ANALISIS REDUKSI SAMPEL *SCALE* PADA PIPA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN ASAM ORGANIK CANGKANG KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI TEMPERATUR

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Mencapai Gelar Sarjana Teknik

OLEH:

MUHAMMAD HIDAYAT
NPM:153210632

PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2021

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya 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, 29 November 2021

Muhammad Hidayat

NPM. 153210632

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

KATA PENGANTAR

Rasa syukur saya ucapkan kepada Allah SubhannahuwaTa'ala karena atas rahmat dan karuania-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar serjana Teknik program studi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama kuliah. Tanpa bantuan mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar sarjana teknik ini:

1. Ibu Dr. Mursyidah, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir yang saya kerjakan.
2. Ketua Prodi Ibu Novia Rita, ST.,M.T dan sekretaris Prodi Bapak Tomi Erfando ST., M.T serta dosen-dosen yang banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, dan dukungan yang telah diberikan.
3. Ibu Richa Melysa ST M.T selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, penyemangat selama menjalankan perkuliahan di Teknik Perminyakan.
4. Kedua orang tua Bapak Abdul Gani dan Ibu Nurmala, kakak saya Juliana dan dr. Farida ayu serta Adik saya Putra gunawan, S.Ak yang selalu menyemangati dan memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil hingga saat ini.
5. Keluarga besar saya Paman Tante dan Adik-adik yang telah memberikan dukungan dan nasehat sampai saat ini
6. Terimakasih untuk teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu persatu yang telah membantu, menolong, memberi semangat dan memberi motivasinya.
7. Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, mendukung dan mendoakan hingga tugas akhir ini selesai.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Teriring doa saya, semoga Allah SWT memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan

Pekanbaru, 29 November 2021

Muhammad Hidayat

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR ..... **iii**

KATA PENGANTAR ..... **iv**

DAFTAR ISI ..... **vi**

DAFTAR GAMBAR ..... **ix**

DAFTAR TABEL ..... **x**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xi**

DAFTAR SINGKATAN ..... **xii**

DAFTAR SIMBOL ..... **xiii**

ABSTRAK ..... **xiv**

ABSTRAC ..... **xv**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 LATAR BELAKANG 1

1.2 TUJUAN PENELITIAN 2

1.3 MANFAAT PENELITIAN 3

1.4 BATASAN MASALAH 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**

2.1 PENGERTIAAN *SCALE* 4

2.2 JENIS DAN FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PEMBENTUKAN *SCALE* 6

2.3 PENANGGULANGAN *SCALE* 8

2.3.1 PENGENDALIAN pH 8

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.3.2 INJEKSI *INHIBITOR* 8
2.3.3 *ACID*IZING 9
2.4 ASAM DARI CANGKANG KELAPA SAWIT 10
2.5 *STATE OF THE ART* 11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16
3.1 METODE PENELITIAAN 16
3.2 ALUR PENELITIAAN 17
3.3 ALAT, BAHAN, DAN PROSEDUR 18
3.3.1 ALAT 18
3.3.2 BAHAN 21
3.3.3 PROSEDUR PENELITIAN 21
3.4 TEMPAT PENELITIAN 24
3.5 TEMPAT PENGAMBILAN SAMPEL 24
3.6 WAKTU PENELITIAN 24
BAB IV HASIL DAN PEMBHASAN 26
4.1 ANALISIS SENYAWA KIMIA ASAM ORGANIK HASIL *PYROLISIS* CANGKANG KELAPA SAWIT 26
4.2 ANALISIS KOMPONEN KIMIA *SCALE* DAN pH SAMPEL 28
4.3 PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP REDUKSI *SCALE* MENGGUNAKAN ASAM ORGANIK CANGKANG KELAPA SAWIT.. 31
4.4 PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP REDUKSI *SCALE* DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN ASAM ORGANIK DAN ASAM KLORIDA (HCL 5%) 33
4.5 PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP REDUKSI *SCALE* DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN ASAM ORGANIK DAN ASAM KLORIDA (HCl 10%). 35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 40
5.1 KESIMPULAN 40

Universitas Islam Riau

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

5.2 SARAN 40

DAFTAR PUSTAKA 41

LAMPIRAN 44

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 17
Gambar 3.2 *baker glass* 18
Gambar 3.3 Timbangan digital 18
Gambar 3.4 oven 19
Gambar 3.5 Gelas ukur 19
Gambar 3.6 *Stopwatch* 19
Gambar 3.7 *pyrolisis* 20
Gambar 3.8 pH meter 20
Gambar 3.9 GCMS 20
Gambar 3.10 *Scale* pada pipa 24
Gambar 4.1 Grafik senyawa kimia asam organik hasil pyrolysis cangkang kelapa sawit menggunakan GC-MS 26
Gambar 4.2 Grafik pengaruh asam organik cangkang kelapa sawit terhadap temperatur dalam mereduksi *scale* 32
Gambar 4.3 Grafik persentase laju reduksi *scale* menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit terhadap temperatur 33
Gambar 4.4 Grafik pengaruh campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) terhadap temperatur dalam mereduksi *scale* 34
Gambar 4.5 Grafik persentase laju reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) terhadap temperatur 35
Gambar 4.6 Grafik pengaruh campuran asam organik dan asam klorida (HCL 10%) terhadap temperatur dalam mereduksi *scale* 36
Gambar 4.7 Grafik persentase laju reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 10%) terhadap temperatur 37
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan reduksi *scale* menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit dengan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5% dan 10%) 38

Universitas Islam Riau
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 jenis jenis *scale* berdasarkan pengendapanya 6

Tabel 2.2 Jenis-jenis *scale* dan faktor pembetukanya 7

Tabel 2.3 Senyawa kimia cangkang kelapa sawit 11

Tabel 4.1 Senyawa kimia yang dominan pada asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit menggunakan GC-MS 27

Tabel 4.2 Komponen kimia pada *scale* 29

Tabel 4.3 Nilai pH asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit dan campuran asam organik dan asam klorida (HCL) konsentrasi 5% dan 10% 30

Tabel 4.4 pH asam klorida (HCL) 30

Tabel 4.5 Pengaruh asam organik cangkang kelapa sawit terhadap temperatur dalam mereduksi *scale* 31

Tabel 4.6 Pengaruh campuran asam organik dan asam klorida (HCL5%) terhadap temperatur dalam mereduksi *scale* 33

Tabel 4.7 Pengaruh campuran asam organik dan asam klorida (HCL10%) terhadap temperatur dalam mereduksi *scale* 36

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pembuatan konsentrasi asam klorida 44
Lampiran 2 Perhitungan dan persentase reduksi *scale* 45
Lampiran 3 Gambar hasil penelitian 48
Lampiran 4 Data senyawa kimia asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit 52
Lampiran 5 Data analisis kandungan kimia *scale* menggunakan X-RF 54

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR SINGKATAN

GC-MS	*Gas Mass Spectrophotometri*
X-RF X-ray	*Fluorescence Spectrometer*
X-RD	*X-Ray Difraction*
pH	*power of Hydrogen*
PSA	*Particle Size Analyzer*
rpm	rotasi per menit
SEM	*Scanning Electron Microscope*
SI	*Stability Index*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR SIMBOL

%	*Percent*
gr	gram
µm	*micro meter*
ml	mili liter
mm	mili meter
°C	*Derajat celcius*
kg	kilo gram
Ca	Kalsium
Ba	Barium
S	Sulfur
Cl	Klorida
P	Fosfor
Sr	Stronsium
Fe	Fero
Si	Silikon
Na	Natrium
K	Kalium

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

ANALISIS REDUKSI SAMPEL *SCALE* PADA PIPA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN ASAM ORGANIK CANGKANG KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI TEMPERATUR

Muhammad Hidayat
153210632

ABSTRAK

Pembentukan dan Penumpukan *scale* merupakan permasalahan yang mengganggu dan berdampak pada sistem pemipaan yang berada di *surface* baik itu di *flowline production line* hingga ke *gathering station. Scale* dapat terbentuk karena kandungan berbagai senyawa yang mengendap akibat perubahan tekanan, suhu atau pH yang melepaskan karbon dioksida terlarut (CO_2) dari larutan. Pada umumnya mereduksi *scale* di lapangan minyak menggunakan asam anorganik seperti HCl, H_2SO_4 dan campuran HCl dan $CuSO_4$. Pada penelitian ini asam yang digunakan adalah asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit dan campuran asam organik dan asam klorida (HCL). Analisis yang dilakukan terhadap kandungan asam organik menggunakan GC-MS didapatkan 76 senyawa kimia, diantara 76 senyawa kimia tersebut terdapat 12 senyawa kimia yang dominan. Persentase senyawa asamnya sebesar 13.24%, yaitu *formic acid, carbomic acid* dan *acetic acid* dengan pH = 2.9. Adanya senyawa asam ini dalam asam organik dapat mengikis dan mereduksi sampel *scale* yang diperoleh dari pipa distribusi lapangan X. Hasil pengujian komponen kimia sampel *scale* menggunakan XR-F didapatkan 12 komponen kimia dalam *scale* lapangan X dan dominannya adalah Barium sebesar 63.8%. Pengaruh asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit sebagai pereduksi *scale* dilakukan dengan cara menimbang massa *scale* sebelum direndam dan setelah direndam dengan asam organik berdasarkan temperatur yang digunakan. Berdasarkan hasil pengujiaan Peningkatan temperatur berpengaruh dalam persentase laju reduksi *scale.* Temperatur tertinggi pada penelitiaan ini yaitu 40°C mampu menghasilkan persentase reduksi *scale* sebesar 6.30% berbanding 5.06% pada temperatur 30°C dengan waktu perendaman hanya selama 2 menit. Pada temperatur 40°C dengan menggunakan bahan pereduksi campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) terjadi reduksi *scale* sebesar 6.93% berbanding 5.68% pada temperatur 30°C dan dengan menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 10%) hasil reduksi *scale* yang terjadi lebih besar yaitu 8.08% berbanding 6.36% pada temperatur 30°C selama perendaman 2 menit.

Kata kunci : *Scale, Pyrolysis,* Cangkang Kelapa Sawit, Asam Organik, Reduksi *Scale*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

ANALYSIS OF SCALE SAMPLE REDUCTION ON DISTRIBUTION PIPE USING PALM OIL SHELL ORGANIC ACID WITH TEMPERATURE VARIATION

Muhammad Hidayat
153210632

ABSTRAC

The formation and buildup of scale is a problem that interferes and has an impact on the piping system that is on the surface, both in the flowline production line to the gathering station. Scale can be formed because the content of various compounds that precipitate due to changes in pressure, temperature, or pH which releases dissolved carbon dioxide (CO_2) from solution. On generally reduce scale in oil fields using inorganic acids such as HCl, H_2SO_4 and a mixture of HCl and $CuSO_4$. In this study, the acid used was organic acid from the pyrolysis of oil palm shells and a mixture of organic acid and hydrochloric acid (HCL). The analysis carried out on the organic acid content using GC-MS obtained 76 chemical compounds, among the 76 chemical compounds there were 12 dominant chemical compounds. The percentage of acid compounds is 13.24 %, namely formic acid, carbomic acid and acetic acid with pH = 2.9. The presence of these acid compounds in organic acids can erode and reduce the scale samples obtained from the distribution pipe in the X field. The results of testing the chemical components of the scale samples using XR-F obtained 12 chemical components in the X field scale and the dominant is Barium at 63.8%. The effect of organic acid from the pyrolysis of oil palm shells as a scale reducer was carried out by weighing the mass of the scale before soaking and after soaking with organic acid based on the temperature used. Based on the test results, the increase in temperature has an effect on the percentage of the scale reduction rate. The highest temperature in this study, which was 40°C, was able to produce a scale reduction percentage of 6.30% compared to 5.06% at a temperature of 30°C with an immersion time of only 2 minutes. At a temperature of 40°C by using a reducing agent a mixture of organic acid and hydrochloric acid (HCL 5%) there was a scale reduction of 6.93% compared to 5.68% at a temperature of 30°C and by using a mixture of organic acid and hydrochloric acid (HCL 10%) the results were reduced. scale that occurs is larger, namely 8.08% compared to 6.36% at a temperature of 30°C for 2 minutes of immersion.

Keywords : *Scale, Pyrolysis, Palm Oil Shell, Organic Acid, Scale Reduction*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pada proses produksi minyak bumi dari sumur produksi hingga tempat pengumpulan (*gathering station*) merupakan salah satu hal yang sangat penting dan pastinya memiliki berbagai kendala dan permasalahan, terutama pada sistem pemipaan yang terdapat *surface facility*. Pipa merupakan salah satu media yang sangat penting untuk digunakan sebagai alat penunjang dalam kegiatan lifting dan transportasi migas. Sistem pemipaan yang baik akan berdampak pada efisiensi terhadap waktu maupun biaya yang akan di keluarkan.

Salah satu permasalahan yang umum mengganggu dan berdampak pada sistem pemipaan yang berada *surface* baik itu di *flow line, production line* hingga ke *gathering station* yaitu permasalahan *scale*. *Scale* dapat terbentuk karena perubahan tekanan, suhu dan pH sehingga keseimbangan ion-ion melebihi kelarutannya dan membentuk endapan atau padatan baik di reservoir, formasi produktif ataupun sepanjang pipa alir produksi minyak dan gas bumi, baik di bawah atau diatas permukaan (Pranondo & Agusandi, 2017). Pembentukan *scale* merupakan permasalahan utama dalam industri minyak, yang dapat menyebabkan kegagalan produksi, kerusakan peralatan, *shutdown* darurat, peningkatan biaya pemeliharaan, dan penurunan secara keseluruhan dalam efisiensi produksi (Friadi et al., 2011). Selain itu *scale* dapat mengurangi diameter pipa dan menghambat aliran fluida pada sistem pipa (Musmuliadi, 2020). Jenis- jenis *scale* yang terdapat dalam pipa terbagi menjadi tiga yaitu *hard scale, soft scale* dan *misc* (Alida et al., 2018).

Ada beberapa metode yang digunakan dalam mencegah maupun menangani terbentuknya *scale* pada peralatan industri migas, yaitu dengan menurunkan pH larutan dengan penambahan asam (Zhang & Dawe, 2000), penggunaan *inhibitor* (*scale inhibitor*)(Celik et al., 2018), asam sitrat dan asam sulfamat (Ekananda et al., 2019),

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

seyawa *acid* organik (Syahri & Sugiarto, 2008). dan metode *acidizing* yaitu dengan menginjeksikan *acid* untuk melarutkan *scale* pada *flowline*(Sari, 2011).

Pada umumnya *scale inhibitor* yang digunakan dilapangan minyak yaitu *scale inhibitor* anorganik. *Scale inhibitor* anorganik yang biasa digunakan dalam mereduksi *scale* adalah HCl , H_2SO_4, asam asetat atau campuran antara HCl dan $CuSO_4$ (Syahri & Sugiarto, 2008). Faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan *inhibitor* adalah keefektifan, kestabilan, kecocokan dan biaya. Dalam beberapa tahun terakhir sedang dikembangkan penanganan *scale* kearah penggunaan bahan-bahan *acid* (asam) yang bersifat lebih terbarukan, ekonomis, lebih ramah lingkungan (*biodegradable*) untuk menggantikan maupun mengurangi ketergantungan penggunaan HCL sebagai pereduksi *scale* pada sistem pemipaan di industri migas.

Pada penelitiaan ini, asam organik yang digunakan berasal dari hasil proses kondensasi *pyrolisis* cangkang kelapa sawit yang berupa cairan (Haji, 2013). Komponen yang terkandungan dalam cairan tersebut seperti senyawa fenol dan asam. semakin tinggi kadar total *fenol* dalam asap cair maka nilai pHnya semakin rendah (asap cair semakin asam)(Jayanudin et al., 2012). Dengan adanya kandungan *fenol* dan asam yang tinggi dalam cangkang kelapa sawit maka dapat berpotensi untuk dijadikaan asam organik sebagai pereduksi *scale* pada sistem pemipaan industri migas.

Pengaruh temperatur terhadap asam dapat mempercepat reaksi untuk meruduksi *scale*, Hal ini sesui dengan penelitian dari (Asdineri et al., 2018). Semakin tinggi konsentrasi asam HCl, maka semakin cepat dalam meruduksi *scale* dan semakin tinggi temperatur reaksi, maka kecepatan reaksi acidizing akan semakin cepat.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitiaan ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh asam organik cangkang kelapa sawit terhadap kemampuan meruduksi *scale* dengan menggunakan 3 variabel temperatur yang berbeda yaitu 30°C, 35°C dan 40°C.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2. Menganalisis kemampuan reduksi *scale* campuran asam organik dan asam klorida (HCL) konsentrasi 5% dan 10% dengan variabel temperatur yang berbeda yaitu 30°C, 35°C dan 40°C.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitiaan ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat dimanfaatkan oleh industri migas sebagai solusi alternatitif yang tepat untuk mengatasi permasalahan *scale* yang terdapat pada pipa distribusi dengan pemanfaatan asam organik hasil proses kondensasi *pyrolysis* cangkang kelapa sawit sebagai peruduksi *scale*.
2. Dapat mengurangi penggunaan asam anorganik (HCL) untuk menghindari dampak laju korosi.
3. Mempercepat reduksi *scale* dengan memanfaatkan 2 parameter yaitu material pereduksi dari asam organik dan parameter temperatur yang berbeda yaitu 30°C, 35°C dan 40°C.

1.4 BATASAN MASALAH

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang dimaksud, batasan masalah yang akan dibahas adalah pemakaian asam organik *pyrolysis* cangkang kelapa sawit dan campuran antara asam organik dan asam klorida (HCL) dengan konsentrasi 5% dan 10% untuk meruduksi *scale* dalam skala laboratorium dengan menggunakan variabel temperatur yang berbeda yaitu 30°C, 35°C dan 40°C, serta kajian ini dibatasi pada kajian laboratorium tidak di terapkan langsung di lapangan.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB II
TINJAUAAN PUSTAKA

Penelitian yang akan diangkat adalah kajian skala laboratorium penanganan *scale* yang terbentuk di dalam pipa distribusi menggunakan asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit. Melihat fenomena tersebut, perlu dilakukan penelitiaan yang bertujuaan untuk eksploitasi sumber daya alam sehingga dapat mengatasi masalah tersebut. Sebagaimana firman Allah dalam surat Ar-Rahman ayat 33 :

"*Hai golongan jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan* ***(****dari allah subhanallahu wa ta'ala****).***
(Q.S Ar-Rahman[55] :33)

Dari ayat di atas dapat dipahami bahwa sebagai hamba allah kita diperbolehkan atau diberikan kesempatan untuk melakukan eksplorasi baik itu dengan tujuan untuk mengetahui apa yang terjadi baik di langit maupun di bumi. Namun untuk mengetahui hal tersebut maka perlu dilakukan kekuatan, kekuatan yang dimaksud adalah kekuatan berupa tubuh dan ilmu pengetahuan yang harus dikembangkan.

2.1 PENGERTIAAN *SCALE*

Scale merupakan salah satu masalah yang cukup sering terjadi pada peralatan industri migas yang harus ditangani dengan serius. *Scale* terjadi karena adanya perubahan temperatur, tekanan, pH dan pencampuran dua jenis air yang *incompatible* (belainan sifat) sehingga batas kelarutan senyawa yang terkandung dalam air formasi terproduksi terlampaui dan bereaksi membentuk padatan (Liestyana et al., 2018). Air formasi yang terproduksi bersama minyak dan gas mengandung beberapa senyawa dalam bentuk ion-ion, yaitu kation (ion positif) dan anion (ion negatif). Yang termasuk kation adalah Calcium (Ca^{2+},), Magnesium (Mg^{2+}), Ferrum (Fe^{3+}), Barium (Ba^{2+}), Natrium (Na^{+}), Strontium (Sr^{2+}). Anion dari air formasi adalah *Chloride* (Cl^{-}) Carbonat (Co_3^{2-}), Bicarbonat (HCO_3^{-}) dan sulfat (SO_4^{2-}).

Universitas Islam Riau

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Menurut (Alida et al., 2018) *Scale* merupakan suatu endapan yang mengkristal dari air formasi di suatu bidang khusunya *flowline* yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, pH, tekanan, dan kandung ion senyawa kimia yang ada diair formasi tersebut. Terbentuknya *scale* dapat menyebabkan terjadinya penurunan produksi sumur karena terhambatnya aliran pada tubing dan flowline serta alat-alat produksi lainnya, di samping itu juga dapat mengakibatkan peralatan produksi rusak (Azmi et al., 2017). *Scale* dapat juga didefinisikan sebagai kumpulan endapan yang menjadi kerak dan dapat menutupi lubang, tabung produksi dan katup sehingga menyumbat aliran dari fluida (Musmuliadi, 2020). Adapun proses pembentukan endapan *scale* dapat dikategorikan dalam tiga tahap pokok, yaitu:

1. Tahap pembentukan inti

   Tahap ini adalah tahap dimana ion-ion yang terkandung dalam air formasi akan mengalami reaksi kimia yang membentuk inti kristal. Inti kristal yang terbentuk sangat halus sehingga tidak mengendap dalam proses aliran.
2. Tahap pertumbuhan inti

   Pada tahap ini akan menarik molekul-molekul yang lain, sehingga inti akan menjadi butiran yang lebih besar.
3. Tahap pengendapan

   Kristal akan mengendap apabila kecepatan pengendapan lebih besar dari aliran fluida dan kecepatan pengenapan kristal juga akan dipengaruhi oleh ukuran dan berat jenis kristal yang membesar pada tahap sebelumnya.

Kecepatan pengendapan kristai akan di pengaruhi oleh ukuran dan berat jenis kristai yang membesar pada tahap sebelumnya. Selain itu proses pengendapan juga di pengaruhi oleh aliran fluida pembawa, dimana kristai akan mengendap apabila kecepatan pengendapan akan lebih besar dari kecepatan aliran fluida.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.2 JENIS DAN FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PEMBENTUKAN *SCALE*

Terdapatnya *scale* didalam pipa distribusi minyak dan gas bumi dapat menimbulkan berbagai masalah. Dengan mengetahui jenis dan faktor pembentukan *scale*, maka dapat dilakukan pencegahan dan penanggulanganya. Berdasarkan komposisinya, secara umum *scale* dibedakan menjadi *scale* karbonat, *scale* sulfat, serta campuran dari keduanya.

Endapan *scale* terjadi secara alami akibat reaksi kimia antara senyawa anorganik yang terdapat dalam air. Senyawa yang sering menyebabkan pengerakan antara lain senyawa dengan unsur kalsium, sulfat, alkalin, klorida, nitrat, besi dan fosfat (Widianto et al., 2017). Berdasarkan jenis pengendapanya, klasifikasi *scale* dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 jenis jenis *scale* berdasarkan pengendapanya

Jenis	Sifat Utama	Komponen
Hard *Scale*	Umumumnya berwarna terang dan apabila terdapat pengotor (minyak atau oksida besi) akan menjadi agak gelap. Hampir tidak larut dalam asam.	$BaSO_4$,$SrSO_4$, $CaSO_4$ .dan $2H_2O$ ataupun kombinasi dari keempatnya serta cenderung terdapatnya SiO_2.
Soft *Scale*	Umumnya terang atau agak gelap (jika mengandung pengotor). larut dalam asam.mengandung CO_2.	$CaCO_3$ dengan mengandung sedikit $MgCO_3$, $FeCO_3$, SiO_2, $CaSO_4$ $2H_2O$ FeS dan S.
Misc	Tidak mudah larut dalam asam. mengandung H_2S berwarna coklat tua sampai hitam.	FeS, Fe_2O_3 H_2O, S.

Sumber:(Alida et al., 2018)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Dari sekian banyak jenis *scale* yang dapat terbentuk, hanya sebagian kecil yang seringkali dijumpai pada industri perminyakan. Tabel 2.2 menunjukan jenis-jenis *scale* yang umumnya terdapat di lapangan.

Tabel 2. 2 Jenis-jenis *scale* dan faktor pembetukanya

Jenis *Scale*	Rumus Kimia	Faktor Yang Berpengaruh
Kalsium Karbonat (kalsit)	$CaCO_3$	• Penurunan tekanan (CO_2) • Perubahan temperatur • Kandungan garam terlarut • Perubahan keasaman
Kalsium Sulfat *Gypsum* *Hemi-Hydrate* *Anhydrite*	 $CaSO_4 . 2H_2O$ $CaSO_4 . 1/2H_2O$ $CaSO_4$	• Perubahan tekanan dan temperatur • Kandungan garam terlarut
Barium Sulfat *Stronsium Sulfat*	$BaSO_4$ $SrSO_4$	• Perubahan tekanan dan temperatur • Kandungan garam terlarut
Komponen Besi *Ferro Carbonat* *Ferro Sulfida* *Ferro Hydrixide* *Ferro Oxide*	 $FeCO_3$ FeS $Fe(OH)_2$ Fe_2O_3	• korosi • Kandungan gas terlarut • Derajat keasaman (pH)

Sumber:(Ahmad & Said, 2015)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.3 PENANGGULANGAN *SCALE*

Scale yang terbentuk pada pipa peralatan industri migas maupun geothermal sangat menggangu dan menghambat proses produksi. Bahkan mengakibatkan inefisiensi dari sisi waktu dan biaya. Dibutuhkan biaya yang besar dan waktu yang lama untuk mengganti pipa tersebut. Bahkan industri panas bumi sekelas PT Pertamina mengeluarkan dana berkisar 60-70 milyar rupiah untuk mengganti pipa-pipa tersebut pada industri panas bumi pembangkit tenaga listrik (PLTP) Celik et al., 2018). Untuk itu pengendalian terhadap terbentuknya *scale* pada peralatan industri menjadi sesuatu yang serius untuk diantisipasi dan menjadi objek penelitian tersendiri disamping penanggulangan korosi. Beberapa metode yang digunakan untuk menangani *scale* diantaranya yaitu pengendalian pH, *scale inhibitor* dan *acidizing*.

2.3.1 Pengendalian pH

Pengendalian pH dengan penginjeksian asam (asam sulfat atau asam klorida) telah lama diterapkan untuk mencegah pengerakan oleh garam-garam kalsium, garam logam bivalen dan garam fosfat. Masalah *scale* tidak akan di jumpai bilamana dipakai air bebas mineral karena seluruh garam-garam terlarut dapat dihilangkan. Oleh karena itu pemakaian air bebas mineral merupakan metoda yang tepat untuk menghambat kerak di dalam suatu sistem dengan pembebanan panas tinggi dimana pengolahan konvensional dengan bahan penghambat kerak tidak berhasil (Celik et al., 2018). Namun penggunaan air bebas mineral membutuhkan biaya yang cukup tinggi untuk digunakan dalam industri skala besar sehingga dapat menurunkan efisiensi kerja.

2.3.2 Injeksi *Inhibitor*

Injeksi *inhibitor* merupakan penanganan dengan cara menginjeksikan *inhibitor* sesuai dengan jenis *scale* yang terendapkan. Pada umumnya *scale inhibitor* yang digunakan diladang-ladang minyak dibagi atas dua tipe, yaitu *scale inhibitor* anorganik dan *scale inhibitor* organik (Syahri & Sugiarto, 2008). Adapun mekanisme kerja *scale inhibitor* ada dua tipe yaitu:

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1. *Scale inhibitor* dapat terdeposit pada permukaan kristal *scale* pada saat mulai terbentuk. *Inhibitor* adalah kristal yang besar yang mampu menutupi kristal yang kecil sehingga dapat mengambat pertumbuhan selanjutnya.
2. Dalam banyak hal bahan kimia dapat dengan mudah mencegah menempelnya suatu partikel pada permukaan padatan.

Scale inhibitor organik yang biasa digunakan adalah organo fosfonat, organo fosfat ester, dan polimer-polimer organik. Organo fosfat efektif untuk kerak $CaSO_4$, organo fosfonat efektif untuk kerak $CaCO_3$, dan polimer-polimer organik efektif untuk kerak $CaCO_3$, $CaSO_4$, dan $BaSO_4$. Prinsip kerja dari *scale inhibitor* yaitu pembentukan senyawa kompleks (*chelat*) antara *scale inhibitor* dengan unsur-unsur pembentuk kerak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan *inhibitor* diantaranya adalah keefektifan, kestabilan, kecocokan dan biaya. Sifat dari *scale inhibitor* yang sangat diharapkan yaitu stabil dalam air pada waktu yang panjang dan temperatur yang tinggi.

2.3.3 *Acid*izing

Acidizing Adalah metode penanganan *scale* dengan menginjeksikan asam untuk melarutkan *scale* yang terendapkan. *Acidizing* dapat menghilangkan *scale* yang terendapkan pada lapisan produktif batuan reservoir sumur, dimana dilakukan pada zona perforasi *near-wellbore.* Menurut (Musnal.A,2013) Beberapa metode pengasaman yang dapat dilakukan yaitu:

a. *Matriks acidizing,* metode ini menginjeksikan asam dengan tekanan alir dibawah tekanan rekah formasi. Tujuannya untuk mendapatkan penetrasi radial yang *uniform* dari asam kedalam formasi. Kenaikan permeabilitas terjadi karena membesarnya *pore spaces* atau larutnya butir-butir pembuntu yang terkena asam.
b. *Acid fracturing,* metode ini sama dengan *matriks acidizing* hanya berbeda pada tekanan injeksinya lebih dari pada rekah formasi.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

c. *Acid washing*, metode ini prinsipnya menginjeksikan asam untuk melarutkan *scale*

Menurut (Syahri & Sugiarto, 2008) ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam penanganan *scale* dengan penginjeksian bahan kimia diantaranya adalah.

1. Penanganan *scale* kalsium sulfat ($CaSO_4$). *Scale* kalsium sulfat lebih sulit dihilangkan bila di bandingkan dengan *scale* kalsium karbonat. *Scale* kalsium sulfat dapat dihilangkan dengan melarutkannya ke dalam larutan alkalin kuat (NaOH).
2. Penanganan *scale* barium sulfat ($BaSO_4$). *Scale* barium sulfat sulit untuk dilarutkan, terlalu mahal biayanya bila di treatment dengan bahan kimia.
3. Penanganan *scale* Iron sulfid (FeS). *Scale* ferro sulfit dapat menyala sendiri bila bersentuhan dengan oksigen dan dapat dihilangkan dengan melarutkannya di dalam asam.
4. Penanganan *scale* calsium carbonat ($CaCO_3$) Penanganan *scale* $CaCO_3$ dengan penginjeksian bahan kimia dapat digunakan HCl, $H2SO_4$, asam asetat, atau campuran antara HCl dan $CuSO_4$.

Adapun reaksi yang terjadi antara *scale* dengan *acid* dengan Penginjeksian dengan asam klorida (HCL)

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

$$BaSO_4 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + SO_3 + H_2O$$

$$CaSO_4 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + SO_3 + H_2O$$

2.4 ASAM DARI CANGKANG KELAPA SAWIT

Indonesia merupakan produsen minyak kelapa sawit terbesar kedua di dunia setelah Malaysia dengan total produksi rata-rata Produksi TBS (Tandan Buah Segar) sebesar 11.418.110 ton pada tahun 2016 (Fauziati et al., 2018). Berdasarkan data

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

produksi dari kapasitas 100 ribu ton tandan buah segar (TBS) pertahun dapat menghasilkan sekitar 6 (enam) ribu ton cangkang sawit, 12 (dua belas) ribu ton serabut dan 23 (Dua puluh tiga) ton tandan buah kosong. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat potensi bahan baku dari cangkang kelapa sawit yang masih bisa diolah masih sangat besar untuk menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Lisa Ginayati et al., 2015).). Di dalam industri migas limbah cangkang kelapa sawit telah dimanfaatkan sebagai kabon aktif biomassa untuk mengontrol *filtration loss in water based drilling fluid* yang dihasilkan melalui proses *pyrolyisis* (Mursyidah et al., 2020)**.** Cangkang kelapa sawit mempunyai potensi untuk digunakan sebagai sumber bahan baku pembuatan asap cair karena salah satu jenis komponen kimia yang terkandung dalam cangkang sawit adalah senyawa lignin dengan kandungan 23% (Sulhatun, 2012). Selain lignin Kandungan kimia yang paling banyak yang dihasilkan cairan dari hasil kondensasi pada proses *pyrolysis* adalah asam dan fenol. Cairan yang digunakan sebagai pengawet kayu dan pengawet makananan merupakan salah satu produk dari hasil kondensasi pada proses *pyrolysis* (Jayanudin & Suhendi, 2012). Menurut (Lisa Ginayati et al., 2015) seyawa yang terkandung didalam cangkang kelapa sawit di tunjukan pada table 2.3.

Tabel 2. 3 Senyawa kimia cangkang kelapa sawit

Senyawa	Persentase %
Fenol	4.13
Karbonil	11.3
Asam	10.2

Sumber: (Lisa Ginayati et al., 2015)

2.5 *STATE OF THE ART*

Menurut penelitiaan dari (Alida et al., 2018) penanggulangan *scale* $CaCO_3$ Pada Sumur PF1 Lapangan 26 dengan Penginjeksian *Acid* HCl yaitu dengan cara Persiapkan asam HCl sebanyak 2164, *volume corossion inhibitor* sebanyak 8 gall dan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

volume *fresh water* sebanyak 34 bbl (sesuai perhitungan volumetric) kemudiaan *Mixing* semua *chemical* yang telah disiapkan tadi ke dalam *acid tank* selama 30 menit agar semua *chemical* menjadi homogen selanjutnya yaitu Matikan produksi sumur agar selama proses peninjeksian *Acid* HCl dapat bereaksi dengan *scale* secara maksimal. Setelah proses *mixing* selasai, *chemical* mulai diinjeksikan ke flowline dari wellhead dengan tekanan tertentu. Setelah *chemical* telah diinjeksikan dengan tekanan tertentu kemudian dalam panjang pipa sepanjang 1000m, *chemical* tersebut di soak (didiamkan) di dalam *flowline* yang berfungsi agar *chemical* tersebut dapat bereaksi dengan *scale* yang terbentuk di *flowline* tersebut. Kemudian setelah proses soak selesai, produksi sumur dinyalakan kembali agar sumur dapat berproduksi lagi dengan normal. Setelah berproduksi secara normal, cek *Productivity Index* (PI) dan tekanan normal (THP) dari sumur tersebut. Jika *Productivity Index* (PI) meningkat dan Tubing *head pressure* (THP) sesuai dengan yang diharapkan (menurun) maka *Acidizing* HCl untuk menanggulangi *scale* $CaCO_3$ dapat dikatakan berhasil.

Penelitian yang dilakukan untuk penanganan *scale* pada pipa distribusi menggunakan asam anorganik dengan HCl, H_2SO_4 dan campuran HCl dan $CuSO_4$. Proses pelarutan *scale* dilakukan menggunakan bejana berpengaduk yang berisi larutan HCl, H_2SO_4 dan campuran HCl dengan $CuSO_4$ menggunakan beberapa konsentrasi 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % dan laju pengadukan 0 rpm, 500 rpm dan 700 rpm. Pengujian dilakukan dengan memasukkan larutan ke dalam wadah, setelah itu *scale* yang telah ditimbang dengan timbangan digital dimasukkan ke dalam wadah yang telah berisi larutan selama 2 menit dan di aduk. Setelah 2 menit angkat sisa *scale* dan timbang kembali. Untuk pengujian dengan konsentrasi dan kecepatan pengadukkan yang berbeda lakukan kembali porsedur diatas. Setelah itu dapat dihitung berapa banyak *scale* terlarut selama periode proses pelarutan. Besarnya jumlah *scale* yang terlarut juga berpengaruh terhadap konsentrasi, kecepatan pengadukan dan waktu pelarutan. Apabila konsentrasi larutan semakin tinggi, kecepatan pengadukan semakin besar dan waktu pelarutan semakin lama maka jumlah *scale* yang terlarut semakin banyak. Dari

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

pengujian yang telah dilakukan, larutan yang paling efektif digunakan untuk penanganan *scale* adalah larutan campuran HCl + Cu_2SO_4. Akan tetapi, dilihat dari kualitas HCL lebih memiliki keuntungan diantaranya pemakaiannya mudah dan lebih murah karena tidak perlu menggunakan Cu_2SO_4 (Syahri & Sugiarto, 2008)

Penelitian ini menggunakan HCL dengan konsentrasi 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% sebagai pereduksi *scale.* Sampel *scale* (kerak) dicuci dengan menggunakan *solvent solution* selama 15 menit dan bersihkan atau larutkan minyak yang menempel pada permukaan sampel *scale* tersebut, Keringkan sampel didalam oven dengan temperatur 150^{o}c dan kemudian timbang kembali setelah dikeringkan didalam desicator atau oven untuk mengetahui berapa banyak minyak, *asphalt* dan *parafin* yang larut didalam *solvent,* kemudian Masukkan 50 cc HCl yang telah dipersiapkan ke dalam *Beaker Glass,* Timbang sampel yang sudah dicuci sebanyak 50 gram, kemudian masukkan dalam *beaker glass* (gelaspiala) yang sudah terisi oleh larutan *acid* (asam HCl). Masukkan *beaker glass* kedalam *water bath* dan atur temperatur *water bath* sesuai dengan temperatur reaksi yang dinginkan (90^{o}F, 120^{o}F, 150^{o}F dan 180^{o}F). Ambil sampel sebanyak 1 ml setiap 5 menit dan ukur konsentrasi HCl yang tertinggal didalam reaktor (Asdineri et al., 2018)

Penelitian menggunakan HNO_3 dengan konsentrasi 2 %, 3 %, 4 %, 5 % dan 6 % sebagai pelarut alternatif pada proses *acid wash* terhadap *Plate Electrolyzer* di PT Kaltim Nitrat Indonesia. Sampel *scale* ditimbang dengan berat 5 gr, kemudian dilarutkan dengan variabel konsentrasi pelarut. Proses pelarutan dilakukan selama 30 menit dengan melakukan pengadukan menggunakan *strirrer* dengan kecepatan pengadukan 350 rpm. Setelah itu endapan sisa *scale* dipisahkan dari pelarut dengan filter dan *vakum pump*. Kemudian lakukan pengeringan sampel *scale* yang tersisa pada suhu 260^{o}c selama 30 menit, setelah itu dinginkan sisa sampel *scale* yang telah dikeringkan selama 15 menit pada suhu 32^{o}c, lalu ditimbang kembali untuk memperoleh berat *scale* yang terlarut. Konsentrasi HNO_3 yang optimal dan dapat digunakan sebagai alternatif pelarut dalam proses *acid wash* adalah konsentrasi 5 %.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Konsentrasi ini sangat efektif dan efisien karena dapat melarutkan *scale* 3,8 gr dari total sampel. HNO_3 dapat digunakan sebagai pelarut alternatif, namun dengan batas konsentrasi 6 % untuk mencegah pengkorosian dan menjaga peforma alat (Septiani et al., 2019).

Penelitian untuk pembersihan *scale* dengan menggunakan campuran *acid* sitrat dan *acid* sulfamat. Penelitian ini menggunakan pengujian SEM (Scanning Electron Microscopy) untuk menentukan bentuk morfologi dan kandungan senyawa kimia dalam *scale*. Untuk menghapus *scale*, diuji 18 pipa menggunakan larutan asam sitrat dan asam sulfamat dengan variasi konsentrasi, debit, suhu dan waktu. Setelah pengujian dilakukan, hasil penurunan berat badan terbesar diperoleh 1.6 gram dan 0.5 gram terkecil. Diameter pipa meningkat dengan nilai terbesar yaitu 0.36 mm dan yang terkecil adalah 0,16 mm. Bentuk visual antara sebelum dan sesudah berbeda karena semakin tinggi konsentrasi, debit, waktu, dan suhu, *scale* lebih cepat larut. Berbasis ekonomis perhitungan jika sebelum pembersihan ada *scale* pada pipa material *Carbon Steel* A106 Grade B nilai produksi peralatan setiap tahun yaitu Rp. 649.496.323. Setelah membersihkan Baja Karbon peralatan pipa material, nilai produksi tahunan adalah Rp.653.974.748, kemudian nilai estimasi produksi dalam satu tahun meningkat sebesar Rp.4.478.425 (Ekananda et al., 2019)

Pada penelitian terhadap penambahan cairan hasil proses kondensasi *pyrolysis* tempurung kelapa *grade* 2 sebagai *inhibitor scale* $CaCO_3$. Secara umum penambahan cairan hasil proses kondensasi *pyrolysis* tempurung kelapa sebagai *inhibitor* dapat mengambat dan mereduksi laju pertumbuhan *scale.* Metode metode yang digunakan untuk analisis data dan karakterisasi yaitu SEM, XRD dan PSA. Berdasarkan hasil *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *X-Ray Diffraction* (XRD) menunjukkan bahwa *scale* $CaCO_3$ tanpa *inhibitor* terdiri dari kristal fasa kalsit dan sedikit aragonit, sedangkan setelah penambahan inhibitor terdiri dari kristal fasa aragonit, vaterit, dan sedikit kalsit. Kalsit merupakan jenis kristal *hardscale* sedangkan aragonit dan vaterit merupakan jenis kristal *softscale*.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Analisis kuantitatif menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) menunjukan bahwa distribusi ukuran partikel kerak $CaCO_3$ menjadi lebih kecil dengan adanya penambahan *inhibitor* berdasarkan nilai rata-rata yaitu dari 133.70 menjadi 8.26 µm dan nilai tengah yaitu dari 44.51 menjadi 6.40 µm (Kurniawan, 2018).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 METODE PENELITIAAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Experiment Research*, yang akan dilakukan di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau dengan menguji pengaruh asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit sebagai pereduksi *scale*. Metode yang digunakan dalam pembuatan sample asam organik adalah metode *pyrolysis. Pyrolisis* adalah dekompisisi bahan yang mengandung karbon dari tumbuhan, hewan dan bahan tambang yang dapat berlangsung pada suhu diatas 300°C dalam waktu 4-7 jam pada kondisi udara/oksigen terbatas menghasilkan produk padatan, Cairan dan gas (Jayanudin et al., 2012). Pada tahap awal dilakukan pengujiaaan komponen sample *scale* dengan alat XRF kemudiaan melakukan proses *Pyrolisis* untuk pembuatan asam organik dengan menggunakan bahan dari cangkang kelapa sawit. Setelah proses *pyrolysis* dilakukan maka didapatkan cairan yang akan digunakan sebagai asam organik sebagai peruduksi *scale* karena cairan tersebut mengandung asam. Kemudiaan dilakukan pengujiaan komponen cairan menggunakan GC-MS. Selanjutnya dilakukan pengujiaan pengaruh asam organik sebagai pereduksi *scale*. Teknik pengumpulan data yang dilakukan menggunakan teknik data primer seperti data yang didapatkan dari hasil penelitiaan serta dilakukan analisa data yang membawa kepada kesimpulan yang merupakan tujuan penelitiaan. Metode penelitiaan ini meliputi waktu penelitiaan, Alat dan bahan serta prosedur penelitiaan.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.2 ALUR PENELITIAN

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.3 ALAT, BAHAN, DAN PROSEDUR

3.3.1 Alat

Alat alat yang digunakan dalam pengujian pengaruh asam organik hasil *pyrolisis* cangkang kelapa sawit sebagai peruduksi *scale* pada pipa distribusi adalah sebagai berikut:

1. *Beker glass*

   Fungsi: Menjadi media dan wadah terdapatnya *scale* dan tempat uji degradasi *scale*.

Gambar 3. 2 *baker glass*

2. Timbangan digital

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

Gambar 3. 3 Timbangan digital

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3. Oven
   Fungsi: untuk mengeringkan cangkang kelapa sawit.

Gambar 3. 4 oven

4. Gelas ukur
   Fungsi: Mengukur volume fluida selama melakukan penelitian.

Gambar 3. 5 Gelas ukur

5. *Stopwatch*
   Fungsi: Acuan waktu selama melakukan penelitian

Gambar 3. 6 *Stopwatch*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

6. *pyrolisis*
   Fungsi: untuk membuat cairan asam organik menggunakan cangkang kelapa sawit

Gambar 3. 7 *pyrolisis*

7. pH meter
   Fungsi: Menunjukan informasi mengenai pH pada sampel

Gambar 3. 8 pH meter

8. *Gas Chromatography Mass Spectometry* (GC-MS)
   Fungsi: Menunjukan informasi mengenai jenis dan kandungan senyawa dari sauatu sampel

Gambar 3. 9 GCMS

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

9. *Hot plate*
10. *X-Ray Fluorosence*
11. Palu
12. Kertas saring
13. *Thermometer* suhu

3.3.2 Bahan

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

1. Bongkahan *scale.*
2. Larutan HCL konsentrasi 5% dan 10%.
3. Cangkang kelapa sawit.
4. *Aquades.*

3.3.3 Prosedur penelitian

Pra-*research*

1. Melakukan pengujiaan terhadap sample *scale* dengan cara menghancurkannya menjadi butiran-butiran halus kemudian butiran-butiran halus tersebut diuji menggunakan *X-Ray Fluorosence* (XRF) untuk mengetahui kandungan unsur dan senyawa yang terdapat didalam *scale.*

Persiapan awal

1. Cangkang kelapa sawit yang telah diperoleh dibersihkan dan dikeringkan dengan sinar matahari selama 7 hari (tergantung dari kondisi panas)
2. Setelah dilakukan proses pengeringan Cangkang kelapa sawit dihancurkan dengan palu menjadi kepingan kecil.
3. Setelah dihancurkan, Cangkang kelapa sawit di keringkan kembali dengan menggunakan oven selama 6 jam.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4. Timbang kepingan Cangkang kelapa sawit sebanyak 2 kg, kemudian cangkang kelapa sawit disimpan di dalam box kering yang tertutup rapat dan siap digunakan
5. Kepingan Cangkang kelapa sawit dimasukam kedalam reactor *pyrolysis* dan kemudian melakukan *pyrolysis* selama 6 jam dengan suhu 300 C.
6. Cairan yang keluar dari proses *pyrolysis* ditampung menggunakan wadah yang telah disiapkan.
7. Setelah proses *pyrolysis* selesai diamkan cairan yang dihasilkan selama 1 hari.
8. Lakukan pengujiaan terhadap cairan Cangkang kelapa sawit hasil *pyrolysis* dengan menggunkan alat *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk mengetahui komponen yang terdapat dalam asam organik tersebut.

Tahap pengujian

Prosedur pengujiaan asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit terhadap temperatur dalam mereduksi *scale* (30°C, 35°C dan 40°C)

1. Timbang bongkahan *scale* menggunakan timbangan digital.
2. Masukan bongkahan *scale* yang telah ditimbang tersebut kedalam *beker glass* yang telah disediakan.
3. Masukan cairan asam organik sebanyak 500 ml kedalam *beker glass.*
4. Kemudian letakan *beker glass* tersebut pada *hot plate* kemudian setting pada suhu 30°C tunggu selama 2 menit.
5. Setelah 2 menit kelurkan *beker glass* dari dalam oven, kemudian angkat *scale* yang terdapat didalam *beker glass* dengan menggunakan pingset.
6. Keringkan sisa *scale* yang telah diangkat menggunakan oven selama 30 menit

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

7. Timbang *scale* yang tersisa setelah dikeringkan. Lakukan langkah 1-7 untuk variasi temperatur yang berbeda yaitu 30°C, 35°C dan 40°C

Prosedur pengujiaan campuran asam organik dan asam klorida (HCL) menggunakan konsentrasi 5% terhadap temperatur dalam mereduksi *scale* (30°C, 35°C dan 40°C)

1. Timbang bongkahan *scale* menggunakan timbangan digital
2. Masukan bongkahan *scale* yang telah ditimbang tersebut kedalam *beker glass* yang telah disediakan.
3. Masukan cairan campuran asam organik (475 ml) dan asam klorida (HCL) konsentrasi 5% (25 ml) kedalam *beker glass.*
4. Kemudian letakan *beker glass* tersebut pada *hot plate* kemudian setting pada suhu 30°C tunggu selama 2 menit.
5. Setelah 2 menit kelurkan *beker glass* dari dalam oven, kemudian angkat *scale* yang terdapat didalam *beker glass* dengan menggunakan pingset.
6. Keringkan sisa *scale* yang telah diangkat menggunakan oven selama 30 menit
7. Timbang *scale* yang tersisa setelah dikeringkan
8. Lakukan langkah 1-7 untuk variasi temperatur yang berbeda yaitu 30°C dan 35°C dan ulangi langkah 1-7 untuk asam organik (475 ml) dan asam klorida (HCL) konsentrasi 10% (25 ml) dengan temperatur 30°C, 35°C dan 40°C

Analisa hasil

1. Melakukan perbandingan terhadap asam organik dan campuran antara asam organik dan asam klorida (HCL) konsentrasi 5% dan 10% sebagai pereduksi *scale* dengan memanfaatkan temperatur yang berbeda yaitu 30°C, 35°C dan 40°C
2. Melihat hasil pengurangan penggunaan asam klorida (HCL) pada konsentrasi 5% dan 10% untuk menghindari dampak laju korosi.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.4 TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboraturium Institut Teknologi Bandung untuk mengetahui komponen kimia sample *scale* menggunakan *X-Ray Fluorosence* (XRF) dan Penelitiaan terhadap cairan Cangkang kelapa sawit hasil *pyrolysis* dengan menggunkan alat *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) dilaksanakan di Laboraturium Universitas Gajah Mada.

3.5 TEMPAT PENGAMBILAN SAMPEL

Sampel *scale* yang akan digunakan berasal dari pipa produksi lapangan duri yang terdapat di PT. Chevron Pacific Indonesia.

Gambar 3. 10 *Scale* pada pipa

3.6 WAKTU PENELITIAN

Waktu Penelitian dilaksanakan seperti rincian pada tabel dibawah ini.

No	Deskripsi kegiatan			Tahun 2021			
		Mei	Juni	Juli	Agustus	September	November
1	Studi literatur dan pembuatan proposal						
2	Seminar Proposal						
3	Pembuatan *acid* organik dari						

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

	cangkang kelapa sawit melalui proses *pyrolysis*						
4	Melakukan pengujian reduksi s*cale* menggunakan asam organik dan asam klorida (HCL)						
5	Pembuatan Tugas Akhir						
6	Sidang Tugas Akhir						

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

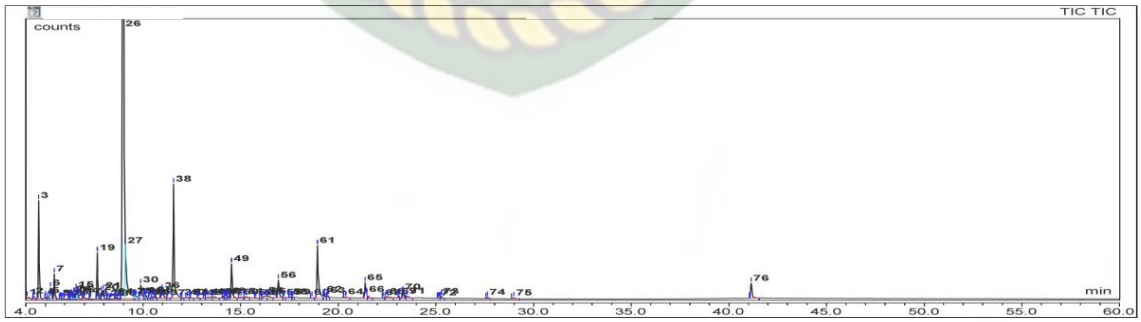
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan menjelaskan hasil pengujiaan dan pembahasan tentang pengaruh temperatur terhadap asam organik cangkang kelapa sawit sebagai pereduksi *scale.* Pengujian GC-MS dilakukan untuk mengetahui kandungan dan senyawa kimia yang terdapat dalam asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit, pengujian XR-F untuk mengetahui kandungan unsur dan senyawa yang terdapat dalam *scale* dan melakukan pengujian reduksi *scale* menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit dengan menggunakan 3 variabel temperatur yang berbeda yaitu 30°C, 35°C dan 40°C serta membandingkan hasil pengujian tersebut dengan reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCl) konsentrasi 5% dan 10% dengan variabel temperatur yang berbeda yaitu 30°C, 35°C dan 40°C.

4.1 ANALISIS SENYAWA KIMIA ASAM ORGANIK HASIL *PYROLISIS* CANGKANG KELAPA SAWIT

Senyawa kimia yang terkandung dalam asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit dapat dianalisis menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrophotometri* (GC-MS). Dari hasil pengujian asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit menggunakan GC-MS didapatkan 76 senyawa kimia yang terkandung dalam asam organiknya seperti ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4. 1 Grafik senyawa kimia asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit menggunakan GC-MS

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Dari grafik dapat dilihat tinggi, rendah hasil pengujiaan senyawa kimia asam organik hasil pyrolysis cangkang kelapa sawit menggunakan GC-MS. Untuk menganalisis grafik hasil pengujian GC-MS asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit, maka yang diambil adalah puncak-puncak yang menunjukkan persentase senyawa kimia yang dominan. Sehingga diantara 76 senyawa kimia asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit (dalam lampiran) terdapat 12 senyawa yang paling dominan untuk analisis dalam penelitian ini. Adapun 12 senyawa yang dominan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Senyawa kimia yang dominan pada asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit menggunakan GC-MS

No	Waktu pembacaan senyawa (menit)	Nama senyawa	Persentase (%)
1	8.98	*2-Vinylfuran*	57.39
2	11.57	*Formic acid*	7.16
3	9.09	*Carbamic acid*	4.92
4	18.93	*Phenol*	4.44
5	4.66	*1H-Pyrazole,1.3-dymethyl*	4.10
6	14.54	*2-Methoxy-6-methylphenol*	2.16
7	7.66	*Furan, 2-(2-ethoxy-2-methoxyethyl)-l*	1.97
8	21.38	*1,2,4-Trimethoxybenzene*	1.34
9	16.93	*2,3-Dimethoxytoluena*	1.34
10	41.15	*3-Benzyl-2phenyl-2,3,4,5-tetrahydro1H-*	1.20
11	5.46	*Acetic acid*	1.16
12	9.89	*2-Cyclopenten-1, 2-hydroxy-3-methyl*	1

Berdasarkan 12 senyawa kimia yang dominan dalam tabel 4.1 didapatkan senyawa yang paling tinggi persentasenya adalah *2-Vinylfuran* sebesar 57.39 % yang terdeteksi pada pengujian menit ke 8.98. *2-Vinylfuran* ini termasuk golongan *heterosiklik* yang

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

bukan bersifat asam. Sedangkan senyawa asam yang terkandung dalam asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit adalah *Formic acid* sebesar 7.16 % yang terdeteksi pada pengujian menit ke 11.57, *Carbamic acid* sebesar 4.92 % yang terdeteksi pada pengujian menit ke 9.09 dan *Acetic acid* sebesar 1.16 % yang terdeteksi pada pengujian menit ke 5.46. Dari ketiga jenis asam ini adalah golongan asam karboksilat dan asam karbolat. Jumlah persentase gabungan dari keempat senyawa asam dalam asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit adalah sebesar 13.24 %. Oleh karena itu senyawa asam sebesar 13.24 % ini akan dianalisis kemampuannya untuk mereduksi *scale*.

Beberapa senyawa kimia lain yang bukan tergolong dalam senyawa asam tersebut terdiri senyawa kimia lain yang terdapat pada asam organik tersebut adalah *1H-Pyrazole,1.3-dymethyl* sebesar 4.10 % yang terdeteksi pada pengujian menit ke 4.66, *2-Methoxy-6-methylphenol* sebesar 2.16 yang terdeteksi pada pengujian menit ke 14.54, *Furan, 2-(2-ethoxy-2-methoxyethyl)-l* sebesar 1.97 % yang terdeteksi pada pengujian menit ke 7.66, *1,2,4-Trimethoxybenzene* sebesar 1.34 % yang terdeteksi pada pengujian menit ke 21.38, *2,3-Dimethoxytoluena* sebesar 1.34 % yang terdeteksi pada pengujian menit ke 16.93, *3-Benzyl-2phenyl- 2,3,4,5-tetrahydro1H-* sebesar 1.20 % yang terdeteksi pada pengujian menit ke 41.15 dan *2-Cyclopenten-1, 2-hydroxy-3-methyl* sebesar 1 % yang terdeteksi pada pengujian menit ke 9.89.

4.2 ANALISIS KOMPONEN KIMIA *SCALE* DAN pH SAMPEL

X-ray Fluorescence Spectrometer (XRF) merupakan alat yang digunakan untuk menentukan komponen kimia yang terkandung didalam *scale*. Menurut (Jamaludin & Adiantoro, 2012) XRF merupakan alat untuk menganalisis komponen kimia pada suatu sampel secara kualitatif dan kuantitatif. Terdapat 12 komponen kimia yang terdapat di dalam *scale* pada penelitiaan ini, adapun 12 jenis komponen kimia tersebut ditunjukan pada tabel 4.2.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 4. 2 Komponen kimia pada *scale*

Komponen	Rumus kimia	Hasil (%)
Barium	Ba	63.8
Sulfur	S	21.2
Kalsium	Ca	6.01
Stronsium	Sr	4.17
Fero	Fe	2.34
Klorida	Cl	0.833
Natrium	Na	0.667
Kalium	K	0.572
Silikon	Si	0.133
Fosfor	P	0.0819
Mangan	Mn	0.0685
Mangnesium	Mg	0.0605

Dari komponen yang didapatkan pada table 4.2 dapat dilihat komponen kimia yang paling besar adalah Barium dengan persentase 63.8%, kemudian diikuti oleh komponen Sulfur 21.2%, Kalsium 6.01%, Stronsium 4.17%, Ferro 2.34%, Klorida 0.833%, Natrium 0.667%, Kalium 0.572%, Silikon 0.133%, Fosfor 0.0819%, Mangan 0.0685% dan komponen kimia yang paling kecil adalah Magnesium oksida 0.0605 %. Maka dapat disimpulkan dari persentase barium 63.8% bahwa *scale* yang digunakan pada penelitiaan ini cenderung merupakan *scale* jenis barium sulfat ($BaSO_4$).

Analisis berikutnya adalah reduksi *scale* menggunakan 3 jenis pereduksi yaitu menggunakan asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit, campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) dan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 10%). Sebelum dilakukan pengujian reduksi *scale,* ketiga jenis pereduksi telah dilakukan pengujian nilai pH menggunakan pH meter digital. Hasil pengujian pH ditunjukkan dalam tabel 4.3

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 4.3 Nilai pH asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit dan campuran asam organik dan asam klorida (HCL) konsentrasi 5% dan 10%

Jenis pereduksi	Nilai pH
Asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit	2.9
Asam organik (475ml) + HCl konsentrasi 5 % (25ml)	2.8
Asam organik (475ml) + HCl konsentrasi 10 % (25ml)	2.73

Tabel 4.4 pH asam klorida (HCL)

Konsentrasi HCL	pH
5%	0.3
10%	0.1

Dari tabel 4.3 dapat diketahui bahwa asam organik hasil *pyrolysis* cangkang kelapa sawit memiliki nilai pH 2.9, pH campuran asam organik + HCL 5% dan pH campuran asam organik + HCL 10% mempunyai nilai pH sedikit dibawah pH asam organik. Penggunan HCL 5% dan 10% yang merupakan asam kuat dapat menimbulkan kerusakan terhadap pipa dan penangananya ekstra hati-hati, oleh karena itu dari pengujiaan nilai pH asam organik dapat digunakan dalam mereduksi *scale*. penggunaan asam organik dengan kadar asam yang lebih lemah dapat mengurangi dampak kerusakan pipa seperti korosi dan kebocoran pada pipa.

Adapun reaksi kimia yang akan terjadi antara *scale* $BaSO_4$ dengan ketiga jenis senyawa yang terkandung didalam asam organik cangkang kelapa sawit adalah sebagai berikut:

(Asam karbonat) $BaSO_4 + CH_2O_3 \longrightarrow BaCO_3 + SO_3 + H_2O$

(Asam asetat) $BaSO_4 + 2CH_3COOH \longrightarrow Ba(CH_3COO)_2 + SO_3 + H_2O$

(Asam formid) $BaSO4 + CH_2O_2 \longrightarrow BaCO_2 + SO_3 + H_2O$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4.3 PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP REDUKSI *SCALE* MENGGUNAKAN ASAM ORGANIK CANGKANG KELAPA SAWIT

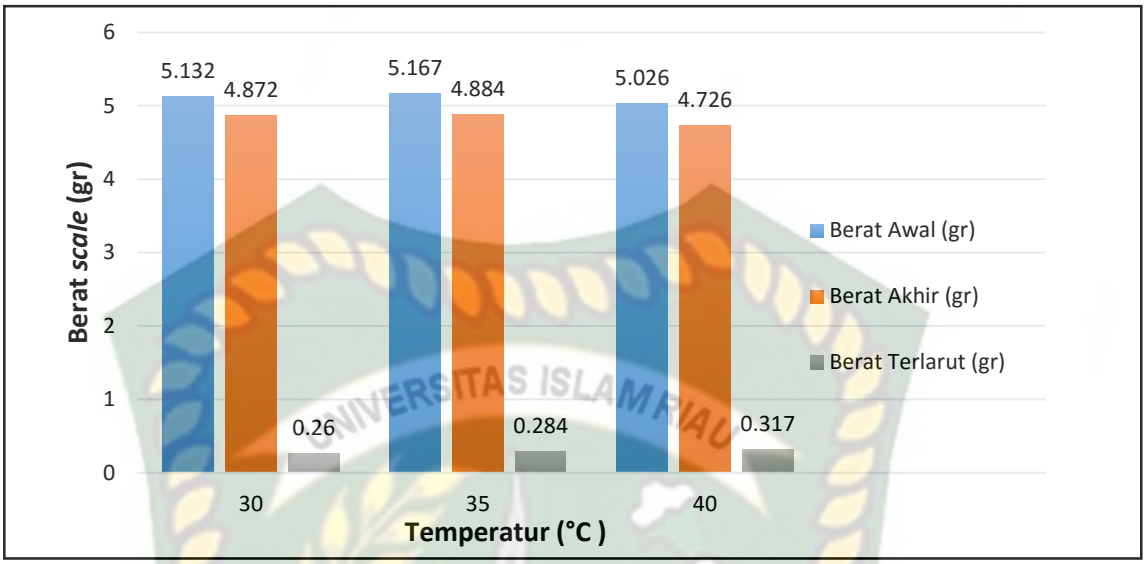
Pada pengujiaan menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit dengan variabel temperatur yang berbeda yaitu 30°C, 35°C dan 40°C didapatkan hasil penelitian yang ditunjukan pada tabel 4.5 dan gambar 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.5 pengaruh asam organik cangkang kelapa sawit terhadap temperatur dalam mereduksi *scale*

Scale Inhibitor	**Temperatur (°C)**	**Berat Awal (gr)**	**Berat Akhir (gr)**	**Berat Terlarut (gr)**	**Persentase Terlarut (%)**
Asam organik (500 ml)	30	5.132	4.872	0.26	5.06%
	35	5.167	4.884	0.284	5.49%
	40	5.026	4.726	0.317	6.30%

Dari hasil pengujiaan reduksi *scale* menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit pada table 4.5 dapat dilihat bahwa terjadi reaksi kimia antara *scale* dengan asam organik cangkang kelapa sawit yang menyebabkan bongkahan *scale* menjadi lembek dan kemudian *scale* akan terkikis dan terpisah dari bongkahan. Pada proses pereduksi asam organik cangkang kelapa sawit dengan temperatur 30°C, *scale* yang tereduksi sebanyak 0.26 gram dari berat *scale* awal 5.132 gram menjadi 4.872. Reduksi *scale* dengan temperatur 35°C didapatkan hasil pengujiaan 4.872 gram dari berat awal 5.167 gram sehingga didapatkan berat *scale* yang tereduksi sebesar 0.284 gram. Reduksi *scale* dengan temperatur 40°C juga mengalami peningkatan sebesar 0.317 gram dari berat awal 5.026 gram menjadi 4.726 gram. Dari data tabel diatas dapat dibuat grafik hubungan antara berat *scale* yang tereduksi dengan temperatur yang digunakan dalam mereduksi sampel *scale* menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 4.2 Grafik pengaruh asam organik cangkang kelapa sawit terhadap temperatur dalam mereduksi *scale*

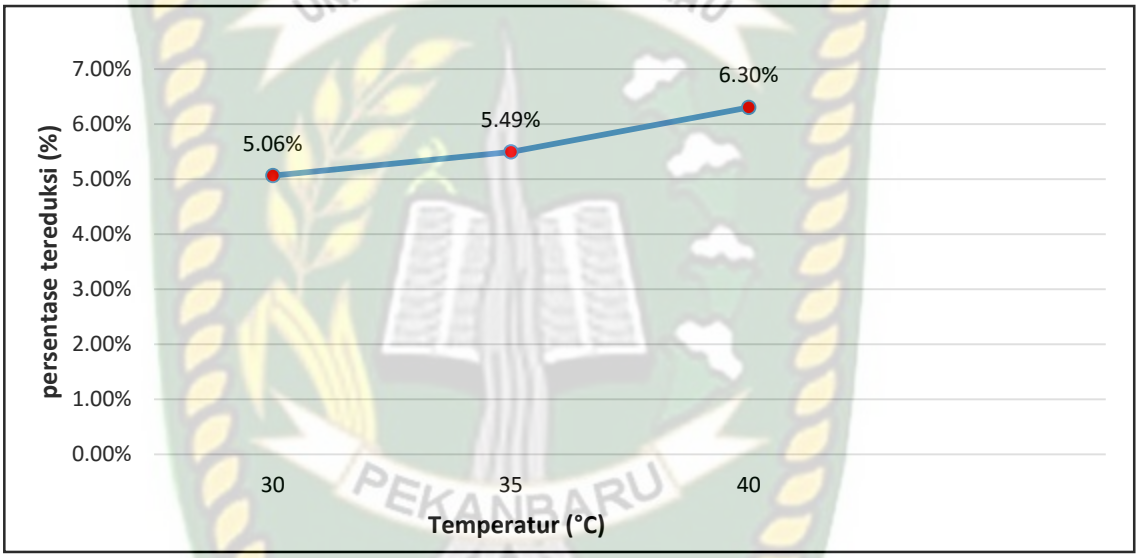
Dari hasil pengamatan pada tabel 4.5 dan gambar 4.2 dapat dilihat bahwa reduksi *scale* menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit dipengaruhi oleh temperatur, semakin tinggi temperatur maka semakin besar *scale* yang tereduksi. Pada temperatur 30°C, *scale* mengalami reaksi kimia antara *scale* dengan asam organik yang menyebabkan sebagian *scale* akan melembek dan kemudiaan terlepas. Untuk temperatur 35°C dan 40°C nilai *scale* yang tereduksi cenderung meningkat. Asam organik cangkang kelapa sawit yang digunakan sebagai pereduksi *scale* dengan temperatur 40°C memiliki nilai reduksi terbesar dan tidak menyebabkan kerusakan pada pipa karena asam yang digunakan merupakan asam lemah.

Pada pengujiaan menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit dengan melakukan metode perendaman selama 2 menit pada temperatur ruang (±27°C) persentase *scale* yang tereduksi yaitu sebesar 5.02%, maka temperatur berpengaruh dalam proses reduksi *scale*. Semakin tinggi temperatur reduksi yang digunakan maka jumlah *scale* yang tereduksi akan semakin besar, namun reduksi *scale* dengan temperatur yang terlalu tinggi juga tidak akan efisien. Selain temperatur, waktu juga berpengaruh dalam

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

proses reduksi *scale*. Semakin lama waktu reduksi yang digunakan maka jumlah *scale* yang tereduksi akan semakin besar.

Persentase laju reduksi *scale* menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit terhadap temperatur mengalami kenaikan disetiap pengujiaan. Pada temperatur 30°C persentase reduksi *scale* sebesar 5.06%, pada temperatur 35°C persentasennya sebesar 5.49% dan pada temperatur 40°C persentase reduksi *scale* sebesar 6.30%. Persentase laju reduksi *scale* menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit dapat di lihat pada gambar 4.3



Gambar 4. 3 Grafik Persentase laju reduksi *scale* menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit terhadap temperatur

4.4 PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP REDUKSI *SCALE* DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN ASAM ORGANIK DAN ASAM KLORIDA (HCL 5%)

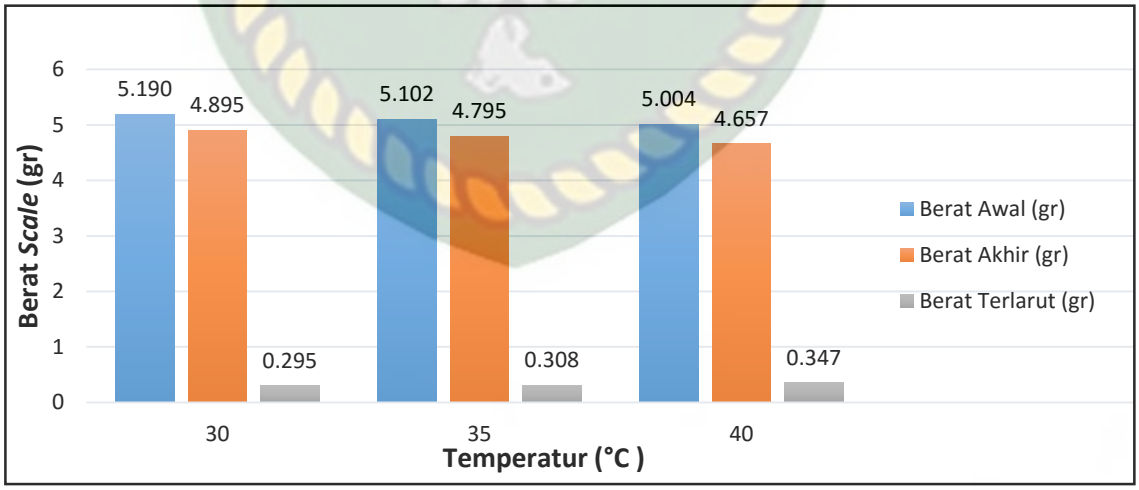
Hasil penelitiaan dari pengujiaan reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) dengan variabel temperatur yang berbeda yaitu 30°C, 35°C dan 40°C dapat dilihat pada tabel 4.6 dan gambar 4.4.

Tabel 4.6 pengaruh campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) terhadap temperatur dalam mereduksi *scale*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Scale Inhibitor	Temperatur (°C)	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	Berat Terlarut (gr)	Persentase Terlarut (%)
Asam organik + Asam klorida (HCL) 5%	30	5.190	4.895	0.295	5.68%
	35	5.102	4.795	0.308	6.03%
	40	5.004	4.657	0.347	6.93%

Dari hasil pengujiaan reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) pada tabel 4.6 dapat dilihat bahwa terjadi reaksi kimia antara pereduksi berupa campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) dengan *scale* yang menyebabkan *scale* menjadi terpisah dari bongkahan kemudiaan akan menjadi butiran halus. Pada reduksi dengan temperatur 30°C mengunakan menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) *scale* yang awalnya 5.190 gram menjadi 4.895 gram sehingga berat *scale* yang tereduksi sebesar 0.295 gram, sedangkan reduksi *scale* dengan temperatur 35°C berat awal *scale* yaitu 5.102 gram menjadi 4.795 gram sehingga *scale* yang tereduksi sebesar 0.308 gram, untuk reduksi *scale* dengan temperatur 40°C didapatkan hasil *scale* yang tereduksi 0.347gram dari berat awal 5.004 gram menjadi 4.657 gram. Dari data diatas dapat dibuat grafik pengaruh campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) terhadap temperatur dalam mereduksi *scale.*

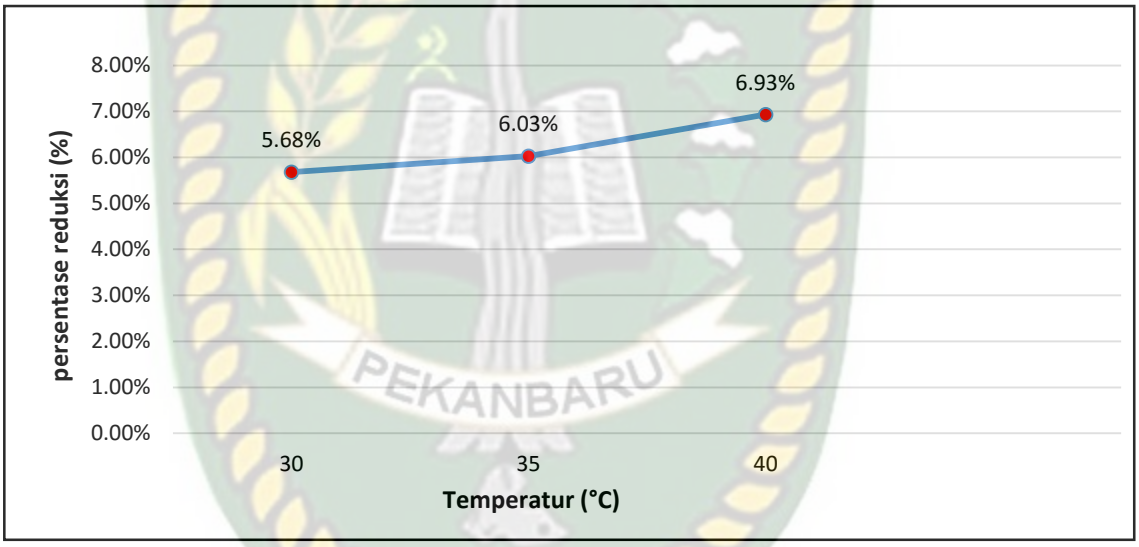


Gambar 4.4 Grafik pengaruh campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) terhadap temperatur dalam mereduksi *scale*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Dari gambar 4.4 dapat dikatakan bahwa HCL 5% yang dicampurkan dengan asam organik akan berpengaruh dalam mereduksi *scale*, hal ini sesuai dengan data yang terdapat pada grafik. Semakin tinggi temperatur maka semakin besar jumlah *scale* yang tereduksi.

Persentase laju reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) terhadap temperatur mengalami kenaikan disetiap pengujiaan. Pada temperatur 30°C persentase reduksi *scale* sebesar 5.68%, pada temperatur 35°C persentasennya sebesar 6.03% dan pada temperatur 40°C persentase reduksi *scale* sebesar 6.93%. Persentase laju reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) dapat di lihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Grafik persentase laju reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) terhadap temperatur

4.5 PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP REDUKSI *SCALE* DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN ASAM ORGANIK DAN ASAM KLORIDA (HCl 10%).

Hasil pengujiaan reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 10%) dengan variabel temperatur yang berbeda yaitu 30°C, 35°C dan 40°C dapat dilihat pada tabel 4.7 dan gambar 4.6.

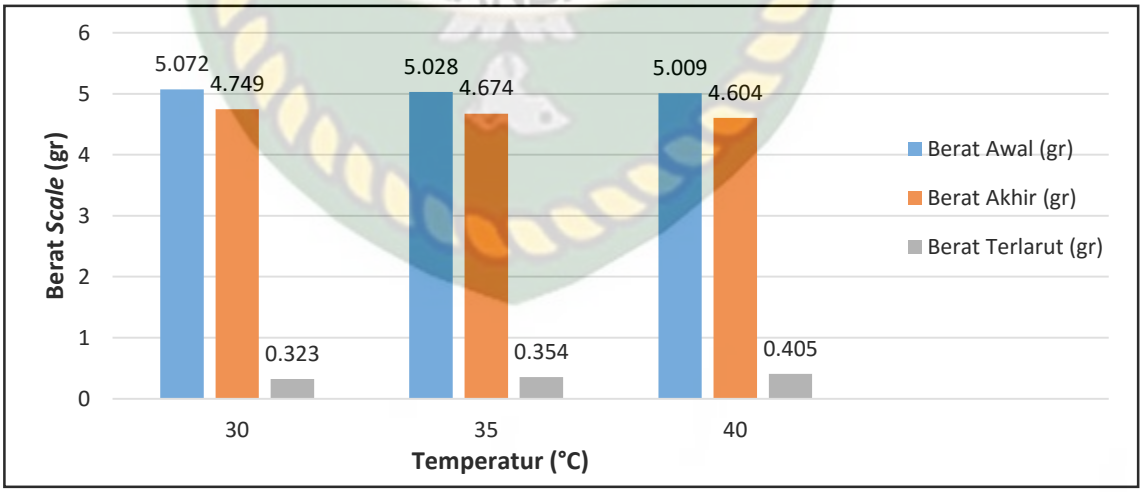
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 4.7 Hasil pengujiaan reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL10%)

Scale Inhibitor	**Temperatur (°C)**	**Berat Awal (gr)**	**Berat Akhir (gr)**	**Berat Terlarut (gr)**	**Persentase Terlarut (%)**
Asam organik + Asam klorida (HCL) 10%	30	5.072	4.749	0.323	6.36%
	35	5.028	4.674	0.354	7.04%
	40	5.009	4.604	0.405	8.08%

Dari tabel 4.7 dapat dilihat hasil pengujiaan reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 10%). Pada proses reduksi *scale* dengan waktu 2 menit dengan temperatur 30°C didapatkan *scale* yang tereduksi sebesar 0.323 gram dari berat awal 5.072 gram menjadi 4.749 gram, sedangkan dengan temperatur 35°C menjadi 4.674 gram dari berat awal 5.028 gram sehingga *scale* yang tereduksi sebesar 0.354 gram dan pada reduksi menggunakan temperatur 40°C *scale* yang tereduksi sebesar 0.405 gram dari berat awal 5.009 gram menjadi 4.604 gram.

Dari data diatas dapat dibuat grafik pengaruh campuran asam organik dan asam klorida (HCL) konsentrasi 10% terhadap reduksi *scale.*

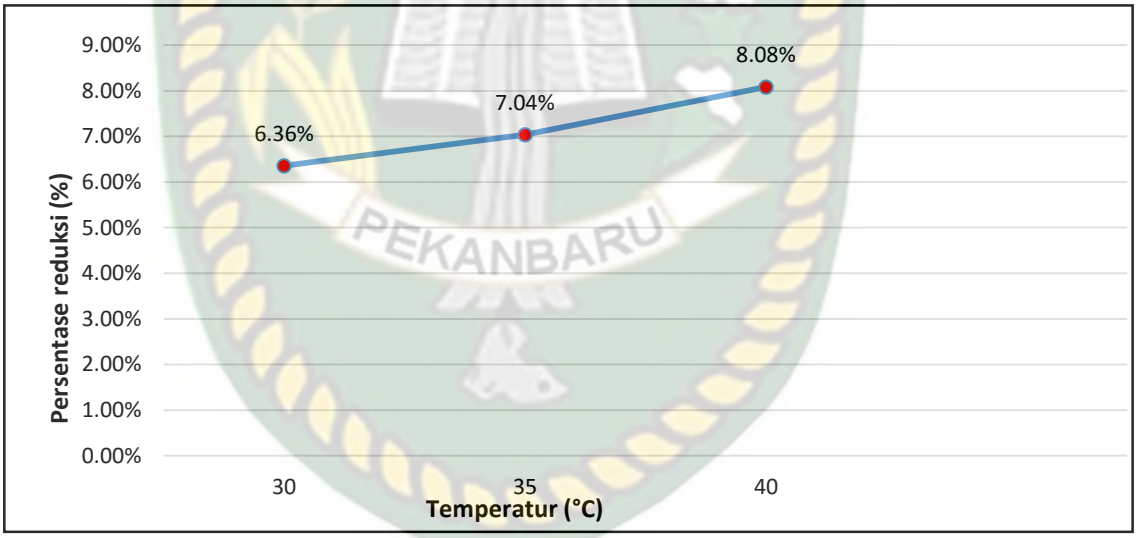


Gambar 4.6 Grafik pengaruh campuran asam organik dan asam klorida (HCL) konsentrasi 10% terhadap reduksi *scale*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Dari gambar 4.6 dapat dikatakan bahwa konsentarsi HCL 10% yang dicampurkan dengan asam organik berpengaruh dalam mereduksi *scale*, hal ini sesuai dengan data yang terdapat pada grafik dan semakin tinggi temperatur maka semakin besar jumlah *scale* yang tereduksi. Semakin banyak dan tinggi konsentrasi HCL yang digunakan maka semakin cepat dalam mereduksi *scale* tetapi akan menyebabkan masalah korosi pada pipa.

Persentase laju reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 10%) terhadap temperatur mengalami kenaikan disetiap pengujiaan. Pada temperatur 30°C persentase reduksi *scale* sebesar 6.36%, pada temperatur 35°C persentasennya sebesar 7.04% dan pada temperatur 40°C persentase reduksi *scale* sebesar 8.08%. Persentase laju reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 10%) dapat di lihat pada gambar 4.7.

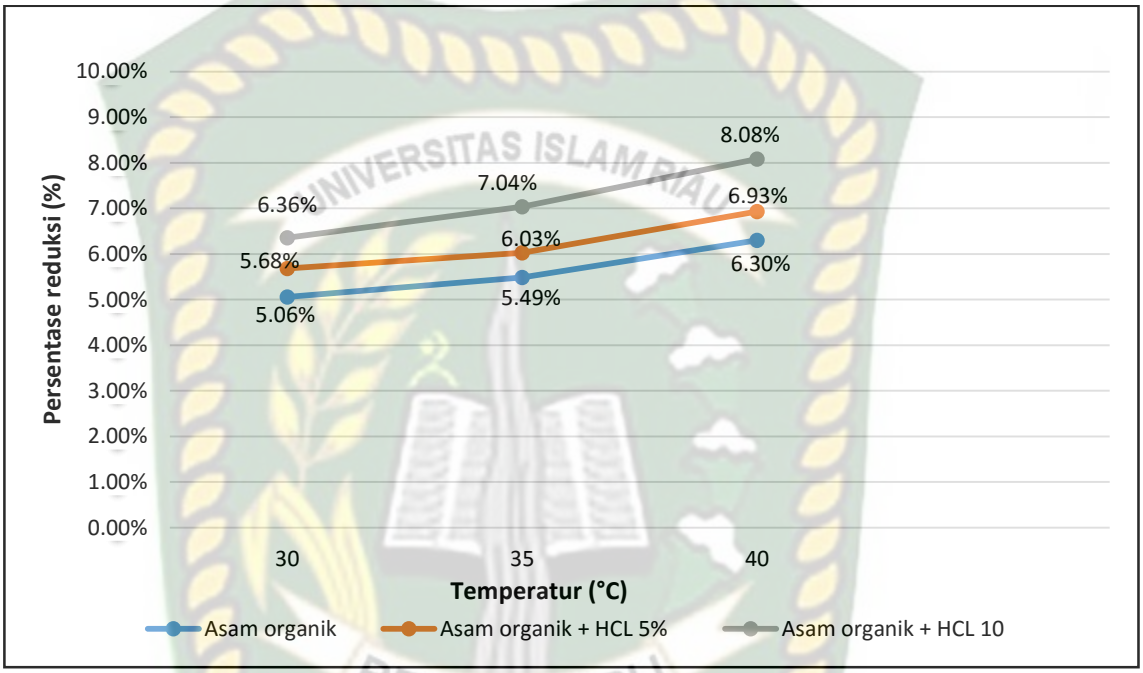


Gambar 4.7 Grafik persentase laju reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 10%) terhadap temperatur

Temperatur tertinggi yang digunakan pada penelitiaan ini yaitu 40°C, hal ini dilakukan karena dapat di rekomendasikan pengunaanya pada pipa industri migas dan tidak memerlukan biaya yang besar.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perbandingan persentase laju reduksi *scale* menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit dan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) dan (HCL 10%) dengan variabel temperatur yang berbeda yaitu 30°C, 35°C dan 40°C dapat dilihat pada gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan reduksi *scale* menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit dengan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5% dan 10%)

Dari gambar 4.8 diatas dapat dikatakan bahwa persentase *scale* yang tereduksi mengalami kenaikan di masing masing pengujiaan. Pada pengujiaan menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit persentase laju reduksi *scale* tertinggi yaitu 6.30% pada temperatur 40°C, dengan menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) persentase laju reduksi *scale* tertinggi yaitu 6.93% pada temperatur 40°C dan pada pengujian menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 10%) persentase laju reduksi *scale* tertinggi yaitu 8.08% dengan temperatur 40°C. Reduksi *scale* menggunakan campuran asam organik dan HCL konsentrasi 10% memiliki nilai

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

persentase yang paling besar Sedangkan nilai reduksi *scale* menggunakan asam organik cangkang kelapa sawit memiliki nilai persentase paling rendah.

Penggunaan asam organik dapat mengurangi pemakaian HCl, karena HCl merupakan asam kuat yang menyebabkan dampak negatif terhadap pipa distribusi. Penggunaan HCL konsentrasi yang lebih besar dapat menyebabkan korosi pada pipa, Sedangkan dengan menggunakan asam organik tidak memberikan dampak korosi pada pipa. Asam organik merupakan asam lemah yang berasal dari tumbuhan lebih bersifat alami, Selain itu asam organik juga dapat mengurangi limbah industri cangkang kelapa sawit dan tidak merusak lingkungan serta dari segi harga lebih ekonomis.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitiaan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan temperatur dengan menggunakan bahan pereduksi asam organik cangkang kelapa sawit berhasil meningkatkan persentase laju reduksi *scale*. Temperatur tertinggi pada penelitiaan ini yaitu 40°C mampu menghasilkan persentase reduksi *scale* sebesar 6.30% berbanding 5.06% pada temperatur 30°C dengan waktu perendaman hanya selama 2 menit.
2. Peningkatan temperatur juga mempengaruhi laju reduksi *scale* dengan menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL). Pada temperatur 40°C dengan menggunakan bahan pereduksi campuran asam organik dan asam klorida (HCL 5%) terjadi reduksi *scale* sebesar 6.93% berbanding 5.68% pada temperatur 30°C dan dengan menggunakan campuran asam organik dan asam klorida (HCL 10%) hasil reduksi *scale* yang terjadi lebih besar yaitu 8.08% berbanding 6.36% pada temperatur 30°C selama perendaman 2 menit.

5.2 SARAN

Adapun saran yang dapat penulis berikan yaitu melakukan penelitian menggunakan jenis asam organik lain yang paling baik dalam mereduksi *scale* dan menggunakan jenis *scale* lainya.

Universitas Islam Riau

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, N. M., & Said, L. (2015). Analisa Air Formasi Dalam Menentukan Kecendrungan Pembentukan Scale Pada Sumur X , Y dan Z. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 317–325.

Alida, R., Fandra, P., & Davis, S. (2018). penanggulangan scale cac pada sumur pf1 lapangan 26 di pt pertamina ep asset 2 field limau. *J. Teknik Patra Akademika*, *09*(02), 35–46.

Azmi, B., Wibisono, & Saputro, A. H. (2017). Measurement of Pipe Scaling using Parallel Beam Gamma Tomography. *A Scientific Journal for The Applications of Isotopes and Radiation*, *13*, 1–10.

Celik, A., Yaman, H., Turan, S., Kara, A., Kara, F., Zhu, B., Qu, X., Tao, Y., Zhu, Z., Dhokia, V., Nassehi, A., Newman, S. T., Zheng, L., Neville, A., Gledhill, A., Johnston, D., Zhang, H., Xu, J. J., Wang, G., … Dutta, D. (2018).

Ekananda, R., Budiyanto, E. N., Studi, P., Perpipaan, D. T., Teknik, J., Kapal, P., Perkapalan, P., & Surabaya, N. (2019). *Pengaruh campuran asam sitrat dan asam sulfamat sebagai alternatif pembersihan kerak pada pipa material carbon steel*. *2656*, 175–180.

Fauziati, F., Priatni, A., & Adiningsih, Y. (2018). Pengaruh Berbagai Suhu Pirolisis Asap Cair dari Cangkang Sawit sebagai Bahan Pengumpal Lateks. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, *12*(2), 139–149.

Friadi, R., Prabu, U. A., & Iskandar, H. (2011). *Evaluasi Penanggulangan Scale Dengan Metode Inject Scale Inhibitor Pada Sumur " X " Di Pt Pertamina Ep Asset 2 Field Limau Evaluation Scale Tackling of Scale Inhibitors Using the Injection Wells " X " in Pt Pertamina*.

Haji, A. G. (2013). Komponen Kimia Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Padat Kelapa Sawit. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, *9*(3), 110.

Jayanudin, J., Suhendi, A., Uyun, J., & Supriatna, A. H. (2012). Pengaruh Suhu Pirolisis Dan Ukuran Tempurung Kelapa Terhadap Rendemen Dan Karakteristik Asap Cair Sebagai Pengawet Alami. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, *8*(1), 46.

Jayanudin, J., & Suhendi, E. (2012). Identifikasi komponen kimia asap cair tempurung kelapa dari wilayah Anyer Banten. *Jurnal Agroekoteknologi*, *4*(1), 39–46.

Liestyana, R., Said, L., & Pratiwi, R. (2018). Analisa Air Formasi Terhadap Kecendrungan Pembentukan Scale Calcium Carbonate (CaCO3) dan Calcium

Perpustakaan Universitas Islam Riau

Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Sulfate (CaSO4). *Seminar Nasional Cendekiawan*, 725–734.

Lisa Ginayati, M. Faisal, & Suhendrayatna. (2015). Pemanfaatan Asap Cair Dari Pirolisis Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pengawet Alami Tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*, *4*(3), 7–11.

Mursyidah, Karim, S. A. A., Kadir, E. A., & Nasution, A. H. (2020). Optimization based model using fuzzy and other statistical techniques towards environmental sustainability. In *Optimization Based Model Using Fuzzy and Other Statistical Techniques Towards Environmental Sustainability*.

Musmuliadi. (2020). *Scale Pada Pipa Produksi Area Minas Dengan Injeksi Chemical Scale Inhibitor*. *7*(1), 69–76.

Pranondo, D., & Agusandi, S. (2017). Evaluasi Permasalahan Scale Sumur Sa-33, Sa-101, Sa-104 dan Sa-108 Di PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, *8*(1), 11.

Sari, R. P. (2011). Studi Penanggulangan Problem Scale dari Nearwellbore Hingga Flowline di Lapangan Minyak LIMAU. *Universitas Indonesia*.

Septiani, M., Santoso, K., & Abdul Majid, R. (2019). Efektivitas Asam Nitrat (Hno3) Sebagai Pelarut Alternatif Pada Proses Acid Wash Terhadap Plate Electrolyzer Di Pt Kaltim Nitrate Indonesia. *Journal of Chemical Process Engineering*, *3*(2), 17.

Sulhatun. (2012). Pemanfaatan Asap Cair Berbasis Cangkang Sawit Sebabagai Bahan Pengawet Alternative. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, *1*(November), 91–100.

Syahri, M., & Sugiarto, B. (2008). Scale Treatment Pada Pipa Distribusi Crude Oil Secara Kimiawi. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin*, *104*(0274), 33–37.

Widianto, E., Kardiman, Bayuseno, A. P., & Muryanto, S. (2017). Identifikasi struktur kristal dan morfologi endapan kalsium karbonat (CaCO3) pada pipa tembaga. *Barometer*, *2*(2), 60–63.

Zhang, Y., & Dawe, R. A. (2000). Influence of Mg2+ on the kinetics of calcite precipitation and calcite crystal morphology. *Chemical Geology*, *163*(1–4), 129–138.

Jamaludin, A., & Adiantoro, D. (2012). Analisis Kerusakan *X-Ray Fluoresence(XRF*). *Issn 1979-2409*, *V*(09–10), 19–28

Musnal, A. (2013). Mengatasi Kerusakan Formasi Dengan Metoda Pengasaman. *Jurnal of Eart, Energy, Engineering* ISSN: 2301 – 8097, 7.

Asdineri, A. ,(2018). pengaruh temperatur dan konsentrasi hcl terhadap "*acidizing*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

scale caco3. 6.

Kurniawan,H.Y.(2018). Studi penambahan asap cair tempurung kelapa grade 2 sebagai inhibitor kerak kalsium karbonat ($caco_3$) menggunakan metode *unseeded experiment* .

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :