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		29
5.1	KESIMPULAN	29
5.2	SARAN	29
DAFTAR PUSTAKA		30
LAMPIRAN		33



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i>	11
Gambar 3. 2 <i>Beaker Glass</i>	12
Gambar 3. 3 Aluminium Foil	13
Gambar 3. 4 Timbangan Digital	13
Gambar 3. 5 Gelas Ukur	13
Gambar 3. 6 Picnometer.....	14
Gambar 3. 7 Kaca Objek	14
Gambar 3. 8 Mikroskop.....	14
Gambar 3. 9 Okse	15
Gambar 3. 10 Tabung Reaksi	15
Gambar 3. 11 Inkubator.....	16
Gambar 3. 12 <i>Petrie Dish</i>	16
Gambar 3. 13 <i>Flash Point Tester</i>	16
Gambar 3. 14 <i>Heater Electric</i>	17
Gambar 3. 15 <i>Water Bath</i>	17
Gambar 3. 16 Thermometer Alcohol.....	17
Gambar 4. 1 Sebelum Inkubasi Bakteri.....	21
Gambar 4. 2 Sesudah Inkubasi Bakteri	21
Gambar 4. 3 Pengujian pewarnaan dan jenis bakteri.....	22
Gambar 4. 4 Wax.....	23
Gambar 4. 5 kondisi wax setelah di <i>treatment</i> pada sampel 1.....	24
Gambar 4. 6 kondisi wax setelah di <i>treatment</i> pada sampel 2.....	25
Gambar 4. 7 kondisi wax setelah di <i>treatment</i> pada sampel 3.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengujian <i>wax</i> sebelum di <i>treatment</i>	24
Tabel 4.2 Hasil pengujian <i>wax</i> setelah di <i>treatment</i>	25
Tabel 4.3 Hasil pengujian <i>cloud point</i> , <i>cold point</i> , <i>pour point</i> , dan <i>flash point</i> sebelum ditreatment dengan bakteri <i>bacillus cereus</i>	26
Tabel 4.4 Hasil pengujian setelah dilakukan <i>treatment</i> menggunakan bakteri <i>bacillus cereus</i>	27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Densitas, SG, dan °API	33
Lampiran 2. Surat Keabsahan Sampel.....	35



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

SG	<i>Specific Gravity</i>
WAT	<i>Wax Apparent Time</i>
°API	<i>American Petroleum Institute</i>
UPT	Unit Pelaksana Teknis



DAFTAR SIMBOL

%	<i>Percent</i>
gr	Gram
ml	Millimeter
cm	Centimeter
°C	Derajat Celcius
μm	<i>Micrometer</i>



KAJIAN LABORATORIUM PENANGANAN *WAX DEPOSITE* YANG TERBENTUK DI *FLOWLINE* MENGGUNAKAN BAKTERI *BACILLUS CEREUS*

DAVID YANER

143210310

ABSTRAK

Produksi fluida mengalir dari *wellhead* melalui *flowline* hingga menuju ke *gathering stations*. Berbagai masalah yang terjadi di *flowline* dapat menghambat aliran fluida, sehingga dapat berakibat fatal pada jumlah produksi. Salah satu permasalahan yang terjadi di *flowline* adalah terbentuknya *wax deposit* dari jenis *crude oil* yang memiliki kandungan *wax* yang tinggi. *Wax deposit* yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 30 gr. *Wax* yang diuji untuk mendapatkan nilai SG, °API, *cold point*, *cloud point*, *pour point*, dan *flash point*. Proses mendegradasi *wax* dilakukan dengan menggunakan bakteri *bacillus cereus*. Pengujian ini menggunakan *beaker glass* yang ditutupi dengan aluminium foil. Pengamatan dalam mendegradasi *wax* dilakukan dengan memvariasikan jumlah bakteri (1 gr, 2 gr, dan 3 gr) selama 7 hari pada suhu ruangan. Hasil pengujian *wax deposit* menggunakan bakteri *bacillus cereus* pada sampel 3 yang menggunakan bakteri sebanyak 3 gr menunjukkan perubahan yang paling bagus, didapatkan nilai SG dari 0.834 menjadi 0.809, °API yang sebelumnya 38.16 menjadi 43.40, nilai *cloud point* dari 34°C menjadi 24°C, *cold point* dari 28°C menjadi 20°C, *pour point* dari 40°C menjadi 35°C, sedangkan untuk *flash point* nilainya tetap 70°C karena tidak mengalami perubahan. Dari hasil *treatment* menggunakan *wax* pada bakteri menunjukkan semakin banyak jumlah bakteri yang digunakan maka hasil yang didapatkan akan semakin bagus juga.

KATA KUNCI: *wax deposit*, *bacillus cereus*, degradasi, SG, °API, *cloud point*, *cold point*, *pour point*, *flash point*

**LABORATORY STUDY OF HANDLING WAX DEPOSITE
FORMED FLOWLINES USING BACTERIUM BACILLUS
CEREUS**

**DAVID YANER
143210310**

ABSTRACT

Production fluid flow from the wellhead through the flowline to gathering station. Various problem that occur in flowline can hold up fluid flows, so that it can be fateful to the production. One of the problems that occur in flowline is the formed of was deposite from the type crude oil which has a high wax content. Wax deposite used in this research was 30 gr. Wax is tested to determine the value of SG, API, Cold Point, Pour Point, and Flash Point. The process of degradation wax performed with using Bacterium Bacillus Cereus. This examination uses a glass beaker covered with aluminium foil. Observations for degrade wax performed with a few variation in amount bacteria (1gr, 2gr, and 3gr) for 7 days at room temperature. The results of wax deposite testing using bacillus cereus bacteria in sample 3 the using 3gr bacteria showed the best transformation, obtained the value of SG from 0.834 to 0.809, API previously 38.16 to 43.40, the value of cloud point from 34°C to 24°C, Cold point from 28°C to 20°C, Pour point from 40°C to 35°C, and for the Flash point the value remain 70°C because it has not changed. From the result of treatment using wax on bacteria, it shows that the more bacteria used the better for results obtained.

KEY WORDS: *wax deposite, bacillus cereus, degradation, SG, °API, cloud point, cold point, pour point, flash point*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Transportasi fluida dari *wellhead* menuju ke *gathering station* merupakan dasar dari teknik produksi. Fluida produksi mengalir dari *wellhead*, melewati *flowline* hingga menuju ke *gathering station*. Berbagai permasalahan yang terjadi di *flowline* dapat menghambat aliran fluida produksi sehingga dapat berakibat fatal pada target jumlah produksi harian. Salah satu permasalahan yang terjadi di *flowline* adalah terbentuknya *wax deposit* dari jenis *crude oil* yang memiliki kandungan *wax* yang tinggi.

Teknik konvensional yang biasa digunakan dalam mengatasi permasalahan *wax deposit* yang terbentuk di dalam *flowline* yaitu secara mekanis yang menggunakan *pigging*, penanganan menggunakan *chemical* dan penanganan secara preventif menggunakan *thermal insulation*. Namun metoda-metoda tersebut memakan biaya yang mahal dan diperlukan paparan yang luar biasa terhadap kondisi berbahaya (Ararimeh Aiyejina, Dhurjati Prasad Chakrabarti, Angelus Pilgrim & M.K.S. Sastry, 2011).

Penggunaan bakteri dalam mendegradasikan *wax deposit* yang terdapat di dalam *flowline* berpotensi untuk dikembangkan, hal ini berdasarkan pengalaman peneliti sebelumnya (Hong et al., 2013) yang menggunakan bakteri. Dalam penelitian ini bakteri *bacillus cereus* mampu untuk mendegradasi senyawa *wax* melalui pemutusan rantai panjang menjadi rantai pendek dengan bantuan enzim, gen dan *bi product* yang disekresikan oleh bakteri (Sakthipriya et al., 2015).

Adapun bakteri *bacillus cereus* ini dapat bertahan pada suhu -5°C sampai 75°C dengan tingkat keasaman (pH) antara 2-8 (Djaenuddin & Muis, 2015). Hipotesa yang dibuat dalam penelitian ini adalah bakteri *bacillus cereus* memiliki kemampuan untuk dapat mendegradasi *wax deposit*.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kemampuan bakteri *bacillus cereus* untuk hidup dan berkembang di atas media *wax crude oil*. Dapat direkomendasikan bakteri *bacillus cereus* untuk diaplikasikan dalam penanganan *wax deposite* sebagai bahan alternatif.
2. Menganalisis degradasi *wax deposite* dengan menggunakan bakteri *bacillus cereus* berdasarkan sifat fisik seperti SG, °API, *cloud point*, *cold point*, *pour point* dan *flash point*.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

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

1.4 BATASAN MASALAH

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Al Qur'an Surat Al-Jatsiyah Ayat 29

“(Allah berfirman): inilah kitab (catatan) kami yang menuturkan kepadamu dengan benar. Sesungguhnya kami telah menyuruh mencatat apa yang telah kamu kerjakan”.

Berdasarkan Al Qur'an Surah Al-jatsiyah Ayat 29, dapat dijelaskan bahwa awal proses mulai dari pencarian judul Tugas Akhir, pengajuan hingga bimbingan sampai penyelesaian Tugas Akhir ini, maka itulah amal perbuatan atau amal ibadah yang didapatkan (dicatat).

2.1 WAX DEPOSITE

Wax deposition adalah fenomena yang ada pada sistem produksi minyak terutama di sumur yang dalam dengan suhu rendah, dimana terdapat fraksi padatan hidrokarbon yang menempel ke dinding pipa, sehingga mengurangi laju aliran fluida sampai akhirnya tertutup oleh padatan hidrokarbon tersebut (Prasetyo & Sudono, 2020). *Wax* mempunyai senyawa hidrokarbon alkana dengan rantai terbuka dan molekul mulai dari C₂₀-C₆₀. *Wax* pada minyak bumi terdiri dari senyawa hidrokarbon *paraffin* (C₁₈-C₃₆) yang disebut *paraffin wax* dan naftenik hidrokarbon (C₃₀-C₆₀).

Ketika *Wax* memadat atau terdeposit, akan terjadi interkoneksi antara molekul *wax* dan mengunci satu sama lain membentuk kristal yang disebut *microcrystalline wax*, sedangkan kristal dari naftenik disebut *microcrystalline wax*. Dimana pada literatur menunjukkan *crude oil* dengan *wax content* paling tidak 2% dapat menimbulkan potensi masalah *wax deposit* (Holder, 1965).

Komponen *wax* ini juga bisa terlarut di *crude oil* (minyak mentah) dan di kondensat dalam bentuk fasa *liquid*. Kelarutan *paraffin wax* ini sensitif terhadap perubahan temperatur. Perubahan temperatur merupakan faktor yang mempengaruhi proses pembentukan kristal-kristal *wax*. *Paraffin wax* tetap terlarut di *crude oil* pada saat di reservoir dan mengalami kesetimbangan dengan *crude oil*.

Sama halnya dengan pengendapan aspalten, saat kesetimbangan termodinamika mulai terganggu, terjadi perubahan temperatur atau tekanan maka *paraffin* akan mulai mengendap. *Paraffin* yang mengendap bisa juga disebabkan hilangnya fraksi volatil (*volatile light end*) di *crude oil*, dimana fraksi volatil di dalam *crude oil* seolah-olah bertindak sebagai pelarut bagi *paraffin wax*. Ketika fluida campuran ini mulai di dinginkan, maka setiap komponen *wax* akan terpisah sampai akhirnya komponen *wax* yang memiliki berat molekul tinggi akan memadat (*solidify*) (Rif'Ati & Muda, 2016).

Kristal *wax* mulai terbentuk ketika suhu sistem berada di bawah nilai WAT (*Wax appearance temperature*). WAT adalah suhu awal saat pembentukan kristal *wax* mulai terjadi. Sistem dengan kandungan *wax* yang rendah cenderung memiliki nilai WAT yang rendah pula.

Microcrystalline wax cenderung terjadi pada *crude oil* yang mengandung komponen *wax* C18-C30. Hal ini dikarenakan sistem ini cenderung lambat, sehingga kristal yang dihasilkan banyak namun berukuran kecil. Pada *wax* C31- C60 cenderung terjadi *microcrystalline wax*. Pada sistem ini pembentukan inti kristal tergolong lama namun pertumbuhan kristal cenderung cepat, sehingga kristal yang dihasilkan berukuran besar namun sedikit (Garcia.2000).

Ada dua mekanisme umum yang menjelaskan terjadinya pengendapan kristal *wax* dalam pipa yakni *moleculer diffusion* dan *shear dispersion*. Mekanisme *moleculer diffusion* terjadi ketika penurunan suhu *crude oil* lebih rendah dari nilai *Wax appearance temperature* (WAT) nya kelarutan *paraffin* menurun. Kristal *wax* yang beraglomerasi akan berdifusi mendekati bagian dinding pipa yang lebih dingin. Mekanisme pengendapan ini mengubah *crude oil* secara keseluruhan yang awalnya bersifat *newtonian fluid* menjadi *non-newtonian fluid* (Chiedozi,2008).

1. Suhu

Suhu merupakan 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 begitu juga sebaliknya. *Wax* mengendap dari aliran *crude oil* di dalam pipa saat suhu operasi 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. Jenis Kandungan *Crude Oil*

Kandungan *crude oil* merupakan salah satu faktor potensial yang mempengaruhi deposisi *wax* secara signifikan mempengaruhi penurunan viskositas dan *pour point* (Theyab, 2018). *Crude oil* terdiri dari *Saturate*, *Aromatics*, Resin, dan *Asphaltenes* (SARA). SARA menentukan kerentanan *crude oil* terhadap pengendapan padatan *wax*, dan stabilitas dari *crude oil*. (Surya Tejasvi Thota et al, 2016).

3. Tekanan

Tekanan adalah salah satu parameter utama dalam eksploitasi cairan reservoir, yang berperan penting dalam presipitasi dan pengendapan *wax*. Tekanan membantu mengurangi deposit *wax* karena meningkatkan kelarutan *wax* dalam *crude oil* (Theyab, 2018).

4. *Flow Rate*

Dalam aliran laminar, *wax deposite* meningkat dengan laju aliran menurun. Ini dijelaskan dengan ketersediaan lebih banyak partikel untuk pengendapan di permukaan. Ketika laju aliran meningkat menjadi turbulen, deposisi *wax* berkurang karena *shear dispersion* meningkat. Dengan demikian, *wax deposite* secara bertahap berkurang karena turbulensi dan laju aliran meningkat. Oleh karena itu, meningkatkan laju aliran menyebabkan pemecahan Kristal *wax* menjadi partikel yang lebih kecil, mengurangi laju pengendapan *wax* dan mencegahnya dengan meminimalkan adhesi *wax* ke dinding pipa (Theyab, 2018).

2.2 BAKTERI *BACILLUS CEREUS*

Bakteri *bacillus cereus* merupakan bakteri gram positif berbentuk batang yang dapat ditemukan di tanah maupun air. Bakteri *bacillus cereus* menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis protein dan polisakarida kompleks serta membentuk endospora (Hatmanti, 2000).

Bakteri *bacillus cereus* ini mampu mendegradasi wax melalui pemutusan rantai panjang menjadi rantai pendek dengan bantuan enzim, gen, dan *bi product* yang disekresikan oleh bakteri (Sakthipriya et al., 2015).

Bakteri merupakan sel prokariotik, uniseluler, dan tidak mengandung struktur yang terbatas membrane di dalam sitoplasmanya. Selnnya memiliki ciri-ciri berbentuk bulat, batang, atau spiral. Berdasarkan letak susunan dinding selnya, bakteri diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu :

1. Bakteri Gram Positif

Bakteri yang mempertahankan pewarnaan *crystal violet*. Bakteri gram positif memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal dan juga memiliki sacculus (dinding sel) yang terdiri dari 40 lapisan (P,Lakna 2017).

2. Bakteri Gram Negatif

Bakteri gram negatif memiliki lapisan peptidoglikan yang tipis. Bakteri jenis gram negatif ini tidak mengikat warna pada *crystal violet* sehingga pada saat pewarnaan bakteri jenis gram negatif tidak berwarna ungu, melainkan berwarna merah muda hingga berwarna merah (P,Lakna 2017).



Gambar 2.1 Bakteri *Bacillus Cereus*

3. Faktor Pertumbuhan Bakteri

a. Nutrisi

Pada pertumbuhan bakteri, nutrisi atau zat makanan yang mengandung sumber karbon, sumber nitrogen, mineral (sulfur, fosfat).

b. Suhu

Pada suhu yang tepat sel pada bakteri akan tumbuh lebih cepat dan memperbanyak diri. Biasanya suhu optimal pada bakteri adalah 37°C.

c. Pencahayaan

Bakteri menyukai kondisi yang gelap, karena cahaya dari matahari secara langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri.

d. Kelembaban

Kelembaban sangat penting untuk bakteri, karena kelembaban sangat mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Pada umumnya pertumbuhan bakteri memerlukan kelembaban diatas 85%.

2.3 *STATE OF THE ART*

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Wang, Lin, Lin, Wang, & Li, 2019), Bakteri yang ditunjuk sebagai BL-27 diisolasi dari tanah yang terdapat minyak bumi di shengli oilfield (China) menggunakan minyak mentah sebagai satu-satunya sumber karbon. Untuk mengidentifikasi strain, gen 16S rDNA dan rpoD sekuens dicari terhadap database NCBI, dan galur model dengan sekuens tertinggi kesamaan di antara sekuens yang selaras diambil dari basis data GenBank. Maksimal metode dan model General Time Reversible digunakan untuk membuat pohon filogenetik dari strain BL-27 berdasarkan gen 16S rDNA dan rpoD. Pohon-pohon filogenetik menunjukkan bahwa kesamaan urutan gen 16S rDNA antara strain BL-27 dan *Bacillus subtilis* adalah 99%, dan Gambar 1b menunjukkan bahwa kesamaan urutan gen rpoD antara strain BL-27 dan *Bacillus cereus* NCIB 3610 adalah 99%. Dengan demikian, strain BL-27 ditugaskan ke genus *Bacillus* sp. dan diidentifikasi sebagai strain bonafid. Strain BL-27 memiliki kemampuan adaptasi dan degradabilitas yang baik dalam kisaran suhu yang luas (25–50 C), yang memungkinkan penerapannya di area dengan fluktuasi suhu yang lebar di

antaranya siang dan malam, seperti bioremediasi tanah yang terkontaminasi minyak mentah, perawatan biokimia dari limbah cair ladang minyak, dll. Mikroorganisme yang mendegradasi hidrokarbon biasanya dilaporkan bakteri mesofilik diisolasi dari lingkungan (Kumari et al., 2018) atau bakteri termofilik diisolasi dari khusus reservoir suhu tinggi (Zhang et al., 2011). Namun, ada sedikit studi tentang degradasi hidrokarbon bakteri termofilik. Selain itu, bakteri pendegradasi hidrokarbon termofilik memiliki potensi besar untuk meningkatkan pemulihan minyak dari lokasi tertentu, khususnya reservoir suhu sedang-tinggi, dan bisa diterapkan secara luas dalam proses pencucian minyak dan perbaikan tanah. Selain itu, hidrokarbon polusi di lingkungan laut dianggap sebagai masalah internasional yang penting (Bao et al., 2014). Namun demikian salinitas air laut yang tinggi (30-40 g/L), kandungan nutrisi yang buruk, dan kurangnya permukaan perlekatan membuat menantang degradasi hidrokarbon mikroba. Strain BL-27 mampu beradaptasi dengan berbagai macam suhu dan menurunkan 25-35% minyak mentah dalam 5 hari pada salinitas 30-40 g/L. Karena itu, bisa jadi digunakan untuk menguji lebih lanjut degradasi hidrokarbon di air laut.

Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan (Hong et al., 2013) Metode perlakuan mikroba dari pengendapan parafin telah dilakukan digunakan sebagai pengganti berkelanjutan untuk pengobatan konvensional metode (metode kimia, mekanik dan termal) (Towler et al., 2011). Tes skala industri telah diselesaikan di Ladang minyak Jidong, Daqing, Liaohe, dan Zhongyuan di Cina (He et al., 2003), tetapi tidak ada aplikasi skala besar oleh mikroba pengobatan secara keseluruhan, alasan untuk membatasi aplikasi skala besar kurang dari masa berlaku dan kurang efisiensi. Menambahkan biosurfaktan khusus dapat menurunkan ketegangan antarmuka sebagai aktivitas utama mereka (Marchant & Banat, 2012), meningkatkan konsentrasi hidrokarbon di dalam air (Kyaw et al., 2012), oleh karena itu menambahkan biosurfaktan khusus mungkin menguntungkan kombinasi *crude oil* dan cairan bakteri, memperpanjang masa berlaku, tingkatkan efisiensi perawatan mikroba dan deposisi parafin.

Selama penelitian ini dua isolat, strain penghilang parafin dan strain penghasil biosurfaktan, bernama BHJ-1 dan QFL-1, diisolasi dari sumur produksi minyak di

Daqing Ladang Minyak Cina. BHJ-1 diisolasi dari pengayaan medium garam (ESM) yang mengandung 0,5% (b / v) minyak mentah. Sistem dioperasikan pada parameter berikut: suhu 37°C, pH 7,2, masa inkubasi 7 hari. Untuk mengisolasi mikroorganisme yang memanfaatkan minyak, 0,1 ml supernatan kultur dipindahkan setiap 24 jam ke nutrisi piring agar (Etoumi, 2007). QFL-1 diisolasi dari ESM dan itu dibudidayakan di orbital shaking (180 rpm) pada 37 C untuk 72 h. Cairan kultur disebarkan pada cetyl triammonium media agar biru bromida-metilen dan diolah pada 37°C selama 9 hari. Kemudian, koloni halo adalah diekstraksi, digoreskan pada media agar minyak mentah dan diolah pada 37 °C selama 9 hari. Setelah lima kali lempengan beruntun, itu strain murni dapat dimurnikan (Liu et al., 2013). Isolat disimpan dalam kaldu isosensitest pada 4 °C dan dilapisi dalam Isosensitest agar untuk penyelidikan lebih lanjut (Kyaw et al., 2012). Foto pemindaian mikroskop elektron ditunjukkan pada Gambar. 1. Pohon filogenetik dibangun dan analisis dilakukan oleh tetangga menggabungkan metode melalui perangkat lunak MEGA 5. Sebagian sequencing dengan kedua primer mengungkapkan bahwa yang paling dekat kecocokan, ditentukan oleh pencarian BLAST, berhubungan dengan *Bacillus cereus* QAU68 (99% kesamaan, BHJ-1) dan *Bacillus subtilis* XCCX (99% kesamaan, QFL-1), masing-masing (Kalia et al., 2011).

Sebagai indikator degradasi parafin, BHJ-1 dan QFL-1 ditambahkan dalam proporsi yang berbeda. Proporsi antara konsentrasi inokulum BHJ-1 dan konsentrasi inokulum QFL-1 dipilih sebagai 1: 1, 2: 1, 3: 1, 3: 2, 4: 1, 4: 3, 5: 1, 5: 2, 5: 3 dan 5: 4. Degradasi tingkat parafin setelah perawatan BHJ-1 ditunjukkan pada Tabel 1, tingkat degradasi parafin setelah bakteri tercampur. BHJ-1 memiliki efek menghilangkan parafin yang lebih baik, tetapi lebih lambat penghapusan waktu parafin, tingkat degradasi parafin mencapai 67% setelah 28 hari. Tabel 2 menunjukkan yang optimal Proporsi BHJ-1 dan QFL-1 adalah 5: 2, degradasi tingkat parafin bisa mencapai 64% setelah 7 hari, dibandingkan dengan tanpa menambahkan QFL-1, waktu penghilangan parafin jauh lebih cepat.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi dari penelitian ini adalah dengan melakukan penelitian di Laboratorium Analisa Fluida Reservoir Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Pada penelitian ini merupakan *Experiment Research* dimana penguji akan melakukan pengujian langsung terhadap potensi dan kemampuan bakteri *bacillus cereus* sebagai media untuk mendegradasi *wax deposit* yang terdapat di dalam *flowline*. Inkubasi bakteri *bacillus cereus* dilakukan di Laboratorium UPT RS. Arifin Ahmad. Teknik pengumpulan data yang digunakan didalam penelitian ini seperti data hipotetik merupakan data yang didapatkan dari hasil penelitian terdahulu, jurnal dan makalah yang relevan dan sesuai dengan topik penelitian.

Pengujian pertama yang dilakukan adalah mengamati pertumbuhan dan perkembangan bibit bakteri *bacillus cereus* di atas media *crude oil* menggunakan cara inkubasi. Selanjutnya koloni bakteri *bacillus cereus* dilakukan pengujian pewarnaan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi bakteri. Kemudian melakukan pengamatan bentuk fisik dari bakteri di bawah mikroskop. Selanjutnya dilakukan pembuatan suspensi bakteri *bacillus cereus* menggunakan campuran *buffer phosphate saline* sebagai media pengencer. Selanjutnya suspensi bakteri *bacillus cereus* dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang telah didepositkan *wax* dan dilakukan reaksi antara suspensi bakteri *bacillus cereus* dengan *wax* selama 168 jam atau 7 hari pada suhu ruangan.

Kemudian melakukan pengujian terhadap sifat fisik dan penghitungan massa *wax deposit* dan bakteri *bacillus cereus* pada saat sesudah dilakukan pengujian setelah hasil di dapat, melakukan evaluasi dan analisa terhadap hasil uji pendegradasian *wax deposit* menggunakan bakteri *bacillus cereus* kemudian membawa pada kesimpulan yang merupakan tujuan dari penelitian.

3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3. 1 Flowchart

3.2 BAHAN DAN ALAT

3.2.1 Bahan

- a. *Wax Crude Oil*
- b. Strain (bibit) Bakteri *Bacillus cereus*
- c. *Buffer Phosphate Saline*
- d. *Crystal Violet*
- e. *Lugol*
- f. *Soprangi*
- g. *E. Imersi*
- h. Garam
- i. Es Kristal

3.2.2 Alat Dan Fungsinya

- a. *Beaker Glass* berfungsi sebagai media terdepositnya *wax* dan tempat uji degradasi *wax* menggunakan bakteri *bacillus cereus*.



Gambar 3. 2 *Beaker Glass*

- b. Aluminium Foil berfungsi untuk menjaga temperatur di dalam *beaker glass* tetap konstan dan tidak terkontaminasi oleh perubahan temperatur lingkungan.



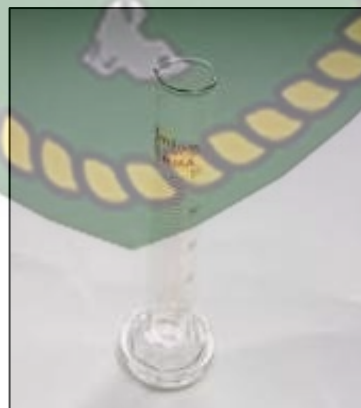
Gambar 3.3 Aluminium Foil

- c. Timbangan Digital berfungsi mengukur/menimbang massa dari bahan-bahan yang akan digunakan.



Gambar 3.4 Timbangan Digital

- d. Gelas Ukur berfungsi Untuk mengukur volume fluida selama melakukan penelitian.



Gambar 3.5 Gelas Ukur

- e. *Picnometer* berfungsi mengukur nilai massa jenis atau densitas dari fluida.



Gambar 3. 6 Picnometer

- f. Kaca Objek berfungsi sebagai tempat koloni bakteri yang akan diamati di bawah mikroskop, sehingga objek akan lebih jelas ketika diamati.



Gambar 3. 7 Kaca Objek

- g. Mikroskop berfungsi melihat bentuk dari bakteri *bacillus cereus*.



Gambar 3. 8 Mikroskop

- h. Okse berfungsi untuk memindahkan koloni bakteri dari atas *petrie dish* ke dalam tabung reaksi untuk diencerkan.



Gambar 3. 9 Okse

- i. Tabung Reaksi berfungsi sebagai media pembuat suspensi dengan campuran antara koloni bakteri *bacillus cereus* dengan *buffer phosphate saline*.



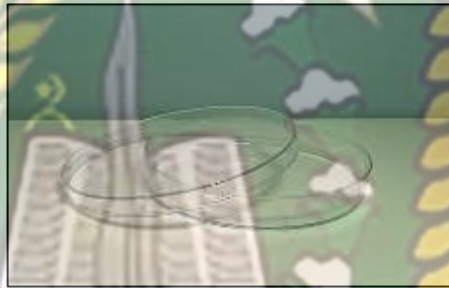
Gambar 3. 10 Tabung Reaksi

- j. Inkubator berfungsi untuk menginkubasi (menumbuhkan) mikroorganismenya seperti bakteri, fungi dan sel mikroba lainnya pada kondisi tertentu.



Gambar 3. 11 Inkubator

k. *Petrie Dish* sebagai wadah untuk perkembangan kultur bakteri.



Gambar 3. 12 *Petrie Dish*

m. *Flash Point Tester* berfungsi menguji titik nyala pertama pada fluida.



Gambar 3. 13 *Flash Point Tester*

n. *Heater Elektrik* berfungsi memanaskan sampel *wax* untuk melakukan uji *pour point*



Gambar 3. 14 Heater Electric

- o. *Water Bath* berfungsi menguji *cloud point* dan *cold point* pada *wax* setelah dan sebelum dilakukan *treatment* menggunakan mikroba.



Gambar 3. 15 Water Bath

- p. *Thermometer* Alkohol berfungsi menunjukkan informasi mengenai suhu pada sampel.



Gambar 3. 16 Thermometer Alcohol

3.3 PROSEDUR PERCOBAAN

3.3.1 Pengujian Kemampuan Bakteri *Bacillus Cereus* Hidup Dan Berkembang Diatas *Crude Oil*

1. Siapkan wadah *petrie dish*, kemudian letakan *crude oil* di dalamnya.
2. *Strain* (bibit) bakteri *bacillus cereus* 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.

3.3.2 Pengamatan Secara Fisik Menggunakan Mikroskop

1. Mengambil sebanyak 1-2 okse koloni dari media dan letakkan koloni bakteri tersebut di atas kaca objek.
2. Teteskan sebanyak 2 tetes larutan *buffer* di koloni tersebut.
3. Biarkan kering pada suhu ruangan.
4. Difiksasi sebanyak 3 kali yang bertujuan untuk merekatkan sampel di atas kaca objek.
5. Teteskan *crystal violet* sebanyak 2 tetes yang bertujuan untuk menguji pewarnaan gram positif. Kemudian diamkan selama 1 menit lalu dibilas dengan air mengalir.
6. Teteskan lugol sebanyak 2 tetes di atas media, lalu diamkan selama satu menit kemudian bilas menggunakan air mengalir.
7. Teteskan soprangan sebanyak 2 tetes yang bertujuan untuk menguji pewarnaan gram negatif. Kemudian diamkan selama 1 menit lalu dibilas dengan air mengalir.
8. Teteskan alkohol di atas media lalu diamkan selama 30 detik, bilas lagi menggunakan air mengalir.
9. Membiarkan kering media tersebut di suhu ruangan selama 5 menit.
10. Teteskan E. imersi oil sebanyak 1 tetes di atas media.
11. Lakukan pengamatan menggunakan mikroskop.

3.3.3 Penyediaan *Beaker Glass* Yang Diisi Dengan *Wax* Dan Penerapan Penggunaan Bakteri *Bacillus Cereus*

1. Siapkan *beaker glass*.
2. Timbang berat *beaker glass* sebelum diisi dengan *wax*.
3. Masukkan 30 gr *wax* ke dalam *beaker glass*.
4. Timbang kembali berat *beaker glass* yang telah terisi *wax*.
5. Menutup lubang pada *beaker glass* dengan menggunakan *aluminium foil*.
6. Diamkan *wax* selama 24 jam di dalam suhu ruangan.
7. Siapkan suspensi bakteri.
8. Memasukan suspensi bakteri dengan variasi 1, 2, dan 3 gr ke dalam *beaker glass* yang telah diisi *wax*.
9. Tutup beaker glass menggunakan *aluminium foil* yang telah diinjeksi bakteri dan direkatkan menggunakan isolasi.
10. Membiarkan reaksi terjadi selama 168 jam.
11. Kemudian uji nilai SG, API, *cloud point*, *cold point*, *pour point*, dan *flash point*.
12. Jika nilai tersebut sesuai dengan yang diinginkan maka pengujian dinyatakan berhasil.
13. Apabila hasil pada pengujian tersebut tidak sesuai dengan yang diinginkan, berarti disebabkan bakteri tersebut mati selama rentang waktu sebelum dilakukannya proses degradasi pada media *wax*.

3.3.4 Penentuan *Cloud Point* dan *Cold Point*

1. Mengambil sampel kemudian masukan kedalam tube.
2. Menyiapkan es batu dan menambahkan garam secukupnya agar es tidak mudah mencair.
3. Mengamati temperatur dan kondisi sample setiap 5 menit sampai sampel berkabut untuk mendapatkan hasil *cloud point*.
4. Ulangi langkah ke 3 sampai sampel diyakini telah membeku untuk mendapatkan nilai *cold point* tersebut.

3.3.5 Penentuan *Pour Point*

1. Setelah mendapatkan titik beku, keluarkan tube yang berisi sampel tadi dalam bath pada kondisi sample masih membeku.
2. Kemudian diamkan pada suhu ruangan.
3. Mengamati perubahan temperatur pada saat sample dituangkan. Catat temperatur tersebut sebagai *pour point*.

3.3.6 Penentuan *Flash Point*

1. Ambil sampel sebanyak 2 ml dengan menggunakan spet.
2. Tuangkan sampel ke dalam wadah yang telah dibersihkan.
3. Hidupkan penyal, atur hingga nyala baik dan konstan.
4. Atur pemanas sampel sampai diperoleh lagi kenaikan temperatur 1°.
5. Untuk mendapatkan titik nyala, arahkan lidah api dengan cepat.
6. Bila titik nyala telah diperoleh, hentikan pemanasan dan catat titik nyala.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di UPT RS. Arifin Ahmad dan Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri *bacillus cereus* untuk hidup dan tumbuh pada media *crude oil*, dan menjelaskan tentang identifikasi jenis bakteri yang tumbuh melalui pewarnaan gram bakteri pada mikroskop. Serta mengetahui kemampuan bakteri *bacillus cereus* dalam mendegradasi *wax deposit* pada media *beaker glass* sebagai tujuan awal penelitian ini.

4.1 INKUBASI BAKTERI *BACILLUS CEREUS*

Proses inkubasi bakteri ini dilakukan pada suhu 37°C selama 24 jam di dalam inkubator untuk mengetahui apakah bakteri tersebut hidup dan berkembang di atas media *crude oil*.



Gambar 4. 1 Sebelum Inkubasi Bakteri **Gambar 4. 2** Sesudah Inkubasi Bakteri

Pada gambar 4.1 merupakan gambar *crude oil* sebelum dilakukannya inkubasi pada bakteri yang ditaburkan di atas media *petrie dish*, menunjukkan bahwa bakteri tersebut belum tumbuh dan berkembang di atas media *crude oil*, dikarenakan bakteri tersebut belum bisa dilihat secara langsung dengan mata dan belum dapat digunakan untuk mendegradasi *wax*.

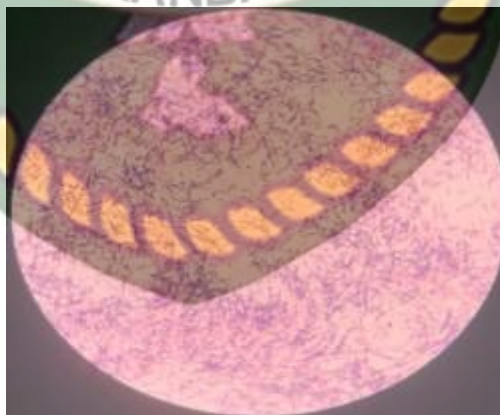
Pada gambar 4.2 hasil setelah inkubasi bakteri terlihat jelas bahwa bakteri tersebut sudah tumbuh dan berkembang di atas media *crude oil*, karena ukuran

bakteri menjadi lebih besar dan berkoloni dibandingkan sebelum dilakukan inkubasi. Koloni bakteri tersebut bentuknya tidak beraturan, dan warna yang terlihat pada koloni bakteri adalah berwarna kuning seperti pada gambar 4.2. warna tersebut merupakan salah satu dari 3 warna koloni bakteri, yaitu kuning, putih dan merah. Karakteristik koloni bakteri tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya (Hatmanti, 2000), bahwa koloni bakteri *bacillus cereus* tersebut berwarna kuning dan bentuknya tidak beraturan.

Berdasarkan hasil pengamatan, tidak ada koloni bakteri lain yang mengkontaminasi di atas media *crude oil* setelah dilakukan inkubasi, karena dapat dilihat dari warna dan bentuk koloni yang seragam.

4.2 HASIL IDENTIFIKASI BAKTERI *BACILLUS CEREUS* DENGAN MENGGUNAKAN MIKROSKOP

Identifikasi bakteri bakteri ini bertujuan untuk mengetahui warna bakteri, jenis bakteri, dan bentuk dari bakteri *bacillus cereus*. Selain itu bertujuan untuk memperoleh apakah sudah sesuai dengan jenis bakteri yang digunakan atau terdapat kontaminasi dari bakteri lain dengan melihat menggunakan mikroskop.



Gambar 4. 3 Pengujian pewarnaan dan jenis bakteri

Hasil yang didapat pada gambar 4.3 pengujian pewarnaan bakteri *bacillus cereus* tersebut setelah ditetaskan *crystal violet* diketahui bahwa bakteri *bacillus cereus* berwarna ungu, warna ungu tersebut merupakan hasil identifikasi bahwa

bakteri *bacillus cereus* tersebut merupakan gram positif (Meganada Hiaranya Putri, Sukini, 2017).

Bentuk bakteri *bacillus cereus* setelah dilihat menggunakan mikroskop dapat diketahui bahwa bakteri *bacillus cereus* tersebut berbentuk batang dengan ukuran kurang lebih lebar $1\mu\text{m}$ dan panjang $3\mu\text{m}$ sampai $5\mu\text{m}$.

Pada hasil pengujian pewarnaan gram bakteri *bacillus cereus*, tidak terdapat kontaminasi bakteri lain, karena bakteri *bacillus cereus* seragam mengikat warna ungu dan berbentuk batang.

4.3 DEGRADASI WAX

Setelah dilakukannya inkubasi dan identifikasi jenis bakteri, bentuk bakteri, dan warna bakteri melalui mikroskop dan, selanjutnya melakukan pengujian mendegradasi *wax* dengan menggunakan bakteri *bacillus cereus*.



Gambar 4. 4 Wax

Kondisi *wax* pada gambar 4.4 sebelum dilakukan *treatment* melalui hasil pengamatan memiliki struktur yang padat, dan beraroma. Pada kondisi seperti ini, *wax* tetap solid ketika diletak pada suhu ruangan.

Pada penerapan degradasi bakteri *bacillus cereus* penurunan nilai SG dan °API merupakan salah satu indikator keberhasilan dimana SG adalah berat jenis *crude oil* dan °API adalah satuan untuk mengukur kualitas dari suatu minyak.

Kualitas minyak bumi tersebut dikatakan baik apabila nilai SG kecil dan nilai °API tinggi.

Dapat dilihat nilai SG dan nilai °API sebelum dilakukan treatment pada tabel berikut:

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

No	Berat Wax (Gr)	SG	°API
1	30	0.834	38.16

Tabel 4.1 dapat diketahui nilai SG yaitu 0.834 dan nilai °API yaitu 38.16. Nilai tersebut merupakan hasil yang didapat pada *wax* yang belum dilakukan *treatment*.



Gambar 4. 5 kondisi *wax* setelah di *treatment* pada sampel 1

Gambar 4.5 menunjukkan kondisi *wax* setelah di *treatment* menggunakan bakteri *bacillus cereus* seberat 1 gr dan *wax* seberat 30 gr yang didiamkan selama 168 jam pada suhu ruangan. Terlihat bahwa kondisi *wax* sudah mulai terdegradasi oleh bakteri *bacillus cereus*, tetapi bentuk fisiknya masih padat dan masih beraroma seperti sebelum didegradasi.



Gambar 4. 6 kondisi *wax* setelah di *treatment* pada sampel 2

Gambar 4.6 menunjukkan hasil degradasi *wax* dengan meningkatkan berat bakteri sebanyak 2 gr dan berat *wax* 30 gr dengan waktu pendegradasiannya sama seperti pada sampel 1. *Wax* tersebut masih berbentuk padat, tetapi sudah mulai ada aroma dari bakterinya.



Gambar 4. 7 kondisi *wax* setelah di *treatment* pada sampel 3

Gambar 4.7 menunjukkan hasil dari degradasi *wax* dengan meningkatkan lagi berat bakteri seberat 3 gr dengan berat *wax* tetap juga seberat 30 gr. Terlihat *wax* tersebut sudah mulai mencair dibandingkan pada sampel 1 dan sampel 2. Dan aroma dari bakteri lebih mendominasi dibandingkan aroma pada *wax*.

Hasil pengujian SG dan °API setelah di *treatment* menggunakan bakteri *bacillus cereus* dapat dilihat pada berikut:

Tabel 4. 2 Hasil pengujian *wax* setelah di *treatment*

No	Parameter Pengujian	Berat Bakteri Bacillus Cereus (gr)		
		1	2	3
1	SG	0.833	0.822	0.809
2	°API	38.36	40.64	43.40

Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai SG dan °API pada *wax* setelah di *treatment* dengan menggunakan bakteri *bacillus cereus* sebanyak 1 gr menunjukkan nilai SG yaitu 0.833, dan °API yaitu 38.36, pada bakteri *bacillus cereus* sebanyak 2 gr menunjukkan nilai SG 0.822 dan °API 40.64, selanjutnya bakteri *bacillus cereus* sebanyak 3 gr menunjukkan nilai SG 0.809 dan °API 43.40. Dari pengujian yang dilakukan hasil yang didapat sesuai dengan penelitian sebelumnya (Sadeghazad & Ghaemi, 2018). berdasarkan pengujian setelah *treatment* pada *wax* menggunakan bakteri *bacillus cereus* menunjukkan nilai SG menurun dan °API meningkat, yang menyebabkan kandungan pada *wax* berkurang, dikarenakan bakteri *bacillus cereus* tersebut mampu memutuskan rantai panjang menjadi rantai pendek pada kandungan *wax*.

Pada pengujian selanjutnya dilakukan pengujian *cloud point*, *cold point*, *pour point*, dan *flash point* menggunakan *wax* yang sudah di *treatment* dengan menggunakan bakteri *bacillus cereus*. Hasil pengujian *wax* sebelum di *treatment* dapat dilihat pada tabel berikut;

Tabel 4. 3 Hasil pengujian *cloud point*, *cold point*, *pour point*, dan *flash point* sebelum di *treatment* dengan bakteri *bacillus cereus*

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

Hasil dari pengujian *cloud point*, *cold point*, *pour point*, dan *flash point* menggunakan *wax* yang sudah di *treatment* dengan menggunakan bakteri *bacillus cereus* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 4 Hasil pengujian setelah dilakukan treatment menggunakan bakteri *bacillus cereus*

No	Berat Wax (gr)	Jumlah Bakteri (gr)	Cloud Point (°C)	Cold Point (°C)	Pour Point (°C)	Flash Point (°C)
1	30	1	33	27	39	70
2	30	2	29	24	37	70
3	30	3	24	20	35	70

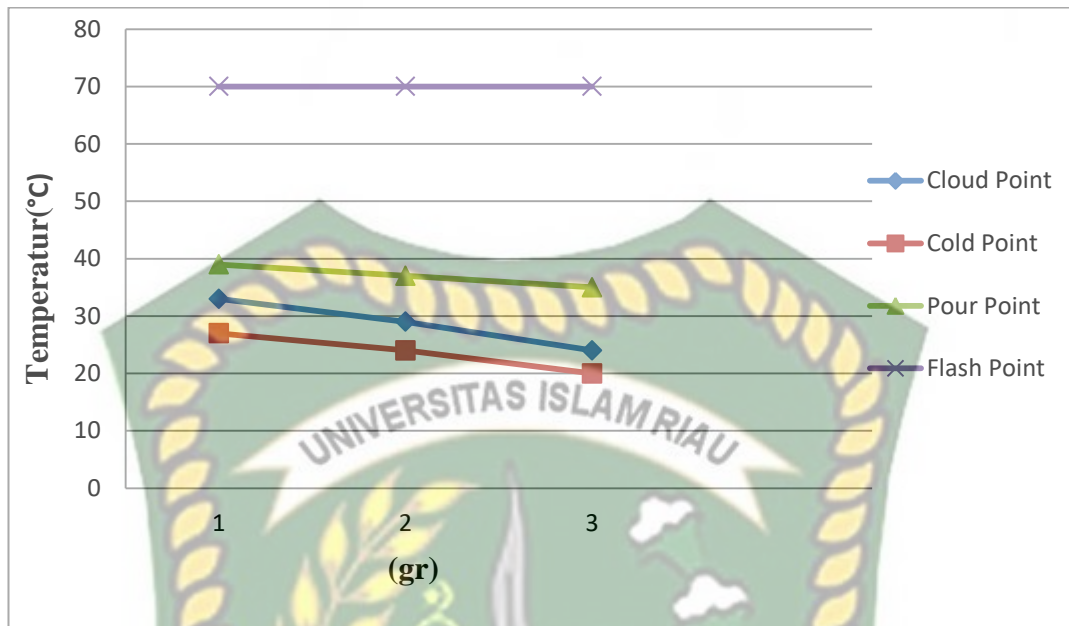
Tabel 4.4 dapat dilihat hasil pengujian dari wax setelah di *treatment* menggunakan bakteri *bacillus cereus*. Hasil tersebut menunjukkan nilai cloud point, cold point, pour point dan flash point. Pada sampel 3 dengan berat bakteri sebanyak 3 gr menunjukkan hasil yang paling baik dibandingkan pada sampel 1 dan sampel 2.

Nilai *cloud point* pada sampel 3 seberat 3 gr yang sebelumnya 34°C menjadi 24°C menunjukkan bahwa bakteri *bacillus cereus* mampu menurunkan temperatur *cloud point* dengan memutuskan alkana rantai panjang menjadi rantai pendek, sehingga pengendapan wax tersebut akan tertunda.

Selanjutnya nilai *cold point* pada sampel 3 seberat 3 gr menunjukkan nilai yang temperatur sebelumnya 28°C menjadi 20°C. yang berarti wax akan mulai membeku dan tidak mengalir pada suhu 20°C. Hasil setelah di *treatment* dengan menggunakan bakteri *bacillus cereus* tersebut memiliki nilai pada temperatur *cold point* lebih rendah 8°C dibandingkan sebelum dilakukannya *treatment* menggunakan bakteri.

Nilai *pour point* mengalami penurunan pada sampel 3 dengan berat bakteri 3 gr yang sebelumnya 40°C menurun menjadi 35°C menandakan bahwa wax tersebut setelah di *treatment* akan lebih mudah mengalir.

Sedangkan untuk nilai *flash point*nya tidak mengalami perubahan, karena nilai yang diperoleh pada SG tidak berubah secara signifikan.



Gambar 4. 8 Grafik hasil *treatment* menggunakan bakteri *bacillus cereus*

Gambar 4.8 adalah grafik dari hasil setelah di *treatment* menggunakan bakteri *bacillus cereus*, dimana grafik tersebut menunjukkan bahwa sampel ke 3 dengan jumlah bakteri sebanyak 3 gr lebih bagus dalam mendegradasi wax, sehingga menghasilkan *cold point*, *cloud point*, dan *pour point* lebih bagus dari pada sampel 1 dengan jumlah bakteri 1 gr dan sampel 2 dengan jumlah bakteri 2 gr. Sedangkan hasil *flash point* menunjukkan hasil yang sama.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian setelah dilakukannya inkubasi dengan suhu 37°C selama 24 jam pada bakteri *bacillus cereus* didapati banyak koloni dan bakteri tersebut dapat tumbuh dan berkembang di atas *crude oil* dan tidak ada koloni lain yang tumbuh, menandakan bahwa bakteri *bacillus cereus* berhasil hidup dan berkembang di atas media tersebut.
2. Hasil pengujian dalam mendegradasi *wax* dengan menggunakan bakteri *bacillus cereus* pada sampel 3 dengan jumlah bakteri 3 gr pada *wax* seberat 30 gr, menunjukkan hasil yang bagus dibandingkan pada sampel 1 dengan berat bakteri 1 gr dan sampel 2 dengan berat bakteri 2 gr. Nilai yang didapat pada bakteri seberat 3 gr menunjukkan nilai yaitu SG 0.809, °API 43.40, *cloud point* yaitu 24 °C, *cold point* 20°C, *pour point* 35°C, dan *flash point* 70 °C. Dari hasil *treatment wax* pada bakteri *bacillus cereus* menunjukkan bahwa bakteri *bacillus cereus* mampu mendegradasi *wax*.

5.2 SARAN

Diharapkan kepada pembaca atau peneliti selanjutnya agar dapat melakukan penelitian dengan menghitung nilai viskositasnya, karena viskositas merupakan salah satu indikator penting pada hasil degradasi *wax*, serta menggunakan kombinasi jenis bakteri dan variasi jumlah bakteri lainnya dalam mendegradasi *wax deposite* untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aizawa, S.-I. (2014). *Bacillus Subtilis The Representative of Gram-Positive Bacteria. The Flagellar World*, 22–23.
- Ayustanigwarno, F. (2013). *Ilmu dan Teknologi Pangan. September*, 37–41.
- Bao, M., Pi, Y., Wang, L., Sun, P., Li, Y., & Cao, L. (2014). Lipopeptide biosurfactant production bacteria *Acinetobacter* sp. D3-2 and its biodegradation of crude oil. *Environmental Sciences: Processes and Impacts*, 16(4), 897–903.
- Chikkam, C. S. (2020). *Using paraffin degrading bacterial (PDB) consortium to study the degradation behaviour of oil from an onshore oil well. International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(2), 2211–2214.
- Dhama Susanthi, Made Sudiama, L. S. (2009). Bateri Laut Isolat Pulau Pari Pendegradasi Komponen Crude Oil. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA, 2002*, 35–48.
- Djaenuddin, N., & Muis, A. (2015). Karakteristik Bakteri Antagonis *Bacillus subtilis* Dan Potensinya Sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Tanaman. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*, 489–494.
- El-dalatony, M. M., Jeon, B., Salama, E., & Eraky, M. (2019). Occurrence and Characterization of Paraffin Wax Formed in Developing Wells and Pipelines. *Energies*, 1–23.
- 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.
- Guozhong, Z., & Gang, L. (2010). Study on the wax deposition of waxy crude in pipelines and its application. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 70(1–2), 1–9.
- Hatmanti, A. (2000). *SPP. oleh Ariani Hatmanti **. XXV(1), 31–41.
- 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.

- Hong, J., Yun, L., Jia, P., Tong, Y., & Xu, R. D. (2013). *Microbial Treatment for Prevention and Removal of Paraffin Deposition on the Walls of Crude Pipelines*. 68, 10–12.
- Kalia, V. C., Mukherjee, T., Bhushan, A., Joshi, J., Shankar, P., & Huma, N. (2011). Analysis of the unexplored features of *rrs* (16S rDNA) of the Genus *Clostridium*. *BMC Genomics*, 12.
- Kumari, S., Regar, R. K., & Manickam, N. (2018). Improved polycyclic aromatic hydrocarbon degradation in a crude oil by individual and a consortium of bacteria. *Bioresource Technology*, 254, 174–179.
- 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.
- Liu, J., Chen, Y., Xu, R., & Jia, Y. (2013). Screening and Evaluation of Biosurfactant-Producing Strains Isolated from Oilfield Wastewater. *Indian Journal of Microbiology*, 53(2), 168–174.
- Lukman Iatrawan. (2015). *Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak dengan Metode Soil Washing dan Biostimulasi*. 50.
- Luna, J. M., Filho, A. S. S., Rufino, R. D., & Sarubbo, L. A. (2016). Production of biosurfactant from *Candida bombicola* URM 3718 for environmental applications. *Chemical Engineering Transactions*, 49, 583–588.
- Marchant, R., & Banat, I. M. (2012). Biosurfactants: A sustainable replacement for chemical surfactants? *Biotechnology Letters*, 34(9), 1597–1605.
- Neto, D., & Neto, B. (2009). Determination Of Wax Appearance Temperature (Wat) In Paraffin/Solvent Systems By Photoelectric Signal And Viscosimetry a. *Brazilian Journal of Petroleum and Gas*, 3(4), 149–157.
- Prasetyo, A., & Sudono, S. (2020). Klasifikasi dan Identifikasi Material terhadap Pengendapan Wax pada Sumur Minyak. *Journal of Applied Science (Japps)*, 2(1), 031–049.
- Ramadhan, W. (2016). *Pemisahan Olefin / Parafin dengan Teknologi Membran*. May.

- 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.
- 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*.
- Sakthipriya, N., & Sangwai, J. S. (2017). *Enhanced microbial degradation of waxy crude oil: a review on current status and future perspective Mukesh Doble*. 16(2), 130–165.
- Sakthipriya, N., Doble, M., & Sangwai, J. S. (2015). Author ' s Accepted Manuscript. *Journal of Petroleum Science and Engineering*.
- Speight, J. G. (2015). Handbook of Petroleum Product Analysis. *Handbook of Petroleum Product Analysis*.
- 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.
- Wang, D., Lin, J., Lin, J., Wang, W., & Li, S. (2019). Biodegradation of Petroleum Hydrocarbons by *Bacillus subtilis* BL-27 , a Strain with Weak Hydrophobicity. *Molecules*.
- White, M., Pierce, K., & Acharya, T. (2018). A Review of Wax-Formation / Mitigation Technologies in the Petroleum Industry. *SPE Production & Operation, March*.
- Zhang, Z., Hou, Z., Yang, C., Ma, C., Tao, F., & Xu, P. (2011). Degradation of n-alkanes and polycyclic aromatic hydrocarbons in petroleum by a newly isolated *Pseudomonas aeruginosa* DQ8. *Bioresource Technology*, 102(5), 4111–4116.