PENGARUH KONDISI TEMPERATUR DAN BERAT KATALIS PADA PEMBUATAN BIO-OIL DARI LIMBAH TKKS MENGGUNAKAN KATALIS Ni/ZAA

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia

OLEH:
NUR IMANIYAH KAMILAH
08031281520100

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH KONDISI TEMPERATUR DAN BERAT KATALISPADA PEMBUATAN BIO-OIL DARI LIMBAH TKKS MENGGUNAKAN KATALIS NI/ZAA

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi

Kimia

Oleh :

NUR IMANIYAH KAMILAH

08031281520100

Indralaya, 27 Juli 2022

Pembimbing I	**Pembimbing II**
Dr. Zainal Fanani, M. Si	**Dr. Nirwan Syarief, M. Si**
NIP. 196708211995121001	**NIP. 197010011999031003**

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Prof. Dr. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph. D

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "Pengaruh Kondisi Temperatur Dan Berat Katalis Pada Pembuatan Bio-oil Dari Limbah TKKS Menggunakan Katalis Ni/ZAA", telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 Juli 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 27 Juli 2022

Ketua:

1. Dr. Zainal Fanani, M. Si. ( )
NIP. 196708211995121001

Anggota:

2. Dr. Nirwan Syarief, M. Si. ( )
NIP. 197010011999031003

3. Dra. Julinar, M. Si. ( )
NIP.196507251993032002

4. Dr. Suheryanto, M. Si. ( )
NIP.196006251989031006

Mengetahui,

Dekan FMIPA

Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP.197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia

Prof. Dr. Muharni, M. Si.
NIP.196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

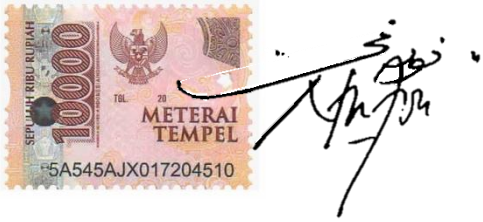
Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Nur Imaniyah Kamilah
NIM : 08031281520100
Fakultas/ Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 27 Juli 2022
Penulis,



Nur Imaniyah Kamilah
Nim. 08031281520100

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Nur Imaniyah Kamilah
NIM : 08031281520100
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan,
Saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "Pengaruh Kondisi Temperatur Dan Berat Katalis Pada Pembuatan Bio-oil Dari Limbah TKKS Menggunakan Katalis Ni/ZAA". Dengan hak bebas royalti non-ekslusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 27 Juli 2022
Yang menyatakan

Nur Imaniyah Kamilah
Nim. 08031281520100

HALAMAN PERSEMBAHAN

"Kami tidak mengutus engkau, Wahai Muhammad, melainkan sebagai rahmat bagi seluruh manusia" (QS. Al Anbiya: 107)

"Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tandan bagi orang-orang yang berakal." (QS. 3: 190)

" Barangsiapa yang hendak menginginkan dunia, maka hendaklah ia menguasai ilmu. Barangsiapa menginginkan akhirat, maka hendaklah ia menguasai ilmu. Dan barangsiapa yang menginginkan keduanya (dunia dan akhirat), hendaklah ia menguasai ilmu" (HR Ahmad).

"Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain." (Hadits Riwayat ath-Thabrani, Al-Mu'jam al-Ausath)

- ***Skripsi ini sebagai tanda syukur kepada Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW.***
- ***Penulis persembahkan kepada kedua orang tua, adik dan seluruh keluarga besar sebagai wujud sayang, cinta dan terima kasih atas d'oa dan dukungannya serta almamater tercinta (Universitas Sriwijaya).***

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas rahmat Allah SWT karena berkat hidayah-Nya lah penulis dapat menyusun dan menyelesaikan ajuan proposal penelitian ini untuk memenuhisalah satu syarat dalam menyelesaikan tugas akhir di Jurusaan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Semoga dengan penulisan proposal yang berjudul **"Pengaruh Kondisi Temperatur Dan Berat Katalis Pada Pembuatan Bio-Oil Dari Limbah TKKS Menggunakan Katalis Ni/ZAA"** ini dapat menjadi langkah konkret dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik**.** Dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi penelitian ini, penulis telah mendapat banyak dukungan dan bantuan serta bimbingan dari berbagaipihak. Oleh karena itu, penulis bermaksud ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan rasa hormat kepada:

1. Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan baikmoril maupun materil serta doa yang tiada hentinya.
2. Bapak Prof. Dr. Hermansyah, S.Si., M.Si., P.hD selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya yang telah mendukung terlaksananya kerja praktek ini.
3. Ibu Dr. Muharni, M.Si. selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya yang memberikan izin dan mendukung atas terlaksananya tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Zainal Fanani, M.Si dan Dr. Nirwan Syarief, M.Si selaku pembimbing pertama dan kedua penulis yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan serta bantuannya selama penelitian dan penyusunan proposal.
5. Sahabat-sahabatku seperjuangan kuliah D2RN, Dian Pratiwi, Dini Aprilin dan Risa Agustini.
6. Sahabat-sahabatku Selalu Bersama, Rika Silvia, Bidari Silmi, Nala Rosyida, Novian Carolline Putri dan Ria Afni Rachmawati
7. Keluarga kedua ku AZTEC Family
8. Keluarga Besar Ma'had Al-Zaytun tempat aku dididik dan diberikan bekal ilmu dan aqidah dengan baik hingga dapat menjadi pribadi yang lebih baik.

9. Sahabat-sahabatku Lili Suryani, Heni Agustini, Lisa Ketari, Kurnia, Delisa Rizkiani, Novita Apriani, Fikri Akbar, Ferri dan Danil Alfarado.
10. Teman-teman angkatan kimia MIKI 2015.
11. Mba Novi, Ka Roni dan Ka Iin yang senantiasa membantu dalam hal administrasi kelengkapan berkas.
12. Kampus tercinta Unsri dan segala aktivitasnya yang telah memberi pengalaman yang sangat berharga

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan untuk masa yang akan datang.

Penulis berharap semoga proposal penelitian ini dapat diterima dan bermanfaat sebagaimana mestinya, baik bagi penulis maupun bagi pembaca. Atas perhatiannya, saya ucapkan terimakasih.

Indralaya, Juli 2022

Penulis

SUMMARY

THE EFFECT OF CATALYST TEMPERATURE AND WEIGHT CONDITIONS ON BIO-OIL PRODUCTION FROM OPEFB WASTE USING Ni/ZAA CATALYST

Nur Imaniyah Kamilah
Supervised by Dr. Zainal Fanani, M.Si and Dr. Nirwan Syarief, M.Si
[1]Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

Xi + 50 pages, 12 tables, 11 pictures, 4 attachments

Research has been carried out on the effect of temperature and weight of the catalyst on the process making bio-oil from OPEFB waste using a Ni/ZAA catalyst to investigate the effect to yield of bio-oil, coke, and specific gravity of bio-oil. OPEFB samples were prepared and characterized for their cellulose content which content by 80% and lignin by 15%. Ni/ZAA catalyst was made by impregnation of $NiN0_3.6H_20$ solution into ZAA with a ratio 1:25% and characterized through the acidity test of the catalyst. Characteristic results shows that the acidity of the Ni/ZAA catalyst increased, where the absorption of pyridine resulted of 3.3768 mmol/g and ammonia of 6.7854 mmol/g, compared to the acidity of the ZAA catalyst which resulted of 0.3398 mmol/g for pyridine and 2.3253 mmol/g for ammonia which is means with the addition of Ni metal into the ZAA catalyst could increasing the number of acidic active sites, so that more pyridine and ammonia are absorbed into the Ni/ZAA catalyst.

The conditions for making bio-oil were carried out with a temperature variation of 450°C, 550°C, and 650°C and the weight of the Ni/ZAA catalyst used is 1, 2 and 3 grams. The results show that at temperatures of 450°C and 550°C, there is an increase in the yield of bio-oil it means the higher the temperature, the more big kinetic energy in the reaction so there will be more components in the OPEFB decomposed. However, at a temperature of 650°C there was a decrease in yield bio-oil because of a coupling reaction, in which the short chain molecules are bonded back together and produce more coke (solids). The effect of the weight of the catalyst in the manufacture of bio-oil shows that the weight of the catalyst is 1 and 2 grams occur increased bio-oil yield, because the more active sites the catalyst acid reacts so the coke decreases. However, there are cases where the weight of the catalyst used is 3 grams there is a decrease yield bio-oil, due to the residual water content in the catalyst whichcan lowerits catalytic ability. The characteristics of making bio-oil in this study resulted in good condition occur on temperature 550°C and the weight of the catalyst is 2 grams which produces a bio-oil specific gravity of 0.8638 g/mL, a total percent solid (coke) of 1.5715% and a bio-oil yield of 26.0258%.

Keyword : hydrocracking, Ni/ZAA, TKKS, bio-oil, coke
Citation : 50 (1980-2017)

RINGKASAN

PENGARUH KONDISI TEMPERATUR DAN BERAT KATALIS PADA PEMBUATAN BIO-OIL DARI LIMBAH TKKS MENGGUNAKAN KATALIS Ni/ZAA

Nur Imaniyah Kamilah[1]
Dibimbing oleh Dr. Zainal Fanani, M.Si dan Dr. Nirwan Syarief, M.Si
[1]Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Xi + 50 halaman, 12 tabel, 11 gambar, 4 lampiran

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh temperatur dan berat katalis pada proses pembuatan bio-oil dari limbah TKKS menggunakan katalis Ni/ZAA untuk menyelidiki pengaruhnya terhadap hasil *yield* bio-oil, *coke*, dan berat jenis bio-oil. Sampel TKKS dipreparasi dan dikarakterisasi kadungan selulosanya yang menghasilkan nilai sebesar 80% dan lignin sebesar 15%. Katalis Ni/ZAA dibuat dengan proses impregnasi larutan $NiN0_3.6H_20$ ke dalam ZAA dengan perbandingan 1:25%, serta dikarakterisasi melalui uji keasaman katalis. Hasil karakteristik menunjukkan bahwa keasaman katalis Ni/ZAA mengalami kenaikan, dimana absorpsi piridin menghasilkan nilai sebesar 3.3768 mmol/g dan amonia sebesar 6.7854 mmol/g, dibandingkan keasaman katalis ZAA yang menghasilkan nilai sebesar 0.398 mmol/g untuk piridin dan 2.3253 mmol/g untuk amonia yang artinya dengan penambahan logam Ni ke dalam katalis ZAA dapat meningkatkan jumlah situs aktif asamnya, sehingga semakin banyak piridin dan amonia untuk terserap kedalam katalis Ni/ZAA.

Kondisi pembuatan bio-oil dilakukan dengan variasi temperatur 450°C, 550°C dan 650°C serta berat katalis Ni/ZAA yang digunakan yakni 1, 2 dan 3 gram. Hasil menunjukkan bahwa pada temperatur 450°C dan 550°C, terjadi kenaikan *yield* bio-oil dimana semakin tinggi temperatur, maka energi kinetik yang bekerja didalam reaksi semakin besar sehingga komponen dalam TKKS akan semakin banyak yang terdekomposisi. Namun, pada temperatur 650°C terjadi penurunan *yield* bio-oil karena adanya reaksi *coupling*, dimana antar molekul-molekul rantai pendek mengalami pengikatan kembali dan menghasilkan lebih banyak *coke* (padatannya). Pengaruh berat katalis dalam pembuatan bio-oil menunjukkan bahwa pada berat katalis 1 dan 2 gram terjadi peningkatan *yield* bio-oil, dikarenakan semakin banyak situs aktif asam katalis yang bereaksi sehingga *coke* menurun. Namun, pada berat katalis yang digunakan 3 gram terjadi penurunan *yield* bio-oil, dikarenakan adanya sisa kandungan air didalam katalis yang dapat menurunkan kemampuan katalisnya. Adapun karakteristik pembuatan bio-oil dalam penelitian ini dihasilkan kondisi yang baik terjadi pada temperatur 550°C dan berat katalis 2 gram yang menghasilkan berat jenis bio-oil sebesar 0.8638 g/mL, jumlah persen padatan (*coke*) sebesar 1.5715% dan *yield* bio-oil sebesar 26.0258%.

Kata kunci : *hydrocracking*, Ni/ZAA, TKKS, bio-oil, *coke*
Sitasi : 50 (1980-2017)

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN..... ii

HALAMAN PERSETUJUAN..... iii

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....iv

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS..... v

HALAMAN PERSEMBAHAN..... vi

KATA PENGANTAR..... vii

SUMMARY……..... ix

RINGKASAN..... x

DAFTAR ISI ……...…. xi

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR TABEL xv

DAFTAR LAMPIRAN xvi

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang ……...…….. 1

1.2 Rumusan Masalah…….. 3

1.3 Tujuan…….…… 3

1.4 Manfaat…….……. 3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Bumi dan Bio-Oil……..... 4

2.2 Biomassa ……..…… 5

2.3 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) ……..…….. 6

2.4 Pirolisis ……..…….……... 8

2.5 Hidrorengkah (*Hidrocracking*) 8

2.6 Katalis 9

2.7 Zeolit 10

2.8 Logam Ni 11

2.9 Isoterm Adsorpsi 13

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian …….……....…. 16

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat ……..……. 16

3.2.2 Bahan …… 16

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Preparasi Sampel TKKS ……..……..…..... 16

3.3.2 Analisis Selulosa dan Hemiselulosa TKKS ...……. 16

3.3.3 Pembuatan Zeolit Aktif …….……... 17

3.3.4 Pembuatan Katalis Ni/ZAA

3.3.4.1 Impregnasi Katalis Ni.....…….. 17

3.3.4.2 Oksidasi Katalis Ni/ZAA ……..…..…... 18

3.3.4.3 Reduksi Katalis Ni/ZAA …….……... 18

3.3.5 Karakterisrik Katalis

3.5.1 Penentuan Keasaman Katalis ……...…. 18

3.3.6 Pembuatan Bio-Oildengan Katalis Ni/ZAA 19

3.4 Cara Hitung

3.4.1 Perhitungan Berat Jenis Bio-Oil…….…. 20

3.4.2 Perhitungan Gravimetri ……..…… 20

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Selulosa dan Lignin TKKS ……. 21

4.2 Karakteristik Katalis Ni/ZAA dengan Uji Keasaman Piridin dan Amoniak.....……..... 22

4.3 Pengaruh Temperatur (^oC) dan Berat Katalis (g) Terhadap Berat Jenis Bio-oil

4.3.1 Pengaruh Temperatur Terhadap Berat Jenis Bio-Oil… 23

4.3.2 Pengaruh Berat Katalis Terhadap Berat Jenis Bio-Oil.. 24

4.4 Pengaruh Temperatur dan Berat Katalis Terhadap *Coke*

4.4.1 Pengaruh Temperatur terhadap *Coke* 25

4.4.2 Pengaruh Berat Katalis terhadap *Coke* 26

4.5 Pengaruh Temperatur (^oC) dan Berat Katalis (g) Terhadap *Yield* Bio-oil

4.5.1 Pengaruh Temperatur Terhadap *Yield* Bio-oil..... 27

4.5.2 Pengaruh Berat Katalis Terhadap *Yield* Bio-oil..... 28

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 29

5.2 Saran..... 29

DAFTAR PUSTAKA..……. 30

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Targetan Bauran Energi Nasional 2025……. 4

Gambar 2. Diagram energy pada CO menjadi CO_2 yang dikatalis Pb.... 9

Gambar 3a. Mikrograf SEM Morfologi permukaan zeolit alam……. 10

Gambar 3b. Mikrograf SEM Morfologi permukaan zeolit alam kalsinasi 10

Gambar 4. Model fidiorpsi (a) dan kemisorpsi (b) molekul gas hidrogen (H_2) pada permukaan logam Nikel …… 12

Gambar 5. Desain Alat Penelitian .....……..... 19

Gambar 6. Pengaruh Temperatur (ºC) Terhadap Berat jenis Bio-oil…. 23

Gambar 7. Pengaruh Variasi Berat Katalis (g) Terhadap Berat Jenis Bio-oil…….…… 24

Gambar 8. Hasil Persentase Padatan Bio-Oil terhadap Temperatur…… 25

Gambar 9. Hasil Persentase Padatan Bio-Oil terhadap Berat Katalis..... 26

Gambar 10. Hasil Persentase *Yield* Bio-Oil terhadap Temperatur…….. 27

Gambar 11. Hasil Persentase *Yield* Bio-Oil terhadap Berat Katalis 29

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Sifat fisiko kimia tandan kosong kelapa sawit …… 6

Tabel 2. Perbandingan karakteristik fisika bio-oil tandan kosong dan pelepah sawitdengan bio-oil standar……. 7

Tabel 3. Kecenderungan Unsur Logam melakukan proses kemisorpsi (logam transisi 3d dicetak tebal) terhadap beberapa molekul gas.……. 20

Tabel 4. Variasi Kondisi Hidrocracking Bio-Oil dengan Katalis Ni/ZAA 20

Tabel 5. Hasil Uji Keasaman Katalis Zeolit Alam dan Ni/ZAA……. 22

Tabel 6. Hasil Berat Jenis Bio-oil Terhadap Variasi Temperatur (ºC) dan Berat Katalis (g).....……..... 24

Tabel 7. Uji Keasaman dengan Amonia…….. 24

Tabel 8. Uji Keasaman dengan Piridin…… 24

Tabel 9. Hasil Hidrocracking TKKS terhadap Variasi Temperatur (ºC) dan Berat Katalis (g)…….. 39

Tabel 10. Hasil Proses Hidrocracking TKKS dengan Katalis Ni/ZAA.. 42

Tabel 11. Hasil Konversi % Padatan ……...….. 46

Tabel 12. Hasil Konversi % Yield bio-oil…….. 46

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Skema Penelitian ……...…….……. 37

Lampiran I. Uji Keasaman Katalis ……...…….…... 37

Lampiran 2. Optimasi Temperatur Dan Berat Katalis Terhadap Berat Jenis Bio-oil ……. 39

Lampiran 3. Optimasi Temperatur Dan Berat Katalis Terhadap Persentase *Yield* Bio-oil dan Padatannya (*Coke*)……. 42

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak bumi merupakan sumber energi yang sangat komersial dan termasuk sumber bahan bakar yang tidak dapat diperbarui dalam waktu cepat (Usman, dkk., 2009). Menurut Hasrul dan Unik (2011), kebutuhan minyak bumi akan mengalami peningkatan hingga pada tahun 2025 mencapai angka 610 juta barrel, sementara produksi minyak bumi hingga pada tahun 2025 secara realistis semakin menurun yakni mencapai angka 280 juta barrel. Sehingga masyarakat dunia termasuk Indonesia berusaha untuk melakukan eksplorasi sumber bahan baku energi yang bersifat *renewable* dan ramah lingkungan (Kadarwati & Wahyuni, 2011). Salah satu energi alternatif terbarukan yakni bioenergi yang berpotensi dikembangkan sebagai bahan bakar seperti bio-oil (Wibowo, dkk., 2017).

Bio-oil atau dikenal juga sebagai *pyrolysis oil* adalah bahan bakar sejenis solar yang memiliki berat jenis dan viskositas tinggi serta pH yang rendah (Wibowo, dkk., 2015). Bio-oil dapat diproduksi dan diolah menjadi bahan bakar energi melalui pirolisis biomassa. Biomassa merupakan sumber bahan alam dalam jumlah besar yang dapat diproses menjadi sumber turunan zat kimia baru dan bahan bakar yang terbarukan (Sarwono, dkk., 2016). Salah satu biomassa yang dapat dimanfaatkan adalah tandan kosong kelapa sawit yang berpotensi sebagai bahan baku minyak nabati paling prospektif karena ketersediaannya yang melimpah di Indonesia khususnya di Sumatra Selatan (Yustira, dkk., 2016).

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) adalah limbah terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit yang jumlahnya sangat melimpah yakni mencapai 30-35 % dari berat tandan buah segar setiap pemanenan. Namun hingga saat ini, pemanfaatan limbah TKKS tersebut belum digunakan secara optimal (Hambali, dkk., 2007). Komponen utama TKKS yaitu selulosa 44,21%, hemiselulosa 16,68%, lignin 35,51% dan kadar abu 0,26% (Sarwono, dkk., 2014). Kandungan selulosa dan hemiselulosa ini berpengaruh pada kecepatan pembentukan bio-oil, dimana semakin tinggi kandungan selulosa dan hemiselulosanya maka pembentukan produk bio-oil akan tinggi (Song, dkk., 2000). Bio-oil dapat diproduksi dari biomassa menggunakan teknologi pirolisis,

sedangkan untuk dapat digunakan pada mesin, bio-oil harus ditingkatkan kinerjanya melalui proses perengkahan katalitis atau hidrocracking (Syah, dkk., 2016).

Konversi fraksi hidrokarbon rantai panjang, poliaromatik maupun polimer menjadi fraksi hidrokarbon rantai pendek membutuhkan katalis perengkah yang merupakan katalis heterogen (padatan), salah satunya yaitu *metal supported catalyst* yang terdiri dari logam yang diembankan pada pengemban padat seperti silika, alumina, alumina dan zeolit. Menurut Sarwono dkk (2016) katalis heterogen digunakan dalam reaksi peruraian biomassa untuk menghasilkan zat kimia tertentu serta mempercepat terbentuknya bio-oil. Aktivitas kinerja katalis sangat ditentukan oleh jumlah situs asam yang terdapat pada permukaannya yang dapat ditingkatkan dengan cara mengembankan logam transisi atau impregnasi seperti logam Ni yang memiliki orbital d belum penuh, sehingga dapat meningkatkan kinerja katalis terhadap reaktan.

Menurut Ramadhani dkk (2017) tentang sintesis Ni/Zeolit alam teraktivasi asam sebagai katalis pada biodiesel minyak biji ketapang, menghasilkan data yield biodiesel sebesar 85% pada konsentrasi Ni/Zeolit 5%. Hal ini dikarenakan semakin banyak penambahan Ni, maka kecepatan dan hasil reaksi akan meningkat namun ketika jumlahnya berlebih justru akan menghambat kerja reaksi karena banyaknya logam yang bereaksi dengan trigliserida pada proses sintesis biodiesel.

Berdasarkan hal tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperature dan berat katalis pada proses pembuatan bio-oil dari limbah TKKS dengan katalis Ni terimpregnasi zelolit alam aktif melalui rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Sehingga akan didapatkan model matematis serta kurva kombinasi antara variabel X berupa temperatur dan berat katalis dengan respon Y berupa konversi yield bio-oil dan berat jenis bio-oil dengan tujuan meningkatkan kinerja bio-oil sebagai energi baru terbarukan pengganti bahan bakar minyak bumi (BBM).

1.2 Rumusan Masalah

Sintesis bio-oil dapat diperoleh dari limbah TKKS melalui proses perengkahan katalitik. Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yakni bagaimana pengaruh temperatur dan berat katalis pada proses pembuatan bio-oil

dari limbah TKKS dengan katalis Ni/ZAA terhadap respon terikatnya berupa konversi *yield* bio-oil, persen padatan dan berat jenisnya.

1.3 Tujuan

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagi berikut:

1. Sintesis katalis Ni/ZAA serta karakteristik jumlah situs asam aktifnya.
2. Sintesis bio-oil dari limbah TKKS dan mengetahui pengaruh temperatur dan berat katalis pada proses pembuatannya terhadap respon terikatnya meliputi persen konversi yield bio-oil, persen padatan dan berat jenisnya.

1.4 Manfaat

Manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Mensintesis katalis Ni/Zeolit alam aktif terbaik untuk proses pembuatan produk bio-oil.
2. Mensintesis bio-oil sebagai energi alternatif terbarukan pengganti bahan bakar minyak (BBM) dari limbah TKKS serta memperoleh kondisi temperatur dan berat katalis yang baik untuk proses pembuatan bio-oil dari limbah TKKS.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, N. & Gerhauser, H. 2008. Bio-Oil Derived From Empty Fruit Bunches. *Journal of Fuel*. 87(12): 2606-2613.

Derringer, G. & Suich, R. 1980. Simultaneous Optimization of Several Response Variables. *Journal of Quality Technology*. 12 (7): 214-219.

Dewi, T.K., Mediana, M., & Hidayati, N. 2014. Pengaruh Suhu Pada *Hydrocracking* Oli Bekas Menggunakan Katalis Cr/ZAA. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(20):64-69.

Ditjen Migas. 2010. Cadangan Minyak Dan Gas Bumi Tahun 2005-2025. Jakarta: Ditjen Minyak Bumi dan Gas Indonesia.

Fahmi, R., & Intan Sari. 2008. The Effect of Lignin and Inorganic Species in Biomass on Pyrolysis Oil Yields, Quality and Stability. *Journal of Fuel*. 87(1): 1230-1240.

Fanani, Z. 2010. *Hydrocracking* Tir Batu Bara Menggunakan Katalis Ni-Mo-S/ZAA untuk Menghasilkan Fraksi Bensin dan Fraksi Kerosin. *Laporan Hasil Penelitian* Edisi Khusus Juni 2010 (C) 10: 06-08.

Febrian, R., Bahri, S., & Khairat. 2016. Pirolisis Kulit Kayu Pinus *Merkusii* Menjadi *Bio-Oil* Menggunakan Katalis Cr/Lempung cengar. *Jurnal FTeknik*. 3(2):1-6.

French, R., & Czernik, S. 2010. Catalytic Pyrolysis of Biomass for Biofuels Production. *Journal of Fuel Processing Technology*. 91(1): 25-32.

Gayubo, AG., E., Stephane., & J. Doubson. 2005. Undesired Components in The Transformation of Biomass Pyrolysis Oil into Hydrocarbons on an HZSM-5 Zeolite Catalyst. *Indonesian Journal of Eng Chem*. 80(1): 1244-1251.

Goyal, H.B., Diptendu, S. & Saxena, R.C. 2006. Bio-Fuels From Thermochemical Conversion of Renewable Resources. *Research's Review*. India: India Institute of Petroleum.

Hambali, E., & Nuryanti. D. H. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: Agromedia pustaka.

Handoko, D.S.P. 2002. Preparasi Katalis Cr/Zeolit Melalui Modifikasi Zeolit Alam. *Jurnal Ilmu Dasar*. 3(1): 15-23.

Hasrul dan Unik. 2011. Solusi Baru Sinergi Energi Fosil dan Energi Terbarukan. Riau International Energy Expo 2011 (RIEX 2011): Indo Petro Magazine**.**

Iriawan, N., & Astuti, S.P. 2006. Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Inglezakis, V.J. Zekovic, Z., Jokic, S., & Vidovic, S. 2007. Removal of Pb (II) from Aqueous Solution by Using Clinoptilolit and Bentonite as an Adsorbent. *Proceedings of the 9th International Conference on Environmental Science and Technology*. Rhodes Island: Greece, 357–362.

Kadarwati, S., & Wahyuni, S. 2011. Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Nikel Pada Padatan Pendukung Zeolit. *Prosiding Seminar Kimia dan Pendidikan Kimia III*. Universitas Negeri Semarang: Semarang.

Kamal, N. 2012. Karakteristik dan Potensi Pemanfaatan Limbah Sawit. Materi Hasil Penelitian. Bandung: ITENAS.

Kusuma, I, R., Hadinoto, P, J., Ayucitra, A., & Ismadji, S. 2011. Pemanfaatan Zeolit Alam Sebagai Katalis Murah Dalam Proses Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit, *Prosiding Seminar Nasional Fundamental Dan Aplikasi Teknik Kimia*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

Li, D., Huifang Xue., George D. Guthrie Jr. 2000. Zeolite Supported Ni and Mo Catalysts for Hydrotreatments. *Journal Catalyst*. 18(9): 281-296.

National Geographic Indonesia. 2014. Pemerintah Serius Kembangkan Bahan Bakar Non Fosil (http://nationalgeographic.co.id/berita/2014/II/pemerintah-didorong-serius kembangkan-bahan-bakar-non-fosil). Diakses pada Januari 2019.

Onay, O., & Kockar, O. M. 2006. Pyrolysis of Rape Seed in A Free Fall Reactor for Production of Bio-Oil. *Journal Fuel*. 85: 1921-1923.

Peng, M.W., Wang, D., & Jiang, Y. 2008. An Institution Based View of International Business Strategy: A Focus on Emerging Economies. *Journal of International Business Studies*. 39: 3-5.

Peraturan Presiden. 2006. *Kebijakan Energy Nasional* (Perpre no 5/2006, tanggal 25 Januari 2006).

Santi, D., & Efiyanti, L. 2014. Hidrorengkah Minyak Laka Menggunakan Katalis Nio/Zeolit Alam Aktif Dan Niomoo/Zeolit Alam Aktif Menjadi Fraksi Berpotensi Energi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 32(2): 93-102.

Sarwono, R., & Yunanda, I.Y. 2014. Cellulose Conversion of Oil Palm Empty Fruit Bunch (EFB) Into Ethanol. *Journal Selulosa*. 4(1): 1- 6.

Sarwono, R.. & Salimy. 2016. Konversi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Glukosa Dengan Proses Hidrotermal Tanpa Melalui Proses *Pretreatment*. *Jurnal Biopropal Industri*. 7(2): 63-71.

Siswodiharjo. 2006. Reaksi Hidrorengkah Katalis Ni/Zeolit, Mo/Zeolit, Nimo/Zeolit Terhadap Parafin. Skripsi. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.

Song, K. & J. A. Milner. 2001. The Influence Of Heating On The Anticancer Properties Of Garlic. *Journal of Nutrition*. 131(1): 1054–1057.

Subronto, M.S. 2015. *Penggunaan Aneka Ragam Kelapa Sawit Untuk Meningkatkan Nilai Tambah Industri Kelapa Sawit (I)*. Jakarta: PT. Agrotech Indo.

Suharto, T.E., Gustian, I., & Sundaryono, A. 2007. Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Bifungsional dari Zeolit Alam. *Jurnal Gradien*. 3(2): 267-272.

Suseno, A., Wijayanto, W., Khanif, M. & Hastuti, R. 2003. Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Nikel Pada Padatan Pendukung Zeolit. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 6(1): 7-10.

Suwono, A. 2003. Indonesia's Potential Contribution of Biomass in Sustainable Energy Development. Thermodynamics Laboratory. *IURC for Engineering Science*. Bandung: Institute of Technology Bandung.

Syah, F., Bahri, S., & Amri, A. 2016. Pirolisis Tandan Kosong Sawit Menjadi *Bio-Oil* Menggunakan Katalis Mo/NZA. *Jurnal FTeknik*. 3(2): 1-7.

Wibowo, S., Efiyanti, L., & Pari, G. 2011. Karakterisasi *Bio-Oil* Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Penambahan Katalis Ni/Nza Menggunakan Metode *Free Fall Pyrolysis*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 35(2): 83-100.

Wibowo, S., & Hendra, D. 2014. Teknologi Pengolahan Bahan Bakar Nabati Berbasis Selulosa dan Hemiselulosa (*Bio-Oil*). *Laporan Hasil Penelitian*. Pustekolah: Bogor.

Wibowo, S., & Hendra, D. 2015. Karakteristik Bio-Oil Dari Rumput Gelagah (*Saccharum sponteneum* Linn.) Menggunakan Pirolisis Cepat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. *33*(4): 347-363.

Wibowo, S., & Widarsono, T. 2017. Karakterisasi Bio-Oil Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Penambahan Katalis Ni/NZA Menggunakan Metode *Free Fall Pyrolysis*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 35(2): 83-100.

Yustira, Y., dkk. 2016. Esterifikasi Asam Lemak Dari Limbah Minyak Kelapa Sawit (Palm Sludge Oil) Dengan Katalis Sn/Zeolit. *Seminar Nasional II Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.