

**TESIS**

**PIROLISIS *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE) UNTUK  
MENGHASILKAN *BIO-OIL***

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan  
Gelar Magister Teknik (M.T) Pada Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**



**SYAHRIAL OKZANI  
03012622226001**

**PROGAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PIROLISIS *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE)  
UNTUK MENGHASILKAN *BIO-OIL***

**TESIS**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan  
Gelar Magister Teknik (M.T.) Pada Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

Palembang, 26 Juli 2024  
Menyetujui  
Pembimbing I

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc.  
NIP. 196108121987031003



Dr. Ir. David Bahrin, S.T., M.T.  
NIP. 198010312005011003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya,

Ketua Jurusan Teknik Kimia,



Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM  
NIP. 197502112003121002



Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T.  
NIP. 19750201 200012 2001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tesis ini dengan judul “Pirolisis *Spent Bleaching Earth* (SBE) Untuk Menghasilkan *Bio-Oil*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada 23 Juli 2024.

Palembang, 26 Juli 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Tesis

Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc.

NIP. 196108121987031003

()

2. Dr. Ir. David Bahrin, S.T., M.T.

NIP. 198010312005011003

()

Anggota :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA.

NIP. 195805141984031001

()

2. Prof. Novia, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197311052000032003

()

3. Dr. Budi Santoso, S.T., M.T.

NIP. 197706052003121004

()

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya,

()  
Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM  
NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Kimia,

()  
Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T  
NIP. 19750201 200012 2001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Syahrial Okzani  
NIM : 03012622226001  
Judul : Pirolisis Spent Bleaching Earth (Sbe) Untuk Menghasilkan Bio-Oil

Menyatakan bahwa Laporan Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 26 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan,



Syahrial Okzani

NIM. 03012622226001

## RINGKASAN

### PIROLISIS *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE) UNTUK MENGHASILKAN *BIO-OIL*.

Karya tulis ilmiah berupa Hasil Penelitian Tesis, Juli 2024

Syahrial Okzani, Dibimbing Oleh Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc. dan Dr. Ir. David Bahrain, S.T., M.T.

### PYROLYSIS OF SPENT BLEACHING EARTH (SBE) TO PRODUCE LIQUID FUEL.

Xv + Halaman + Tabel + Gambar + Lampiran

#### RINGKASAN

*Spent bleaching earth* (SBE) adalah limbah industri, terutama dihasilkan dari pengolahan minyak nabati yang dapat menimbulkan bahaya kebakaran (yaitu pembakaran spontan), karena biasanya mengandung 20-40% berat minyak. Pirolisis *Spent Bleaching Earth* telah diproses dengan metode ekstraksi menggunakan n-heksana, metanol atau steam sebagai pelarut dan masih sangat jarang diolah menjadi bahan bakar cair. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah *Spent Bleaching Earth* menjadi bahan bakar cair dengan metode pirolisis, dimana dari hasil penelitian ini pada suhu 600<sup>0</sup>C dengan waktu 90 menit dihasilkan minyak hasil pirolisis densitas tertinggi sebesar 992,8 kg/m<sup>3</sup> dan viskositas tertinggi sebesar 31,21 cst dengan nilai kalor 40,63 dan titik nyala 36<sup>0</sup>C. Minyak pirolisis limbah *Spent Bleaching Earth* menghasilkan komposisi senyawa fenol tertinggi yaitu sebesar 21,18%. Luas dan hasil arang dari *Spent Bleaching Earth* yang tersisa dari proses pirolisis mencapai 54%.

**Keyword:** *Spent Bleaching Earth*, Pirolisis, Bio-Oil

## SUMMARY

PYROLYSIS OF SPENT BLEACHING EARTH (SBE) TO PRODUCE LIQUID FUEL.

Scientific paper in the form of Tesis, Juli 2024

Syahrial Okzani, Dibimbing Oleh Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc. dan Dr. Ir. David Bahrain, S.T., M.T.

*PIROLISIS SPENT BLEACHING EARTH (SBE) UNTUK MENGHASILKAN BIO-OIL.*

Xv + Halaman + Tabel + Gambar + Lampiran

### SUMMARY

Spent bleaching earth (SBE) is an industrial waste, mainly produced from vegetable oil processing that can pose a fire hazard (i.e. spontaneous combustion), as it usually contains 20-40% oil by weight. Pyrolysis of Spent Bleaching Earth has been processed by extraction method using n-hexane, methanol or steam as solvent and is still very rarely processed into liquid fuel. This research aims to process Spent Bleaching Earth waste into liquid fuel by pyrolysis method, where from the results of this study at a temperature of 600°C with a time of 90 minutes produced the highest density pyrolysis oil of 992.8 kg/m<sup>3</sup> and the highest viscosity of 31.21 cst with a calorific value of 40.63 and a flash point of 36°C. The pyrolysis oil of Spent Bleaching Earth waste produced the highest phenol compound composition of 21.18%. The area and char yield of Spent Bleaching Earth left over from the pyrolysis process contained 54%.

**Keyword:** Spent Bleaching Earth, Pyrolysis, Bio-Oil

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, sehingga penyusunan laporan Tesis dengan judul **“Pirolisis Spent Bleaching Earth (SBE) Untuk Menghasilkan Bio-Oil”** ini dapat terselesaikan. Laporan tesis ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Magister pada Program Studi Teknik Kimia, Bidang Kajian Utama Teknologi Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya.

Pelaksanaan penelitian, proses penulisan dan penyelesaian laporan hasil penelitian ini dapat berjalan dengan baik karena adanya dukungan dari berbagai pihak yang turut memberikan bantuan baik berupa pikiran maupun dukungan moral dan spiritual, perkenankan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan nikmat, rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tesis ini.
2. Orang tua, dan istri tercinta yang telah mendukung tanpa henti baik dalam dukungan spiritual dan moral.
3. Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc. dan Dr. Ir. David Bahrin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah sangat membantu selesainya tesis ini dari awal hingga akhir.
4. Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia.
5. Dr. Selpiana, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Magister Teknik Kimia.

Palembang, Juli 2024

Penulis,

Syahrial Okzani

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENYATAAN INTEGRITAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>v</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.2. Pirolisis .....	6
2.1.1. Pirolisis Lambat .....	9
2.1.2. Pirolisis Cepat .....	10
2.1.3. Pirolisis Kilat .....	11
2.1.4. Co-pyrolysis .....	13
2.1.5. <i>In-Situ</i> dan <i>Ex-Situ Pyrolysis</i> .....	14
2.2. <i>Spent Bleaching Earth</i> .....	16
2.2.1. Pemanfaatan SBE Di Industri Minyak Kelapa Sawit .....	19
2.2.2. Pemanfaatan SBE Di Industri Makanan dan Minuman .....	20
2.2.3. Pemanfaatan SBE Di Industri Kimia .....	21
2.3. <i>Bio-Oil</i> .....	24
2.4. Bio-Char.....	31
2.5. Karakteristik Produk Hasil Pirolisis .....	37



2.5.1. Karakteristik Arang ( <i>Char</i> ).....	37
2.5.2. Karakteristik <i>Bio-Oil</i> .....	38
2.5.3. Karakteristik Gas .....	41
2.6. Penelitian Terkait.....	44
3.1. Tempat dan Waktu.....	51
3.2. Variabel Penelitian.....	51
3.3. Bahan dan Alat.....	51
3.4. Skema Alat Pirolisis.....	51
3.5. Prosedur Penelitian .....	52
3.6. Analisa Sampel .....	53
3.7. Analisa Data Penelitian.....	54
3.8. Diagram Alir Penelitian .....	54
3.9. Metode Pengolahan dan Analisis Data .....	58
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>59</b>
4.1. Pengaruh Variasi Temperatur Dan Waktu Pirolisis Terhadap Yield <i>Bio-Oil</i> Yang Dihasilkan .....	59
4.2. Pengaruh Temperatur Dan Waktu Pirolisis Terhadap Densitas Dan Viskositas Minyak Pirolisis Yang Dihasilkan .....	61
Densitas dan viskositas minyak hasil pirolisis pada temperatur 400°C ditampilkan pada gambar 4.1 .....	61
Perbandingan waktu pirolisis dengan densitas dan viskositas minyak hasil pirolisis pada temperatur 450°C .....	62
Perbandingan waktu pirolisis dengan densitas dan viskositas minyak hasil pirolisis pada temperatur 500°C .....	62
Perbandingan waktu pirolisis dengan densitas dan viskositas minyak hasil pirolisis pada temperatur 550°C .....	63
Perbandingan waktu pirolisis dengan densitas dan viskositas minyak hasil pirolisis pada temperatur 600°C .....	64
Perbandingan waktu pirolisis dengan densitas dan viskositas minyak hasil pirolisis pada temperatur 650°C .....	64

4.3. Pengaruh Temperatur Dan Waktu Pirolisis Terhadap Nilai Kalor Minyak Pirolisis Yang Dihasilkan.....	67
4.4. Pengaruh Temperatur Dan Waktu Pirolisis Terhadap Flash Point Minyak Pirolisis Yang Dihasilkan.....	71
4.5. Pengaruh Temperatur dan Waktu Pirolisis Terhadap Komposisi Minyak Dan Char Hasil Pirolisis.....	72
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>77</b>
5.1. Kesimpulan .....	77
5.2. Saran .....	77
<b>3) Distilasi minyak hasil pirolisis untuk memisahkan, fraksi yang terkandung dalam minyak hasil pirolisis.....</b>	<b>77</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>78</b>
<b>LAMPIRAN I PERHITUNGAN.....</b>	<b>81</b>
<b>LAMPIRAN II HASIL ANALISA.....</b>	<b>83</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Rangkaian Peralatan Pirolisis Lambat.....	10
Gambar 2.2. Skema Reaktor Pirolisis Kilat .....	13
Gambar 2.3. Skema <i>Co-Pyrolysis</i> Plastik HDPE dan Oli Bekas .....	13
Gambar 2.4. Skema <i>Ex-Situ Pyrolysis</i> .....	15
Gambar 2.5. <i>Bio-Char</i> Sekam Padi.....	32
Gambar 2.6. Efek suhu pirolisis pada biochar: a. amorphous carbon; b. turbostratic carbon; c. graphite carbon .....	38
Gambar 2.7. Diagram skematik peralatan eksperimental .....	46
Gambar 2.8. Experimental set up pirolisis .....	48
Gambar 2.9. Mekanisme reaksi pirolisis dari SBE .....	50
Gambar 3.0. Mekanisme reaksi pirolisis katalitik untuk menghasilkan bahan bakar nabati.....	50
Gambar 3.1. Skema Rangkaian Alat Pirolisis.....	52
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian .....	57
Gambar 4.1. Pirolisis SBE pada Temperatur 400 °C.....	61
Gambar 4.2. Pirolisis SBE pada Temperatur 450 °C.....	62
Gambar 4.3. Pirolisis SBE pada Temperatur 500 °C.....	62
Gambar 4.4. Pirolisis SBE pada Temperatur 550°C .....	63
Gambar 4.5. Pirolisis SBE pada Temperatur 600 °C.....	64
Gambar 4.6. Pirolisis SBE pada Temperatur 650 °C.....	64
Gambar 4.7. Perbandingan Temperatur terhadap densitas dan viskositas <i>bio-oil</i> pada Waktu 60 Menit .....	65
Gambar 4.8. Perbandingan Temperatur terhadap <i>bio-oil</i> pada Waktu 60 Menit ..	65
Gambar 4.9. Perbandingan Temperatur terhadap <i>bio-oil</i> pada Waktu 60 Menit .	65
Gambar 4.10. Perbandingan Nilai Kalor Pirolisis SBE pada Temperature 400-650°C.....	67
Gambar 4.11. Nilai Kalor Pirolisis SBE pada Temperatur 400°C .....	68
Gambar 4.12. Nilai Kalor Pirolisis SBE pada Temperatur 450°C .....	68
Gambar 4.13. Nilai Kalor Pirolisis SBE pada Temperatur 500°C .....	69
Gambar 4.14. Nilai Kalor Pirolisis SBE pada Temperatur 550°C .....	69
Gambar 4.15. Nilai Kalor Pirolisis SBE pada Temperatur 600°C .....	70

Gambar 4.17. Nilai Kalor Pirolisis SBE pada Temperatur 650°C .....	71
Gambar 4.19. Hasil GC-MS Minyak Pirolis Temperatur 500°C dengan waktu 60 menit.....	73
Gambar 4.20. Hasil SEM-EDX Char pada (a) Temperatur 400°C dengan Waktu Pirolisis 60 Menit; (b) Temperatur 500°C dengan waktu pirolisis 60 menit; (c) Temperatur 650°C dengan waktu pirolisis 90 menit.....	74

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Physical Properties of Pyrolysis Liquids and Mineral Oils .....	39
Tabel 3.3. Rancangan Jadwal Kegiatan Penelitian .....	58
Tabel 4.1. Hasil Penelitian Pirolisis SBE.....	59
Tabel 4.2. Hasil Analisa Struktur Dan morfologi Pada temperatur operasi 400°C dengan waktu pirolisis 60 menit. ....	75
Tabel 4.3. Hasil Analisa Struktur Dan morfologi Pada temperatur operasi 500°C dengan waktu pirolisis 60 menit. ....	75
Tabel 4.4. Hasil Analisa Struktur Dan morfologi Pada temperatur operasi 650°C dengan waktu pirolisis 90 menit. ....	75

## DAFTAR NOTASI

1.  $T$  : Temperature, °C
2.  $\mu$  : Viskositas, cst
3.  $\rho$  : Densitas,  $\text{kg/m}^3$
4.  $t$  : Waktu, menit

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Saat ini PT. Pertamina (Persero) melalui PT. Kilang Pertamina Internasional (KPI) Sub Holding Refining & Petrochemical mendapat penugasan dari Pemerintah melalui Peraturan Pemerintah No 109 Tahun 2020 tentang Perubahan ketiga atas Peraturan Presiden no 3 tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional dimana salah satunya adalah Pembangunan Kilang Bahan Bakar Hijau (Green Refinery) RDMP RU III Plaju.

Salah satu masalah dalam pembangunan Green Refinery adalah Limbah Padat Palm Oil Treatment (POT) yaitu *Spent Bleaching Earth* (SBE). Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, *Spent Bleaching earth* tidak termasuk dalam limbah B3 namun dengan ketentuan kandungan *oil* (minyak)  $\leq 3\%$  namun data dari Tim Engineering Service-PT KPI menyatakan bahwa kandungan *oil* mencapai 21,4% sehingga termasuk dalam Limbah B3 dan harus mengikuti peraturan pengolahan Limbah B3.

Kilang Green Refinery tersebut, menghasilkan limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) sekitar 4 ton / jam (2.880 ton/bulan) sehingga Tempat Penampungan Sementara (TPS) di perkirakan luasnya sekitar 1,2 Hektar dengan Penanganan sebagai Limbah B3. Biaya Pengangkutan dan Pengelolaan Limbah SBE ini kepada pihak ketiga diperkirakan sekitar Rp 750.000/ton sehingga biaya yang dikeluarkan PT.KPI diperkirakan sekitar Rp 2.160.000.000/ bulan. Hal inilah yang menjadi salah satu evaluasi keekonomian Project disamping harga baku baku (feed) CPO yang juga mahal.

Permasalahan tentang sumber energi tak terbarukan yang dimana kebutuhannya selalu meningkat sementara ketersediaannya sangat terbatas. Salah satu contoh pemanfaatan dari limbah SBE yakni ialah diproses menjadi *bio-oil*. *Bio-oil* memiliki potensi sebagai energi terbarukan untuk menggantikan bahan bakar dari fosil. Hal ini dikarenakan bahan bakar fosil dan pemakaian minyak bumi yang sifatnya tidak dapat diperbarui (*non renewable*) mendorong untuk dilakukannya pembuatan bahan bakar yang terbuat dari bahan perkebunan. Hal ini juga dikarenakan Indonesia yang merupakan negara agraris. *Bio-oil* adalah bahan

bakar cair berwarna gelap yang memiliki aroma asam yang diproduksi dari biomassa melalui teknologi pirolisis (Naser et al., 2021) *Bio-oil* dapat diperoleh melalui proses pirolisis tanpa maupun dengan tambahan katalis.

Sejumlah besar limbah padat *spent bleaching earth (SBE)* dihasilkan oleh industri penyulingan minyak nabati. Tanah pemutih bekas ini mengandung minyak mentah yang terperangkap dan dalam banyak kasus, tanah ini dibuang dalam keadaan murni, yang dianggap sebagai bahaya lingkungan. Dalam penelitian ini, regenerasi SBE dilakukan dengan cara pirolisis atau ekstraksi pelarut, dan konversi minyak nabati yang terperangkap yang dipulihkan menjadi biodiesel diselidiki. Minyak yang terperangkap diekstraksi menggunakan n-heksana, metanol atau uap sebagai pelarut, dan SBE diregenerasi dengan pirolisis di bawah lingkungan inert Nitrogen pada suhu 450 C, 550 C dan 650 C. (Naser et al., 2021)

Penemuan ini berkaitan dengan suatu proses untuk meregenerasi tanah pemutih yang telah digunakan. Proses ini melibatkan perlakuan panas oksida di mana jumlah oksigen yang diberikan melebihi kebutuhan stoikiometris untuk oksidasi sempurna dari semua bahan organik yang terdapat dalam tanah pemutih yang telah digunakan. Dalam proses ini, tanah pemutih yang telah habis dan oksigen ditiupkan melalui unggun terfluidisasi yang diam dari bahan butiran inert. *Fluidized bed* stasioner harus setinggi untuk membatasi suhu di dalam freeboard kurang dari 1000 C. Faktanya, sudah ditemukan bahwa, jika unggun terfluidisasi tidak cukup tinggi, oksigen yang dibutuhkan untuk membakar kandungan organik tanah pemutih yang dihabiskan akan meniup bubuk pemutihan tanah dari unggun pada tahap yang tidak lengkap oksidasi bahan organik yang ada di bumi, menghasilkan dalam kenaikan suhu yang tidak terkendali di freeboard dan panas berlebih dari tanah pemutih. (Dijkstra & Konopka, 1993).

SBE dapat berupa diregenerasi melalui pirolisis antara 250 dan 800 C. Boukerroui dan Ouali (2000) meregenerasi SBE melalui pirolisis dari 300 C hingga 800 C dengan kenaikan suhu 100 C. Mereka menunjukkan kualitas regenerasi dengan pemutihan minyak nabati, dan memperoleh efisiensi pemutihan maksimum 65,4% untuk sampel pirolisis 600 C dibandingkan dengan 92,7% untuk *fresh bleaching earth*. Secara mencolok, efisiensi pemutihan SBE yang diregenerasi meningkat menjadi 92,8% setelah pencucian dengan asam HCl 1 M.



Penelitian yang mengamati bahwa memperlakukan SBE yang diregenerasi dengan asam meningkatkan luas permukaan dari  $73 \text{ m}^2 / \text{g}$  menjadi  $107 \text{ m}^2 / \text{g}$  dan volume pori total dari  $0,1627 \text{ cm}^3 / \text{g}$  menjadi  $0,2135 \text{ cm}^3 / \text{g}$  pada suhu pirolisis  $387 \text{ C}$ , dengan menghilangkan residu karbon dan komponen yang larut dalam air di dalam bahan. Hasil penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa perlakuan asam tidak mengubah sifat kimia SBE yang diregenerasi (Tsai et al., 2002)

*Bleaching earth* mengacu pada lempung yang dalam keadaan alami (yaitu *fuller's earth*) atau setelah diaktivasi (yaitu *activated bleaching earth (ABE)*), memiliki kapasitas untuk menyerap zat pewarna dan residu yang tidak diinginkan dari minyak dalam pemrosesan minyak nabati dan juga selama produksi oleokimia. Dengan demikian, tugas utama *bleaching earth* adalah untuk meningkatkan penampilan, kesukaan, rasa, dan stabilitas produk akhir. Mereka terutama terdiri dari bentonit atau montmorillonit, yang merupakan silikat kristal halus dari aluminium dengan berbagai jumlah logam alkali dan logam transisi (Tsai et al., 2002) .

*Spent Bleaching Earth (SBE)* adalah limbah industri, terutama yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak nabati. Perlu dicatat bahwa SBE dapat menimbulkan bahaya kebakaran (yaitu pembakaran spontan), karena biasanya mengandung 20-40% minyak menurut beratnya. Minyak yang tertahan dan tidak dihilangkan dengan penyaringan filter dapat memiliki sifat pirogenik karena ketidakjenuhannya. Limbah ini biasanya dibuang ke tempat pembuangan akhir tanpa pengolahan terlebih dahulu. Dari sudut pandang lingkungan, keamanan dan peraturan, sangat mendesak untuk membatasi praktik TPA di masa depan. Berdasarkan konservasi dan pemulihan sumber daya, pemanfaatan limbah pengolahan makanan ini telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Werner merangkum beberapa alternatif untuk pembuangan TPA. Ini termasuk: (a) pembakaran; (b) pemanfaatan dalam tungku sementasi; (c) pemanfaatan dalam industri batu bata; (d) perbaikan tanah; (e) ekstraksi untuk pemulihan minyak; (f) regenerasi (Chang et al., 2006).

SBE adalah limbah industri yang dihasilkan pada industri penyulingan minyak nabati setelah perubahan warna (pemutihan) minyak mentah. Produksi SBE dunia setiap tahunnya adalah antara 1,5 hingga 2,0 juta ton berdasarkan produksi

minyak nabati dunia sebesar 128,2 juta metrik ton pada tahun 2007 dan 1,2-1,6 kg SBE per metrik ton produksi minyak nabati. SBE mengandung 20-40% berat minyak, lemak dan pigmen berwarna serta dapat menimbulkan bahaya kebakaran, jika tidak disimpan atau dibuang dengan benar [10]. Pemulihan minyak residu yang teradsorpsi dalam SBE telah dipelajari oleh banyak peneliti dengan menggunakan ekstraksi pelarut, ekstraksi CO<sub>2</sub> superkritis, atau ekstraksi alkali di masa lalu. Hanya sebagian kecil dari SBE yang dihasilkan di seluruh dunia yang dipulihkan dan sebagian besar dibuang ke tempat pembuangan sampah. Minyak dalam SBE adalah metil ester dari asam lemak seperti yang ada dalam minyak nabati Pizarro dan Park mencoba memproduksi bahan bakar biodiesel dengan metode katalisis lipase menggunakan minyak dari SBE yang dihasilkan di fasilitas penyulingan minyak kedelai, rapeseed dan kelapa sawit (Huang & Chang, 2010).

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana pengaruh variasi temperatur pirolisis terhadap *yield bio-oil* yang dihasilkan?
- 2) Bagaimana pengaruh variasi waktu pirolisis SBE terhadap karakteristik *bio-oil* yang dihasilkan?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menganalisa pengaruh variasi temperatur pirolisis terhadap *yield bio-oil* yang dihasilkan
- 2) Menganalisa pengaruh variasi waktu pirolisis SBE terhadap karakteristik *bio-oil* yang dihasilkan

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagi mahasiswa, dapat mengimplementasikan tentang cara memproduksi dan kondisi operasi yang diperlukan dalam membuat *bio-oil*.
- 2) Bagi peneliti, dapat memberikan gambaran mengenai potensi dalam pengembangan dan pengaplikasian *bio-oil*.

- 3) Bagi masyarakat, dapat memaksimalkan pemanfaatan limbah SBE menjadi produk bermanfaat.
- 4) Bagi Perusahaan , dapat mengurangi Biaya Pokok Produksi (BPP) sehingga mendapatkan margin yang optimal
- 5) Bagi Negara, dapat mengurangi limbah B3 sehingga mengurangi dampak terhadap Lingkungan

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulbari, H. A., Y, R. M., N, A. H., & K, N. M. (2011). Lubricating grease from spent bleaching earth and waste cooking oil: Tribology properties. *International Journal of Physical Sciences*, 6(20), 4695–4699. <https://doi.org/10.5897/IJPS11.561>
- Anom, I. D. K., & Lombok, J. Z. (2020). Karakterisasi Asap Cair Hasil Pirolisis Sampah Kantong Plastik sebagai Bahan Bakar Bensin. *Fullerene Journal of Chemistry*, 5(2), 96. <https://doi.org/10.37033/fjc.v5i2.206>
- Ardiatma, D., Mulyani, N., & Hakim, A. K. (2021). Pembuatan Minyak Pirolisis Dan Uji Kualitas Minyak Hasil Pirolisis Dengan Variasi Campuran Konsentrasi Dari Limbah Plastik PET Dan LDPE. *Jurnal Teknologi Dan Pengelolaan Lingkungan*, 8(28), 8–22.
- Cerciello, F., Cortese, L., Heuer, S., Schiemann, M., Scherer, V., & Senneca, O. (2016). Effect of CO<sub>2</sub> on coal pyrolysis at high and low heating rates on char reactivity. *XXXIX Meeting of the Italian Section of the Combustion Institute*, July, I3.1-I3.6. <https://doi.org/10.4405/39proci2016.I3>
- Chang, J. I., Tai, H. S., & Huang, T. H. (2006). Regeneration of spent bleaching earth by lye-extraction. *Environmental Progress*, 25(4), 373–378. <https://doi.org/10.1002/ep.10170>
- Dijkstra, J., & Konopka, P. E. E. (1993). *United States Patent (19)*. 19.
- Falaah, A. F., Cifriadi, A., & Maspanger, D. R. (2013). Pemanfaatan Hasil Pirolisis Limbah Ban Bekas Sebagai Bahan Pelunak Untuk Pembuatan Barang Jadi Karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 31(2), 149. <https://doi.org/10.22302/jpk.v31i2.142>
- Huang, Y. P., & Chang, J. I. (2010). Biodiesel production from residual oils recovered from spent bleaching earth. *Renewable Energy*, 35(1), 269–274. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.07.014>
- Loh, S. K., Cheong, K. Y., Choo, Y. M., & Salimon, J. (2015). Formulation and optimisation of spent bleaching earth-based bio organic fertiliser. *Journal of Oil Palm Research*, 27(1), 57–66.
- Malakootian, M., Fatehizadeh, A., Yousefi, N., Ahmadian, M., & Moosazadeh, M. (2011). Fluoride removal using Regenerated Spent Bleaching Earth (RSBE)

- from groundwater: Case study on Kuhbonan water. *Desalination*, 277(1–3), 244–249. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.04.033>
- Monde, J., Fransiskus, H., Lutfi, M., & ... (2022). Pengaruh Suhu pada Proses Tranesterifikasi terhadap Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Jurnal Pendidikan*, 6, 7–9. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/3113>
- Naser, J., Avbenake, O. P., Dabai, F. N., & Jibril, B. Y. (2021). Regeneration of spent bleaching earth and conversion of recovered oil to biodiesel. *Waste Management*, 126, 258–265. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.024>
- Novia, T. (2021). Pengolahan Limbah Sampah Plastik Polythylene Terephthlate (PET) Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis. *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 4(01), 33–41. <https://doi.org/10.33059/gravitasi.jpfs.v4i01.3481>
- Paranduk, E. (2022). *Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Bio Oil Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Melalui Proses Pirolisis Cepat Dengan Kapasitas 43.000 Ton/Tahun*.
- Parapat, R. Y., Rosa, S. N., Pratiwi, V. D., & Kurniawan, R. (2023). ANALISIS EKONOMI PRA-RANCANGAN PABRIK BIO-OIL DARI TONGKOL JAGUNG MENGGUNAKAN PROSES PIROLISIS CEPAT. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 4(1), 88–100.
- Pollard, S. J. T., Sollars, C. J., & Perry, R. (1991). A low cost adsorbent from spent bleaching earth. I—the selection of an activation procedure. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 50(2), 265–275. <https://doi.org/10.1002/jctb.280500211>
- Raju, M., Tambunan, A., & Setiawan, R. (2016). Characterization of Pyrolysis Char and Gases of Palm Oil Waste. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 04(2), 1–8. <https://doi.org/10.19028/jtep.04.2.153-160>
- Sapawe, N., & Hanafi, M. F. (2018). Analysis of the pyrolysis products from spent bleaching clay. *Materials Today: Proceedings*, 5(10), 21940–21947. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.07.054>
- Suhartini, S., Hidayat, N., & Wijaya, S. (2011). Physical properties characterization of fuel briquette made from spent bleaching earth. *Biomass and Bioenergy*, 35(10), 4209–4214. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.07.002>

- Syamsiro, M., Saputro, M. A., Winarno, J., Megaprastio, B., & Mufrodi, Z. (2021). *Studi Pirolisis Bersama Limbah Plastik HDPE dan Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Cair Alternatif*.
- Tsai, W. T., Chen, H. P., Hsieh, M. F., Sun, H. F., & Chien, S. F. (2002). Regeneration of spent bleaching earth by pyrolysis in a rotary furnace. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 63(1), 157–170. [https://doi.org/10.1016/S0165-2370\(01\)00150-4](https://doi.org/10.1016/S0165-2370(01)00150-4)
- Xu, L., Chen, S., Song, H., Liu, Y., Shi, C., & Lu, Q. (2020). Comprehensively utilization of spent bleaching clay for producing high quality bio-fuel via fast pyrolysis process. *Energy*, 190, 116371. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116371>