

**Bidang Penelitian: Energi**

**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN UNGGULAN KOMPETITIF UNIVERSITAS  
SRIWIJAYA**

**PEMBUATAN ADITIF NABATI UNTUK MENINGKATKAN  
KINERJA BBM DARI PIROLISIS BIOMASSA**



**Oleh:**

**Ketua : Zainal Fanani, M.Si./NIDN 0021086701  
Anggota : Dr. Tri Kurnia Dewi, M.Sc./NIDN 0003075205  
Dr. Suheryanto, M.Si./NIDN 0025066004  
Akmal Johan, M.Si. / NIDN 0021127309**

biaya dari:  
Anggaran DIPA Badan Layanan Umum  
Universitas Sriwijaya tahun anggaran 2018  
No. 042.01.2.400953/2018 tanggal 05 Desember 2017  
Sesuai dengan Kontrak Penelitian Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya  
Nomor : 0007/UN9/SK.LP2M.PT/2018  
Tanggal 06 Juni 2018

**FAKULTAS MIPA  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

## HALAMAN PENGESAHAN

- 1 Judul Penelitian : Pembuatan Aditif Nabati Untuk Meningkatkan Kinerja BBM dari Pirolisis Bimassa
- 2 Bidang Penelitian : MIPA/Energi
- 3 Ketua Peneliti :
  - a Nama Lengkap : Zainal Fanani, M.Si.
  - b Jenis Kelamin : Laki laki
  - c NIP : 196708211995121001
  - d Pangkat dan Golongan : Pembina dan IV/a
  - e Jabatan Struktural : Kepala Laboratorium Penelitian
  - f Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
  - g Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
  - h Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
  - i Alamat Kantor : Kampus Unsri Indralaya
  - j Telepon/Fax : 0711-580269 / 0711-580056
  - k Alamat Rumah : Taman Permata Indah Blok D III No 5, Indralaya Mulya, Ogan Ilir. KP 30662
  - l Telepon/HP/Fax/E-mail : 08117493493 / zainalf313@yahoo.co.id
- 4 Jangka Waktu Penelitian : Dua (2) tahun
- 5 Biaya Tahun pertama : Rp. 75.000.000,-
- 6 Jumlah yang diajukan : Rp. 150.000.000,-

Indralaya, 19 Februari 2018

Mengetahui,

Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc.  
NIP. 197210041997021001

Ketua Peneliti

Zainal Fanani, M.Si.  
NIP. 196708211995121001

Menyetujui,

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat  
Universitas Sriwijaya



Prof. Drs. Tatang Suhery, M.A, Ph.D.  
NIP. 195904121984031002

## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian *hydrocracking* bio oil produk pirolisis tandan kosong kelapa sawit menggunakan katalis  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$  (Zeolit Aktif) dan Cr/C (karbon aktif). Karakterisasi katalis meliputi uji keasaman katalis  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$  dengan adsorpsi amoniak dan piridin dan kristalinitas katalis  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$  dengan XRD. Laju alir yang digunakan pada proses *hydrocracking* mulai dari 0,5; 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 L/mnt, variasi luas permukaan katalis Cr/C yaitu 1497,07  $\text{m}^2/\text{g}$ , 1536,19  $\text{m}^2/\text{g}$ , 1544,05  $\text{m}^2/\text{g}$ , 1554,48  $\text{m}^2/\text{g}$ , 1652,58  $\text{m}^2/\text{g}$ , sedangkan variasi temperatur *hydrocracking* pada 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750°C dan variasi berat katalis yaitu 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 g. Adsorpsi amonia menunjukkan nilai keasaman meningkat dari 0,4087 mmol/g untuk Zeolit aktif menjadi 9,9238 mmol/g untuk  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$ . Demikian juga untuk adsorpsi piridin meningkat dari 0,8659 mmol/g untuk Zeolit aktif menjadi 0,9803 mmol/g untuk  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$ . Difraktogram hasil karakterisasi katalis  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$  dengan XRD menunjukkan kristalinitas yang tinggi terlihat dari puncak yang tajam dan runcing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum terjadi pada laju alir gas  $\text{H}_2$  2,5 L/mnt dengan berat jenis produk *hydrokracking* sebesar 0,9584 g/ml untuk kedua katalis. Suhu optimum proses *hydrocracking* pada 500°C dengan berat jenis 0,2547 g/ml untuk katalis  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$  dan 600°C dengan densitas produk 0,9166 g/mL untuk katalis Cr/C. Berat katalis optimum  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$  diperoleh 1,5 g dengan berat jenis produk 0,9591 g/ml. Analisa dengan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS) menunjukkan peningkatan jumlah senyawa rantai lurus.

**Kata Kunci** : Tandan Kosong Kelapa Sawit, Katalis, Logam Krom, Zeolit, Karbon

## ABSTRACT

A research about *hydrocracking* bio oil pyrolysis product of palm empty fruit bunch using a  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$  (Activated zeolite) and Cr/C (Activated Carbon) catalyst were conducted. The catalyst characterization included the acidity test of  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$  catalyst with ammonia and pyridine adsorption and  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$  catalyst crystallinity with XRD. The hydrogen gas flow rate of 0.5-3 L/minutes, variations of Cr/C catalyst surface area of 1497-1652.58  $\text{m}^2/\text{g}$ , *hydrocracking* temperature variations of 450-750 °C and variations of catalyst weight of 0.5-2.5 g. Adsorption of ammonia showed increased acidity value from 0.4087 mmol/g for Zeolite to 9.9238 mmol/g for  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$ . Similarly for pyridine adsorption increased from 0.8659 mmol/g for Zeolite to 0.9803 mmol/g for  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$ . Diffractogram results of  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$  catalyst with XRD showed high crystallinity seen from sharp and pointed peaks. The results showed that the optimum condition occurred at the gas flow rate of  $\text{H}_2$  2.5 L/mnt with the *hydrocracking* product weight was 0.9584 g/ml for both catalysts. The optimum temperature of the *hydrocracking* processes were at 600 °C with density of 0,2547 for  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$  catalyst g/ml and 0.9166 g/mL for Cr/C catalyst. The optimum weight of  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Z}$  catalyst was obtained 1.5 g with density of 0.9591 g/ml. The optimum surface area of Cr/C catalyst was obtained 1554.48 g with density of 0.9105 g/mL. Analysis with *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS) apparatus showed increasing number of straight chain compounds.

**Keywords** : Oil Palm Empty Bunches, Catalyst, Chromium, Zeolite, Carbon

## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Ketersediaan sumber minyak bumi Indonesia semakin hari semakin berkurang akibat penambangan. Diperkirakan dengan tingkat konsumsi minyak bumi seperti saat ini, maka cadangan minyak bumi Indonesia akan habis dalam waktu 10 – 15 tahun lagi. Untuk mencukupi kebutuhan minyak bumi nasional, selain menambang minyak bumi, pemerintah juga melakukan impor minyak bumi. Untuk mengurangi tekanan permintaan minyak bumi yang terus melonjak serta untuk menghemat penggunaan cadangan devisa Negara, maka perlu dilakukan berbagai upaya untuk meningkatkan kinerja BBM dengan menambahkan aditif. Salah satu upaya tersebut adalah pembuatan aditif nabati dari hidrocracking bio-Oil hasil pirolisis biomassa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).

Bio-oil adalah bahan bakar cair berwarna gelap, beraroma seperti asap, dan diproduksi dari biomassa seperti kayu, kulit kayu, kertas atau biomassa lainnya melalui teknologi pirolisa (*pyrolysis*) atau pirolisa cepat (*fast pyrolysis*). Bio oil merupakan *oxygenated molecule* dan bersifat *water soluble*. Pada dasarnya, bahan yang mengandung selulosa berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku bio-oil. Bahan-bahan tersebut di antaranya kayu, kulit kayu, kertas, bagas, dan bahan lainnya dengan rendemen bervariasi tergantung dari komposisi bahan bakunya. Bahan yang memiliki kandungan lignin yang tinggi, seperti kayu, cenderung menghasilkan rendemen bio-oil yang rendah (60-65%), sedangkan bahan baku dengan kandungan selulosa yang tinggi, seperti kertas, cenderung menghasilkan bio-oil dengan rendemen lebih tinggi, yaitu 75-93%.

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah padat terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit (PKS). Setiap pengolahan 1 ton TBS (Tandan Buah Segar) dihasilkan TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) sebanyak 22 – 23% atau sebanyak 220 – 230 kg. Jika PKS berkapasitas 100 ton/jam maka dihasilkan sebanyak 22 – 23 ton TKKS. Jumlah limbah TKKS seluruh Indonesia pada tahun 2004 diperkirakan mencapai 18.2 juta ton.(Aryafatta.,2008). Apabila kenaikan jumlah limbah TKKS per tahun 1 % saja, maka pada tahun 2018 ini diperkirakan jumlah limbah TKKS per tahun adalah 20,75 juta ton.

Pemanfaatan TKKS sampai saat ini masih terus diteliti untuk mendapatkan produk yang lebih baik. Jika TKKS tersebut tidak dimanfaatkan memberikan dampak pencemaran terhadap lingkungan karena masalah tempat penampungan TKKS di PKS, waktu dan biaya untuk mengurus limbah padat tersebut (Darmoko, W. dan S. Rahutomo, 2000). Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah lignoselulosa yang belum di manfaatkan

secara optimal. Selama ini pemanfaatan tandan kosong hanya sebagai bahan bakar boiler di PKS, kompos dan pengeras jalan di perkebunan kelapa sawit. Berdasarkan hal tersebut diteliti pemanfaatan TKKS untuk membuat aditif nabati untuk meningkatkan kinerja BBM, dimulai dengan produksi bio-oil melalui proses pirolisis TKKS dan mengkaji karakterisasinya. Dalam proses pirolisis tersebut juga diteliti produk karbon aktif sebagai hasil samping dan karakterisasinya. Selanjutnya karbon aktif diimpregnasi dengan logam kromium untuk menghasilkan katalis Cr/C. Katalis Cr/C dimanfaatkan untuk hidrocracking bio-oil dari pirolisis TKKS. Selanjutnya produk hidrocracking dipakai sebagai aditif untuk meningkatkan kinerja BBM. Selanjutnya dipelajari juga perbandingan kualitas produksi aditif nabati apabila menggunakan katalis Cr/Z (Cr yang diimpregnasikan pada zeolit alam aktif).

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan utama penelitian ini adalah sintesis aditif nabati dari bio-oil hasil pirolisis TKKS dan hasil sampingnya berupa karbon aktif Tujuan Khusus:

1. Produksi bio-oil dari limbah TKKS dan karakterisasinya
2. Optimasi kondisi pirolisis-hidrocracking terbaik meliputi temperatur, laju gas hidrogen dan berat katalis
3. Karakterisasi produk hidrocracking meliputi berat jenis dan kandungan senyawa menggunakan GC-MS
4. Membuat Katalis Cracking Cr/Karbon Aktif dan Cr oksida/Zeolit Aktif dan karakterisasinya
5. Optimasi kondisi blending dalam pembuatan aditif nabati
6. Optimasi pengemulsian BBM dengan produk aditif nabati dan karakterisasinya antara lain analisis angka oktan

## **1.3. Urgensi (Keutamaan) Penelitian**

Ketersediaan minyak bumi (energi fosil) sebagai sumber energi semakin hari semakin berkurang, sedangkan jumlah pemakaian alat-alat dan kendaraan berbahan bakar minyak bumi dari tahun ke tahun semakin meningkat. Perkiraan yang ekstrim menyebutkan bahwa minyak bumi di Indonesia dengan tingkat konsumsi seperti saat ini akan habis dalam waktu 10 -15 tahun lagi. Selain semakin menipisnya jumlah cadangan bahan bakar fosil, alasan penting lain untuk mengurangi penggunaannya adalah masalah

kerusakan lingkungan (Andi, 2005). Apabila penelitian pembuatan aditif nabati dari limbah TKKS ini berhasil, maka penggunaan BBM akan menjadi lebih menghemat.

Selanjutnya hasil invensi ini dapat diterapkan oleh stakeholder, sehingga diharapkan dapat meningkatkan penyerapan lapangan kerja. Hasil aditif nabati ini akan memberikan efek domino yang baik pada masyarakat antara lain:

1. Prediksi peningkatan kesejahteraan masyarakat. Dengan adanya harga BBM yang terkendali, maka diharapkan penggunaan BBM oleh industry menjadi lebih hemat, akibatnya harga barang pokok dapat terkendali, sehingga daya beli masyarakat menjadi lebih kuat
2. Prediksi perbaikan lingkungan hidup. Dengan pemakaian aditif dari minyak nabati, maka akan ramah lingkungan
3. Pada akhirnya dapat meningkatkan status ekonomi masyarakat.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Berhasilnya penelitian ini diharapkan diperoleh BBM dan aditif nabati alternatif yang dapat diperbaharui dengan sumber limbah TKKS yang melimpah di Indonesia. Berikut beberapa kelebihan bahan bakar nabati:

- Emisi karbon dioksida dan sulfur dioksida berkurang hampir 100%
- Emisi hidrokarbon dan gas karbon monoksida berkurang 10 -50 %
- Emisi debu berkurang 40-60%
- Hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH) berkurang terutama PAH yang beracun, seperti phenanthren berkurang 97%, benzofloraanthen berkurang 56%, benzapyren berkurang 71% serta aldehida dan senyawa aromatik berkurang 13 % dll (Andi, 2005).
- Mudah digunakan: dapat digunakan pada semua kendaraan dengan sedikit atau tanpa modifikasi mesin
- Permukaan mesin handal: angka setara biofuel tinggi yaitu 53 sehingga dapat mengurangi detonasi atau knocking pada mesin. Selain itu titik nyala 300<sup>o</sup>F sehingga menambah kemampuan melunasi permukaan mesin, maka diperoleh mesin yang handal, aman dan ekonomis.
- Fleksibel: dapat mempertahankan fleksibilitas dalam menggerakkan mesin.
- Dapat diperbarui (renewable): Biofuel dapat dibuat dari sebagian besar tanaman.
- Ekonomis: Biofuel lebih murah dari pada gas alam (Sarmidi, 2005).

## **BAB II. PETA JALAN PENELITIAN DAN STUDI PUSTAKA**

### **2.1. Peta Jalan Penelitian**

Sejalan dengan progam pemerintah untuk mengembangkan bahan bakar alternative, maka pengusul telah memulai penelitian sejak tahun 2004. Pada penelitian PHB multi tahun (2004-2006) Fanani dkk., telah mengadakan penelitian yaitu pirolisis batu bara lignit untuk menghasilkan tir batu bara, selanjutnya tir ini dihydrocracking menggunakan katalis Ni-Mo yang diembankan pada zeolit alam aktif. Hasil penelitian ini menunjukkan katalis bifungsional yaitu logam Ni-Mo sebagai katalis hidrogenasi sedangkan pengemban zeolit alam aktif sebagai katalis craking ternyata menunjukkan bahwa katalis Ni-Mo/ZAA mampu menghydrocracking tir batu bara. Pada tahun 2008 dengan menggunakan dana PHK A2 Fanani dkk, juga mengadakan penelitian hydrocracking Sludge (limbah minyak bumi) menggunakan katalis Cr yang diembankan pada zeolit alam aktif dan menunjukkan bahwa limbah minyak bumi tersebut dapat menghasilkan fraksi bensin. Pada tahun 2009 melalui penelitian Strategis Nasional yang didanai DIKTI. Desnelli dkk, juga mengembangkan hydrocracking CPO menggunakan Ni yang diembankan pada berbagai pengemban dan juga dengan berbagai pelarut yang memiliki kepolaran yang berbeda. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa diantara pengemban zeolit alam aktif, karbon aktif dan monmorilonit terpillar ternyata hasil yang paling baik menggunakan pengemban zeolit alam aktif. Dari penelitian ini juga disimpulkan bahwa pelarut terbaik menggunakan air, dibandingkan terhadap etanol dan propanol dalam hal mendistribusikan logam katalis pada pengemban/supporting.

Pada tahun 2015-2017 peneliti telah melakukan pirolisis terhadap limbah TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) pada berbagai temperatur dan laju gas hidrogen dan menghasilkan produk bio-oil yang selanjutnya dicracking dengan katalis Cr/Zeolit Aktif. Penelitian ini menghasilkan kondisi optimum baik pada pirolisis maupun pada hydrocracking serta telah dihasilkan produk hydrocracking yang berbentuk cair dan berwarna coklat. Produk ini perlu dikembangkan lebih lanjut menjadi produk aditif yang bersifat meningkatkan kinerja BBM bila ditambahkan pada BBM tersebut. Pada penelitian ini selain katalis Cr/zeolit juga dikembangkan katalis Cr yang diembankan pada karbon aktif (Cr/karbon) yang mana karbon yang digunakan adalah karbon yang telah diaktifkan melalui metode yang baru yaitu cara reflux. Karbon diperoleh dari produk samping pirolisis. Selanjutnya dibandingkan juga kemampuan hydrocracking Cr/zeolit dengan

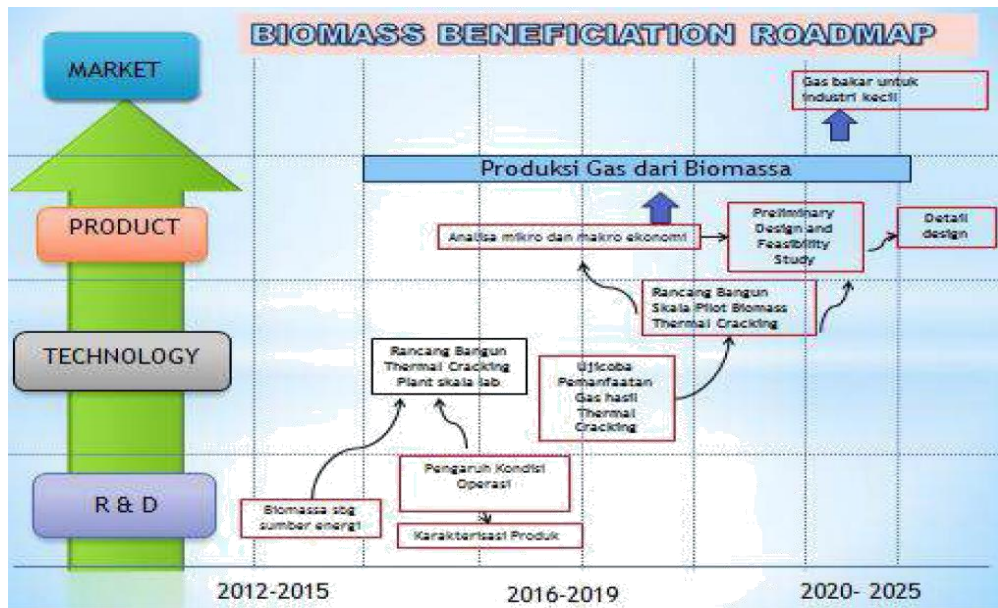
Cr/karbon. Produk hidrocracking selanjutnya di sentrifuge untuk memisahkan hasil cracking yang dapat dimanfaatkan sebagai produk aditif. Selanjutnya produk hidrocracking ini di blending dengan minyak sereh dan xylen dengan perbandingan tertentu untuk menghasilkan aditif nabati. Produk aditif nabati perlu diuji kinerjanya dengan ditambahkan pada premium selanjutnya diukur angka oktannya (RON).

Peta jalan penelitian diatas dibuat dalam rangka mendukung RIP dan Roadmap yang disusun oleh LPPM. Pada Tabel 1 terlihat bahwa pada RIP yang disusun oleh LPPM terdapat program aditif nabati untuk bahan bakar minyak dan juga terdapat pengembangan gasifikasi biomassa. Penelitian ini memanfaatkan biomassa limbah TKKS untuk dipirolisis (dan digasifikasi) dan selanjutnya di hidrocracking untuk menghasilkan aditif nabati. Demikian juga pada roadmap yang disusun oleh LPPM yaitu pada gambar 1 terdapat pengembangan produk bio-oil, oleh sebab itu penelitian ini sangat mendukung program yang dijalankan oleh LPPM Universitas Sriwijaya. Selanjutnya roadmap penelitian ini secara garis besar ditunjukkan pada gambar 2.

Tabel 1. RIP untuk Topik Unggulan Energi Prioritas 2016-2020

Program Unggulan	Topik Unggulan
Energi tak terbarukan	• Studi preparasi chemical untuk enhanced oil recovery
	• Penggalakan pemakaian briket batubara untuk industri kecil dan rumah tangga
	• Coal blending batubara peringkat rendah
	• Campuran batubara-air dan transportasi pemipaan
	• Gasifikasi batubara peringkat rendah
	• Pencairan batubara peringkat rendah
	• Analisis dan pemetaan serta teknoekonomi pemanfaatan gas alam sebagai bahan bakar di rumah tangga
Energi baru dan terbarukan	• Aditive untuk bahan bakar minyak (DME)
	• Pemetaan potensi panas bumi di Sumsel
	• Evaluasi teknologi panas bumi yang dapat diaplikasikan di Sumsel.
	• Eksploitasi dan eksplorasi potensi panas bumi
	• Gasifikasi biomassa
	• Collector tenaga surya
	• Pembangkit listrik tenaga surya untuk penduduk di daerah remote
	• Energy storage untuk tenaga surya
	• Studi potensi mikrohidro di Sumsel
	• Pembangkit listrik mikrohidro
	• Pembangkit listrik tenaga angin
	• Pembangkit listrik tenaga air
	• Biodiesel dari minyak jagung
	• Biofuel dari minyak nabati atau limbah CPO
	• Bioetanol dari minyak nabati
	• Sel bahan bakar dari hidrogen
• Inventarisasi potensi CBM di Sumsel	
• Eksploitasi dan eksplorasi CBM	

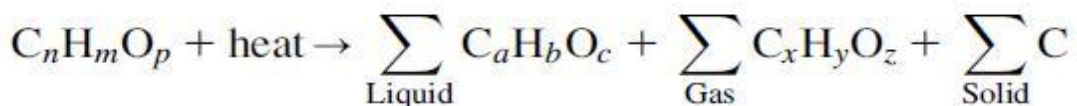




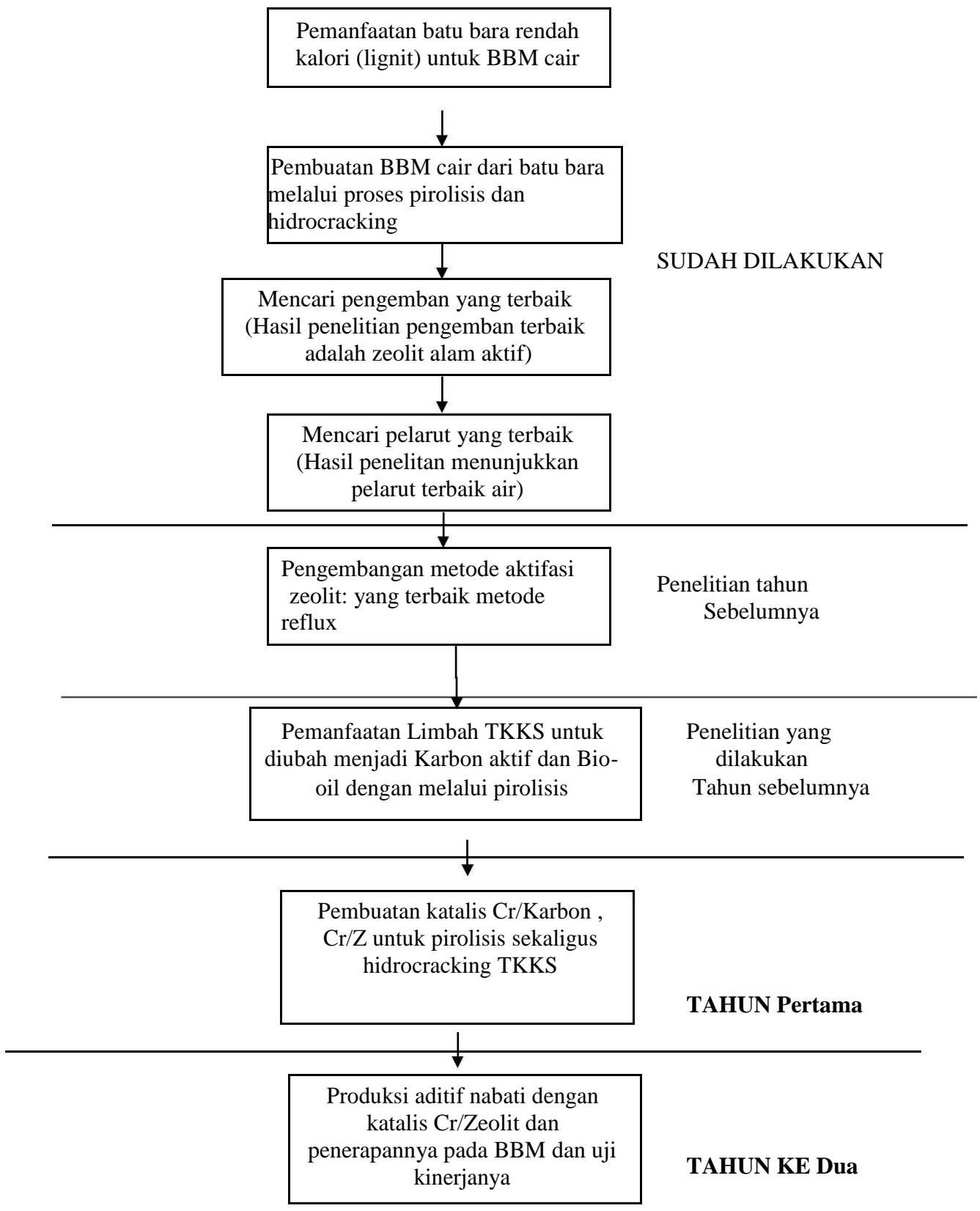
Gambar 1. Roadmap Penelitian Bio-Oil oleh LPPM Unsri

## 2.2. Bio-oil dan Produksinya

Jenis bioenergi yang berpotensi untuk dikembangkan yaitu bio-oil. Istilah ini mungkin terdengar sedikit asing dibandingkan dengan jenis-jenis bioenergi yang sering dikembangkan. Bio-oil adalah bahan bakar cair berwarna gelap, beraroma seperti asap, dan diproduksi dari biomassa seperti kayu, kulit kayu, kertas atau biomassa lainnya melalui teknologi (Whang, C. *et all*, 2013). Fast pyrolysis adalah dekomposisi dari komponen termal dari komponen organik tanpa kehadiran oksigen dalam prosesnya untuk menghasilkan cairan, gas dan arang. Cairan yang dihasilkan ini lebih lanjut kita kenal sebagai bio-oil. Produk yang dihasilkan dalam proses *fast pyrolysis* tergantung dari komposisi biomassa yang digunakan sebagai bahan baku, kecepatan, serta lama pemanasan. Rendemen cairan tertinggi yang dapat dihasilkan dari proses *fast pyrolysis* berkisar 78% dengan lama pemanasan 0,5-2 detik, suhu 400-600° C, dan proses pemadaman yang cepat sangat penting untuk memperoleh produk dengan berat molukel tinggi sebelum akhirnya terkonversi menjadi senyawa gas yang memiliki berat molekul rendah (Pua, *et.all.*, 2013).



**BAGAN ALIR ROAD MAP PENELITIAN:**



**Gambar 2. Bagan Roadmap penelitian**

Proses produksi bio-oil dimulai dengan persiapan bahan baku lignoselulosa seperti kayu atau limbah agroindustri menjadi partikel-partikel yang lebih kecil hingga berdiameter kurang dari 1 mm. pengecilan ukuran dimaksudkan untuk mempercepat reaksi pirolisis. Selanjutnya, bahan dimasukkan kedalam reactor yang dipanaskan pada suhu 450-500° C tanpa kehadiran oksigen. Di dalam reactor pirolisis, partikel akan dikonversi menjadi uap yang dapat dikondensasi, gas yang tidak dapat dikondensasi, dan padatan arang. Kemudian, produk ditransportasikan ke dalam *cyclone*. Di dalam *cyclone*, gas yang dapat dikondensasi akan dikondensasikan (selanjutnya disebut sebagai bio-oil) dan rang yang terbentuk dipisahkan. Sementara itu, gas yang tidak dapat terkondensasi (termasuk di dalamnya CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, dan CH<sub>4</sub>) akan dibakar dan dikembalikan ke reactor untuk menjaga panas proses (Garcia, J.R., *et.all.*, 2016).

**Tabel 1. Karakteristik produk hasil pirolisis**

Metode Analisis	Senyawa	Kelompok	Kayu	Rumput rumputan
Senyawa turunan selulosa/hemiselulosa (% berat)				
HPLC	Asam asetat	Asam	0,5-12,0	2,94
HPLC	Glyoxal	Aldehid	0,1- 1,1	Trace
GC/MS	Purfural	Puran	0,1- 1,1	0,62
GC/MS	Purfuril alcohol	Puran	0,1- 5,2	
GC/MS	2-Methyl-2-cyclopenten-1-one	Keton		0,16
GC/MS	3-Methyl-2-cyclopenten-1-one	Keton		0,34
HPLC	Hidroxyctal dehyda	Oxygenates	0,9-13	2,40
GC/MS	4-Hidrooxy-4-methyl-2-pentanon	Oxyganates		0,05
HPLC	Acetol	Oxygenates	0,7-7,4	2,75
HPLC	Levoglucosan	Gula	4,8-5,4	6,38
Senyawa turunan lignin (% berat)				
GC/MS	Guaiacol	Phenol	0,1-1,1	0,18
GC/MS	2-Methoxy-4-methylphenol	Phenol	0,1-1,9	0,07
GC/MS	Iso eugenol	Phenol	0,1-7,2	0,45
GC/MS	2.6-Dimethoxyphenol	Phenol	0,7-4,8	0,20
GC/MS	Phenol	Phenol	0,1-3,8	0,66
GC/MS	$\alpha$ -Cresol	Phenol	0,1-0,6	0,19
GC/MS	2.5-Dimethylphenol	Phenol		0,01
GC/MS	<i>p</i> -Cresol	phenol	0,1-0,5	0,27
GC/MS	<i>m</i> -Cresol	Phenol	0,1-0,4	0,20
GC/MS	2.4-Dimethylphenol	Phenol	0,1-0,3	0,10
GC/MS	3.5-Dimethylphenol	Phenol		0,05
GC/MS	4- etil phenol	Phenol		0,22
GC/MS	3-etil phenol	Phenol		0,04
GC/MS	2-etil phenol	Phenol	0,1-1,3	0,03

Dalam reaksi produksi bio-oil tidak dihasilkan limbah atau zero waste. Seratus persen bahan baku dikonversi menjadi bio-oil dan arang, sedangkan gas yang tidak dapat dikondensasi dikembalikan ke dalam proses sebagai sumber energi. Tiga produk akhir yang dihasilkan dalam proses pirolisis yaitu bio-oil (60-75wt%), arang (15-20wt%), dan gas tidak terkondensasi (10-20 wt%). Tabel 1 merupakan produk bio-oil dari beberapa tipe sumber biomasa (Chen, *et.all*, 2014).

### 2.3.Sumber Bahan Baku Bio-oil

Pada dasarnya, bahan yang mengandung selulosa berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku bio-oil. Bahan-bahan tersebut di antaranya kayu, kulit kayu, kertas, bagas, dan bahan lainnya dengan rendemen bervariasi tergantung dari komposisi bahan bakunya. Wang.*et.all*. (2013) melaporkan bahwa selama pirolisis lambat serbuk gergaji dengan menggabungkan hasilnya pada suhu 180 – 260 0C dan 260 – 450 oC dibandingkan dengan jerami gandum ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Rendemen Produk bio-oil**

<b>% (berat) Fraksi Produk</b>	<b>Pirolisis Lambat (serbuk Gergaji)</b>	<b>Pirolisis Cepat (Jerami Gandum)</b>
Cairan	44.55	41.9
Char	23.35	30.1
Gas	32.1	20.5

### 2.4.Tandan Kosong Kelapa Sawit Sumber Bahan Baku Bio-oil yang Prospektif

Dalam industri perkelapasawitan, Indonesia termasuk dalam daftar negara terbesar kedua dunia penghasil kelapa sawit setelah Malaysia. Industri perkelapasawitan Indonesia selama periode 5 tahun terakhir terus mengalami peningkatan. Produksi CPO Indonesia sela periode 2001-2005 mengalami peningkatan dari 9.200 ribu ton menjadi 15.000 ribu ton. Tentu saja, hal ini diiringi dengan meningkatnya limbah industry pengolahan kelapa sawit (Isroi, 2008).

Tabel 3. Komposisi kimiawi tandan kosong kelapa sawit

<b>Komponen</b>	<b>% (Berat Kering)</b>
Abu	6,04
Lignin	15,70
Selulosa	36,81
Hemiselulosa	27,01

Tabel 4. Sifat Biomassa dari Kelapa Sawit

Biomassa	Analisis Struktur (%)				Analisis Ultimate (%)					Kalor Pembakaran (MJ/Kg)
	Hemiselulosa	Selulosa	Lignin	Abu	C	H	N	S	O <sup>-</sup>	
TKKS/EFB	26.9	26.6	18.6	27.9	43.62	4.03	1.96	0.17	50.22	16.3
Sabut Bagian Tengah/PMF	22.2	23.1	30.6	24.1	46.29	4.67	1.42	0.24	47.37	16.5
Cangkang Biji Sawit/PKS	22.9	24.5	33.5	19.1	47.77	4.06	0.46	0.16	47.55	17.5

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit. Jumlah tandan kosong mencapai 30-35% dari berat tandan buah segar setiap pemanenan. Namun hingga saat ini, pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit belum dilakukan secara optimal (Widiastuti, H. dan Tri Panji. 2007). Tandan kosong kelapa sawit mengandung serat yang tinggi. Kandungan utama TKKS adalah selulosa dan lignin. Selulosa dalam TKKS dapat mencapai 54-60 %, sedangkan kandungan lignin mencapai 22-27%. Bio-oil sebagai salah satu alternatif bahan bakar mempunyai spesifikasi yang khas (tabel 6).

Tabel 5. Spesifikasi bio-oil untuk bahan bakar

Properties	Spesifikasi	Keterangan
HHV	70.000 BTU/gal	Metode DINS 51900
Kandungan air	<25%	Titration Karl Fisher berdasarkan ASTM D1744
Kandungan padatan	<1%	Dihitung berdasarkan kandungan etanol yang insoluble dengan Metode Filtrasi (Whatman No. 4)
Viskositas	10-150 Cst @ 50° C	ASTM D445
Spesifik gravity (densitas)	1,2 @ 15° C	ASTM D4052
Elemental analisis	Range	Average
Karbon	51,5-58,3	54,5
Hidrogen	5,5-6,8	6,4
Nitrogen	0,07-0,40	0,2
Sulfur	0,00-0,07	0,0005
Debu	0,13-0,21	0,16

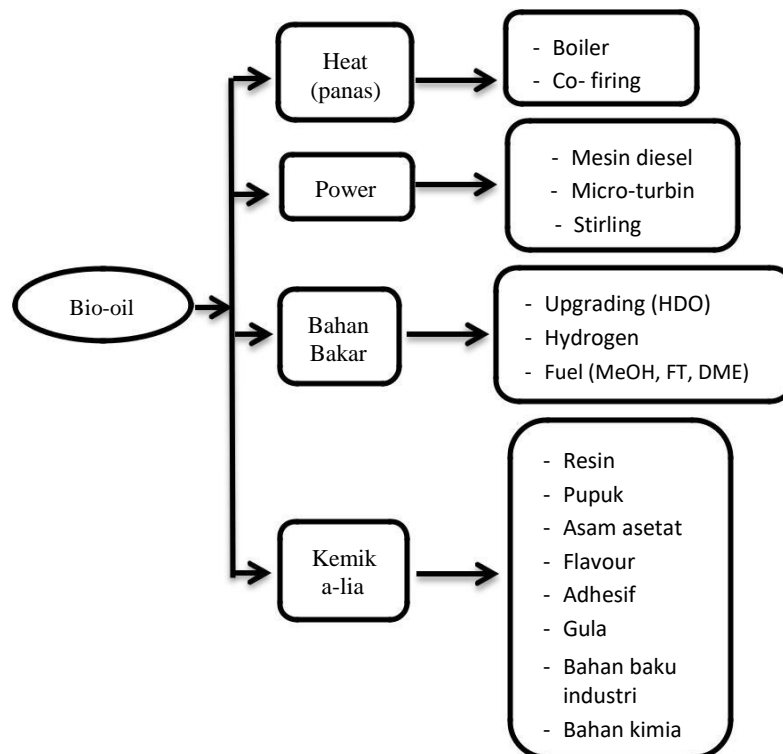
Tabel 6. Perbandingan karakteristik Bio-oil dan Solar

Parameter	Satuan	Bio-oil ( <i>Wood Based</i> )	Solar
<i>High heating value</i>	MJ/Kg	16-19	42
<i>Flash point</i>	°C	48-55	35-60
Viskositas	cSt	8 (60°C)	6
Kelembapan	Wt%	20-25	0
Densitas	Kg/L	1,2	0,84
Tegangan permukaan	mN/m	35-39	29
Keasaman	pH	2-3	5
Padatan	Wt%	0,01-0,2	-
Debu	Wt%	<0,02	0,01

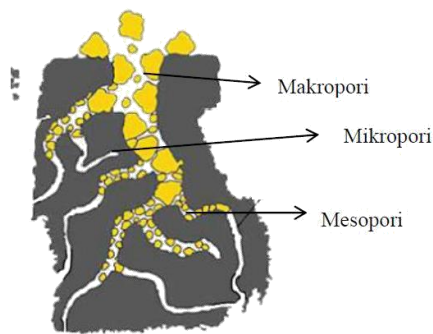
## 2.5. Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorph, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas (Dias,J.M., 2007). Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m<sup>2</sup>/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben (Ceyhan, A. A., *et.all.*, 2013). Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-1000% terhadap berat karbon aktif (Ceyhan, A. A., *et.all.*, 2013).

Umumnya karbon aktif berbentuk granular (butiran) dan serbuk. Karbon aktif berbentuk serbuk halus memiliki distribusi ukuran partikel 5-10 mm. Sedangkan karbon aktif granular memiliki ukuran 0,8-1,2 mm. Porositas karbon aktif terbentuk pada saat proses karbonisasi. Pada karbon aktif terdapat ukuran pori, yaitu mikropori (< 2 nm), mesopori (2 nm – 50 nm), dan makropori (>50 nm). Selain itu lebih jauh terdapat pula ukuran supermikropori (0,7 nm – 2 nm) dan ukuran ultramikropori (< 0,7 nm) (gambar 2).



Gambar 1. Aplikasi bio-oil dalam berbagai pemanfaatan



Gambar 2. Struktur Pori Karbon Aktif (Manocha, 2003)

Karbonisasi merupakan proses pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas yang menghasilkan karbon dalam bentuk arang serta menyebabkan peruraian senyawa-senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk uap air, metanol, uap-uap asam asetat dan hidrokarbon. Proses pembuatan karbon aktif pada dasarnya adalah sebagai berikut: penghilangan kadar air, konversi bahan organik menjadi karbon (karbonisasi), dekomposisi ter dan perluasan pori-pori (aktivasi) (Nor, N.H., *et.all.*, 2013).

Aktivasi karbon berarti penghilangan zat-zat yang menutupi pori-pori pada permukaan arang. Hidrokarbon pada permukaan arang dapat dihilangkan melalui proses oksidasi menggunakan oksidator yang sangat lemah ( $\text{CO}_2$  dan uap air) agar atom karbon yang lain tidak teroksidasi. Selain itu dapat juga dilakukan proses dehidrasi dengan garam-garam seperti  $\text{ZnCl}_2$  atau  $\text{CaCl}_2$ . Unsur mineral akan masuk diantara plat-plat heksagonal dan membuka permukaan yang mula-mula tertutup, sehingga jumlah permukaan karbon aktif bertambah besar (Nor, N.H., *et.all.*, 2013), proses aktivasi dibagi menjadi 2 bagian yaitu aktivasi kimia dan aktivasi fisika.

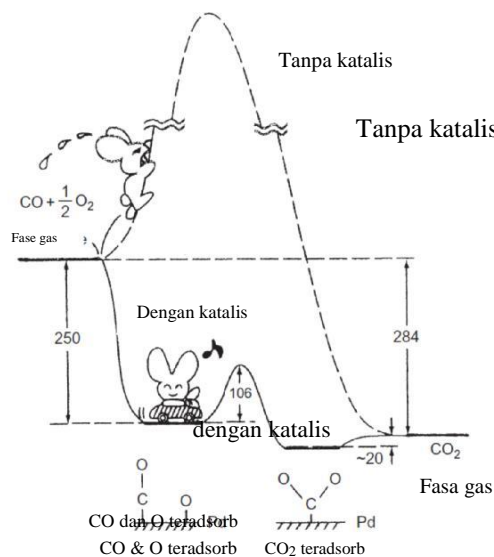
Aktivasi kimia dilakukan dengan mencampur material karbon atau bahan-bahan kimia sebagai aktivator. Aktivator adalah zat senyawa kimia yang berfungsi sebagai pengaktif atom-atom karbon sehingga daya serapnya menjadi lebih baik. Bahan kimia yang paling umum digunakan sebagai aktivator adalah  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , selain itu juga dapat digunakan juga hidroksida alkali metal  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaCl}$ , dan  $\text{ZnCl}_2$  (Sevilla, *et al.*, 2007). Material hasil reaksi kimia selanjutnya dipirolisis pada temperatur antara  $400^\circ\text{C}$  hingga  $600^\circ\text{C}$  dalam kondisi kedap udara. Hasil pirolisis didinginkan dan dicuci untuk menghilangkan agen pengaktifasi. Sedangkan aktivasi karbon secara fisika merupakan proses aktivasi yang melibatkan agitasi termal dengan menggunakan gas oksidatif, misalnya udara, uap air dan  $\text{CO}_2$  (Linares-Solano, *et al.*, 2008).

Aktivasi kimiawi memiliki beberapa keunggulan daripada aktivasi fisika. Pada aktivasi kimiawi, suhu aktivasi yang digunakan lebih rendah daripada yang digunakan pada aktivasi fisika. Selain itu, aktivasi kimiawi menghasilkan pembentukan struktur pori yang lebih baik dan luas permukaan yang lebih tinggi (Danith, M., *et.all.*, 2013).

## 2.6. Katalis

Katalis adalah zat yang ditambahkan ke dalam reaksi kimia dengan tujuan mempercepat reaksi tersebut. Katalis yang dapat mempercepat reaksi kekanan atau kekiri sehingga keadaan setimbang lebih cepat tercapai, disebut katalis positif. Penambahan katalis juga dapat menghambat reaksi. Katalis jenis penghambat ini disebut katalis negatif atau anti katalis atau inhibitor.

Penambahan katalis akan mempengaruhi laju reaksi. Pada teori tumbukan dan distribusi energi molecular Maxwell-Boltzman pada gas, tumbukan-tumbukan menghasilkan reaksi jika partikel-partikel bertumbukan dengan energi yang cukup untuk memulai suatu reaksi. Energi minimum yang diperlukan disebut dengan energi aktifitas reaksi. Katalis berperan untuk menurunkan energi aktifasi, sebagai contoh oksidasi gas CO menjadi CO<sub>2</sub> yang dikatalis dengan logam Paladium, sebagaimana dipaparkan dalam gambar 3 (Bash, E. ,2015).



Gambar 3. Diagram energi pada CO menjadi CO<sub>2</sub> yang dikatalis dengan Pd



Katalis dapat dibedakan dalam dua golongan utama yaitu katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi yang dikatalisinya, sedangkan katalis homogen berada dalam fase yang sama. Katalis heterogen menyediakan suatu permukaan dimana pereaksi-pereaksi atau substrat untuk sementara terserap. Ikatan substrat-subtrat menjadi lemah sehingga memungkinkan terbentuknya produk baru dimana ikatan antara produk dan katalis lebih lemah sehingga akhirnya terlepas. Karena mudah dipisahkan dari campuran reaksinya dan kestabilannya terhadap panas, katalis heterogen lebih banyak digunakan dalam industri kimia (Peng., L., *et.all.*, 2011).

Mekanisme yang tepat dari kerja katalis heterogen belum dimengerti secara sempurna. Walaupun demikian adanya elektron d dan orbital d pada atom-atom permukaan katalis memegang peran penting pada kerja katalis. Oleh karena itu aktivasi katalis heterogen banyak dilakukan pada sejumlah besar unsur peralihan (transisi) dan senyawa-senyawanya.

Tabel 7. Beberapa contoh katalis heterogen dalam dunia industri

Komponen Utama	Reaksi	Contoh Katalis
Logam (dengan/tanpa pengemban)	Hidro/dehidrogenasi Pembentukan Kembali Oxidasi/reduksi	Pd/karbon, Raney Ni Pt-Re Pt, Pd
Oksida logam dari logam transisi	Oxidasi/selektiv Oxidasi/semipurna Hidro/dehidrogenasi Photocatalysis	Mo, V dicampur oksida Co, Mn oksida Cr, Fe oksida TiO <sub>2</sub> , GaN-ZnO
Unsur tertentu	Padatan asam/basa (cracking, isomerisasi, dehidrasi, kondensasi, dll)	Zeolit, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Senyawa logam koordinasi (molecular)	Hidrogenasi Isomerisasi Oxidasi Polymerisasi	Rh, Ru complex Pd, Rh complex PdCl <sub>2</sub> TiCl <sub>4</sub> -MgO
Biocatalis	Hidrasi, hidrolisis	Enzyme, bio-organisme
Senyawa lainnya		
Molekul Organic molecules Polimer Organic polymers Sulfida logam Logam halida, sulfat, dll	kondensasi, oksidasi catalisis asam Hidrodesulfurisasi Oxychloronasi	Melecul organik tanpa logam Resin Ion-exchange Mo, Co sulfida CuCl <sub>2</sub>

Mekanisme kerja katalis padat dengan reaktan fasa gas, melalui terjadinya kompleks reaktan dengan katalis setelah pembentukan produk, adalah sebagai berikut :

- 1). Reaktan terbawa oleh aliran gas pembawa sampai ke permukaan luar partikel katalis.
- 2). Difusi reaktan dari permukaan luar masuk melalui pori ke dalam partikel katalis.
- 3). Reaktan diadsorpsi pada sisi aktif katalis sehingga menimbulkan energi adsorpsi
- 4). Reaksi pembentukan produk antara permukaan sampai terjadinya produk.
- 5). Produk didesorpsi dari katalis ke luar melalui pori partikel katalis.
- 6). Difusi produk menuju permukaan luar partikel katalis.
- 7). Produk mengikuti aliran gas pembawa.

## 2.7. Zeolit dan Katalis Logam

Zeolit dapat ditingkatkan kinerjanya dengan cara menempelkan logam katalis padanya. Logam yang diimbangkan pada zeolit akan meningkatkan aktivitas katalis secara keseluruhan karena logam-zeolit memiliki fungsi ganda yaitu di samping logam sebagai katalis, zeolitnya sendiri bersifat katalis. Katalis semacam ini biasa disebut sebagai katalis bifungsional. Logam yang biasa digunakan untuk katalis biasanya adalah logam-logam transisi.

Logam-logam transisi mempunyai daya adsorpsi yang kuat karena memiliki pasangan elektron menyendiri pada orbital d. Adanya elektron pada orbital d didukung keadaan elektron orbital s, menimbulkan keaktifan yang tinggi dalam pemutusan dan pembentukan ikatan kimia. Hal ini yang menyebabkan logam-logam transisi makin reaktif sebagai katalis (Hegedus, L.L., 1999).

Logam transisi Co memiliki prospek untuk digunakan sebagai katalis hidrodessulfurisasi, hidrogenitrogenasi dan perengkahan. Logam Co sebagai promotor dan Cr sulfida sebagai ko-katalis yang diimbangkan pada  $\gamma$ -Alumina dapat mengkatalis proses hidrogenasi minyak bumi (Li, D., *et.all.*, 2000). Fanani dkk (2010) melaporkan bahwa Cr/ZAA memiliki kemampuan meng-*cracking* tir batu bara lebih baik dibandingkan Co/ZAA.

## 2.8. Isoterm Adsorpsi

Secara umum proses adsorpsi dapat diartikan sebagai proses penyerapan suatu zat oleh zat lain yang prosesnya hanya terjadi pada permukaan zat tersebut, sehingga luas permukaan memegang peranan penting. Isoterm adsorpsi menyatakan hubungan antara tekanan parsial adsorbat dengan jumlah zat yang teradsorpsi pada temperatur tetap dalam

keadaan setimbang. Dengan kata lain, isoterm adsorpsi menunjukkan ketergantungan jumlah zat yang teradsorpsi terhadap tekanan setimbang dari gas pada temperatur tetap. Nilai ini bervariasi dari 0 pada  $P/P_0 = 0$  ke tak terhingga pada  $P/P_0 = 1$ . Apabila garis isoterm mendekati garis vertikal melalui  $P/P_0$ , maka sudut kontak dari uap = 0, yang berarti bahwa permukaan terbasahi secara sempurna (Shoop, J., 2009).

Fenomena isoterm adsorpsi merupakan fenomena menarik. Para ilmuwan mempelajari dan mengajukan beberapa teori tentang isoterm adsorpsi :

### 1). Isoterm Freundlich

Isoterm Freundlich merupakan salah satu persamaan yang menghubungkan jumlah materi yang terserap dengan konsentrasi material dalam larutan (M. Goto, et. All., 2008) :

$$q_e = K_f \cdot C_e^{1/n}$$

dengan :

$q_e$  = massa terserap/unit massa adsorbent

$C_e$  = konsentrasi

$K_f$  dan  $n$  = konstanta

### 2). Isoterm Langmuir

Proses adsorpsi logam pada zeolit dapat dipelajari dengan isoterm Langmuir dengan persamaan sbb :

$$q_e = \frac{K_L q_{\max} C_e}{1 + K_L C_e}$$

$Q_e$ , konsentrasi logam terserap pada zeolit pada kesetimbangan

$C_e$ , Konsentrasi logam sisa yang ada dalam larutan pada kesetimbangan

$K_L$ , konstanta langmuir (Millar, G. J., *et all.*, 2016).

### 3). Model Dubinin-Astakhov

Model Dubinin-Astakhov didasarkan atas hubungan antara sorpsi oleh zeolit dengan teori potensial adsorpsi Polanyi (Inglezakis, V.J., 2007). Potensial adsorpsi dirumuskan sbb:

$$E = RT \ln \left( 1 + \frac{1}{C_e} \right) \quad (\text{J. Dron, A. Dodi, 2011}^{a,b})$$

Akhirnya model D-A dirumuskan sbb:

$$q_e = q_{\max} \exp\left[-\left(\frac{E}{\sqrt{2E}}\right)^{nD}\right] \quad (\text{Inglezakis, et.all., 2010})$$

4). Model Hill

Persamaan Hill digunakan dalam bidang khusus karena menghubungkan sifat kesetimbangan dengan sistem farmakologi dan dapat dirumuskan sbb:

$$q_e = \frac{(q_{\max} C_e^H)}{(K^H + C_e^H)} \quad (\text{Goutelle, S., et.all., 2008})$$

5). Isoterm Brunauer, Emmet dan Teller (BET)

Brunauer, Emmet dan Teller pada tahun 1938 memperluas teori kinetik Langmuir untuk adsorpsi multilayer. Metode BET untuk menghitung luas permukaan adalah sebagai berikut :

$$\frac{1}{W((P/P_o) - 1)} = \frac{1}{W_m C} + \frac{C-1}{W_m C} \left[ \frac{P}{P_o} \right] \quad \dots\dots\dots (1)$$

W = Berat gas total yang terserap pada tekanan relatif P/Po (g gas/g adsorben)

Wm = Berat gas nitrogen yang membentuk lapisan monolayer pada permukaan zat padat (g gas/g adsorben)

P = Tekanan adsorbat dalam keadaan setimbang

Po = Tekanan uap jenuh adsorbat pada keadaan setimbang

P/Po = Tekanan relatif

C = Tetapan BET

Untuk mencari tetapan C pada persamaan BET dilakukan perhitungan berikut.

Persamaan BET (1) berupa garis lurus apabila dibuat grafik  $1/W\{(P/Po)-1\}$  versus  $P/Po$ . Berat gas (nitrogen) yang membentuk lapisan monolayer,  $W_m$ , dapat ditentukan dari nilai slope (s) dan intersep (i):

$$\text{Slope} = s = \frac{C-1}{W_m C} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Intersep} = i = \frac{1}{W_m C} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Maka berat bahan (nitrogen) yang membentuk monolayer didapatkan dari menggabungkan persamaan (2) dan (3), sehingga didapat persamaan :

$$W_m = \frac{1}{(s + i)} \dots\dots\dots(4)$$

Selanjutnya harga C dapat dihitung dari gabungan persamaan (3) dan (4), yakni,  $C = \frac{S}{I} + 1$

Aplikasi metode BET ini dapat digunakan untuk menghitung luas permukaan. Untuk itu perlu diketahui luas rata-rata molekul gas teradsorp. Luas permukaan, S, dari cuplikan diperoleh dari persamaan :

$$S_s = \frac{W_m N}{M} \times 10^{-20} m^2 \dots\dots\dots(5)$$

dengan :

- N = Bilangan Avogadro ( $6,02 \times 10^{23}$  partikel/mol)
- M = Berat molekul dari gas teradsorp (g/mol)
- $W_m$  = Berat gas teradsorpsi monolayer
- $\sigma$  = Luas rata-rata molekul teradsorp

Total volume pori dihitung dari pengukuran adsorpsi pada P/Po yang cukup tinggi, sehingga diasumsikan semua pori terisi dengan adsorbat sebagai fasa terkondensasi.

$$V_p = W_a / \rho_l$$

Lowell, S & Shields, J.E (1984) juga menjelaskan mengenai penentuan rata-rata ukuran pori yang dapat diperkirakan dari volume pori dengan mengasumsikan geometri pori adalah silindris, sehingga jari-jari pori rata-rata dapat dihitung dari rasio total volume pori dan luas permukaan BET, sesuai dengan persamaan berikut :

$$r_p = 2 V_p / S_s$$

dengan :

- $r_p$  = Jari-jari pori rata-rata
- $V_p$  = Volume pori total
- $S_s$  = Luas permukaan spesifik

## 2.9. Logam Cr (Hegedus, L.L., 1987)

Logam Kromium (Cr) merupakan salah satu logam berat dengan berat atom 51,996 gr/mol; berwarna abu-abu; tahan terhadap oksidasi meskipun pada suhu tinggi, mengkilat, keras, memiliki titik cair  $1.857^{\circ}C$  dan titik didih  $2.672^{\circ}C$ , bersifat paramagnetik (sedikit tertarik pada magnet), membentuk senyawa-senyawa berwarna, memiliki beberapa

bilangan oksidasi, yaitu 0, +2, +3 dan +6 dan stabil pada bilangan oksidasi +3. Bilangan oksidasi +4 dan +5 jarang ditemukan pada logam ini. Senyawa kromium pada bilangan oksidasi +6 merupakan oksidan yang kuat.

Oksida logam transisi memiliki kelimpahan besar di alam dan harga yang relatif murah dibandingkan logam. Oksida logam transisi memiliki karakter yang dapat digunakan sebagai katalis, karena oksida logam transisi memiliki orbital d pada ion logamnya yang masih terisi sebagian. Adanya orbital d yang masih kekurangan elektron tersebut dapat menangkap elektron dari reaktan dan membentuk ikatan yang kuat, sehingga dapat mengaktifkan spesies yang bereaksi. Oksida logam yang sering digunakan sebagai katalis yaitu diantaranya adalah oksida V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni. Oksidasi logam  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  dapat digunakan sebagai katalis converter, yaitu suatu katalis yang biasanya digunakan dalam proses konversi gas-gas polutan emisi pabrik dan kendaraan bermotor menjadi gas lain yang relatif tidak bersifat polutan. Katalis  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  juga digunakan pada reaksi oksidasi dehidrogenasi (ODH) pada suhu rendah, mengubah isobutana menjadi isobutene.

Logam-logam transisi seperti logam Cr mempunyai daya serap yang kuat karena mempunyai pasangan elektron menyendiri pada orbital d. Penambahan logam Cr dalam karbon aktif akan menghasilkan luas permukaan karbon aktif menjadi besar sehingga daya serap karbon aktif menjadi lebih kuat, adanya logam Cr juga akan membuat konsentrasi yang lebih besar pada keaktifan yang tinggi dalam pemutusan dan pembentukan ikatan kimia. Hal ini yang menyebabkan logam-logam transisi makin reaktif sebagai katalis (Hegedus, L.L., 1987). Kemampuan logam transisi sebagai katalis dikarenakan logam transisi dapat mengalami perubahan biloks dan mampu menyerap zat pada permukaannya sehingga mengefektifkan reaksi.

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Alat dan bahan yang digunakan**

Alat-alat yang digunakan adalah gelas ukur, gelas beker, botol vial, pipet tetes, pipet mikro, pH meter, flowmeter, kran gas, flow meter gas, magnetic stirrer, termometer, furnace tegak, reaktor, oven pengering Mermet, termokopel, hotplate, regulator, neraca analitis Mettler AE 200, Viskometer Ostwold, GC-MS

Bahan yang digunakan adalah zeolit aktif berukuran 100 mesh, akuades,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, kertas saring whatman 41, gas hidrogen, gas oksigen, TKKS, gas nitrogen, gas hidrogen, gas oksigen,  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , amoniak, glas wool

## **3.2. Prosedur Kerja**

### **3.2.1. Persiapan TKKS**

Tandan Kosong kelapa sawit (TKKS) diambil dari Perkebunan kelapa sawit selanjutnya ditimbang dengan berat tertentu kemudian dikeringkan. TKKS yang telah kering dipotong potong sekitar 2 cm. Diopen pada suhu 120 C untuk menghilangkan kandungan airnya.

### **3.2.2. Pirolisis TKKS**

Sebanyak lebih kurang 250 g TKKS kering yang telah dipotong potong dimasukkan dalam reaktor pirolisis sistem batch. Pirolisis dilakukan pada temperature 600<sup>0</sup> C dengan atmosfir inert (N<sub>2</sub>) dan laju gas 2,5 L/menit. Cairan yang terbentuk kemudian di ekstrak dengan heksan untuk menentukan kandungan minyaknya dengan GC-MS.

### **3.2.3. Pembuatan Karbon Aktif dan Zeolit aktif**

Karbon dari produk samping pirolisis dihaluskan dengan ukuran 200 mess, kemudian direfluks dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N selama 6 jam. Kemudian endapan disaring dan dicuci dengan akuades hingga filtrat yang terbentuk mempunyai pH netral. Setelah dicuci karbon dikeringkan lalu dihaluskan kembali dengan ukuran 200 mess kemudian dikeringkan. Ditimbang 50 g karbon kering kemudian dioven pada temperatur 110°C selama 3 jam, karbon ini disebut karbon aktif. Dengan cara yang sama dilakukan terhadap zeolit alam yang diambil dari daerah klaten jawa tengah.

### **3.2.4. Pembuatan Katalis Cr/Karbon Aktif (Cr/Zeolit)**

#### **a. Impregnasi katalis Cr**

Karbon aktif direndam dalam larutan CrCl<sub>3</sub>6 H<sub>2</sub>O selama 24 jam sambil distirer, 4 jam pertama ditetesi amoniak setetes demi setetes. Setelah itu karbon aktif yang mengandung Cr tersebut dikeringkan pada temperatur 130°C selama 3 jam sampai menjadi pasta dan kemudian dikalsinasi pada 550°C selama 5 jam. Proses impregnasi katalis Cr ini dilakukan dengan perbandingan berat Cr dan karbon aktif yaitu 1:3 (25%)

#### **b. Oksidasi katalis**

Oksidasi karbon aktif yang telah diimpregnasikan dengan Cr dilakukan dengan mengalirkan O<sub>2</sub> dengan laju alir 1 mL/det. Ditimbang 20 gram hasil impregnasi Cr/karbon aktif dan dimasukkan ke dalam reaktor yang telah diberi glasswool didasarnya. Gas O<sub>2</sub> dialirkan, reaktor dimasukkan ke dalam reactor furnace tegak,

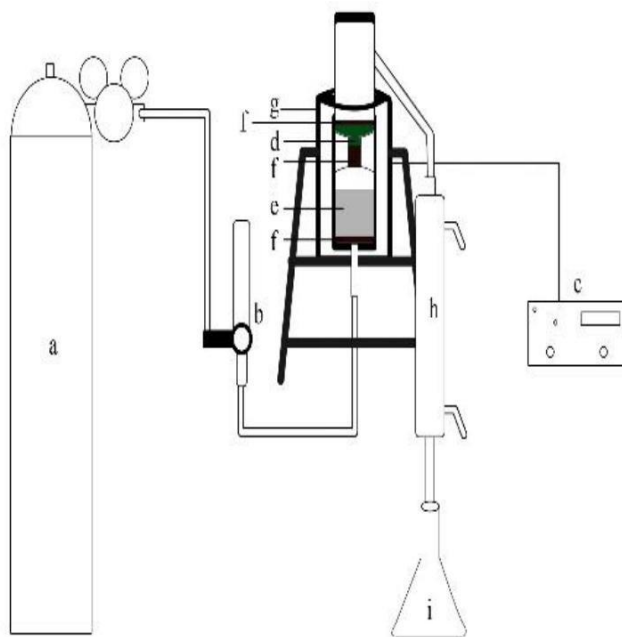
kemudian regulator yang dihubungkan dengan furnace dihidupkan pada 160 V. Setelah temperatur 350°C pada termokopel tercapai, mulai dihitung waktu oksidasi dan temperatur furnace dipertahankan antara 345°C – 355°C selama 2 jam dengan mengatur regulator. Dilakukan yang sama terhadap Zeolit sehingga dihasilkan katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Z.

c. Reduksi katalis

Cr/Karbon aktif hasil kalsinasi kemudian direduksi dengan gas H<sub>2</sub> pada 400°C selama 2 jam, sehingga dihasilkan katalis Cr/C .

### 3.2.5 Hidrocracking TKKS

Sebanyak lebih kurang 15 g TKKS kering yang berukuran 100 mesh dimasukkan ke dalam reaktor sistem batch (e). Pirolisis dilanjutkan hidrocracking dilakukan dengan variasi temperature dari 450 - 600°C (c) dan variasi berat katalis 0.5 - 2.5 g (d) serta variasi laju alir gas hidrogen 0.5 - 3 L/minutes (b). Produk cair yang keluar dari reaktor furnace ditampung pada wadah (i), dan hidrocracking dinyatakan selesai jika produk cair sudah berhenti meneteskan bio oil dari reaktor (Gambar 4). Produk yang dihasilkan ditimbang dan diukur volumenya untuk menentukan densitasnya. Selanjutnya produk dianalisa kembali menggunakan Gas chromatography mass Spectrometry (GCMS).



Keterangan Gambar 4:

- a. Gas H<sub>2</sub>
- b. Flowmeter
- c. Thermokopel
- d. Katalis Cr/C dan Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Z
- e. TKKS
- f. Glass wool
- g. Reaktor *furnace*
- h. Kondensor
- i. Produk *hydrocracking*

Gambar 4. Skema alat hidrocracking Bio Oil



### **3.2.6 Pengemulsian Bio-oil dan Produk Hidrocracking dengan Solar**

Diemulsikan aditif ke dalam BBM dengan berbagai variasi yaitu 10%, 20%, 25%, 30%, 35% dan selanjutnya hasil emulsi dikarakterisasi angka oktan, viskositas, densitas dll. Penelitian di atas di ulang dengan menggantikan bio-oil dengan produk hidrocracking bio-oil. Selanjutnya persentase yang paling baik dicoba untuk mesin disel dan selanjutnya dikarakterisasi meliputi rpm, daya bakar motor, penghematan bahan bakar dll.

### **3.3. Analisis Data dan Pembuatan Laporan**

Kegiatan ini dilakukan beberapa hal yaitu:

*a. Analisis karakter katalis meliputi porositas katalis menggunakan BET, keasaman katalis menggunakan FT-IR dan juga tekstur permukaan katalis menggunakan SEM-EDX*

*b. Analisis unjuk kerja katalis dalam proses hidrocracking bio-oil*

Unjuk kerja H-Zeolit dalam mengkatalisis reaksi hidrocracking dapat dilihat dari kemampuan katalis dalam mengkatalisis hidrocracking bio-oil yang meliputi kualitas dan kuantitas minyak. Kualitas katalis dapat ditentukan dari porositas katalis dan keasaman katalis.

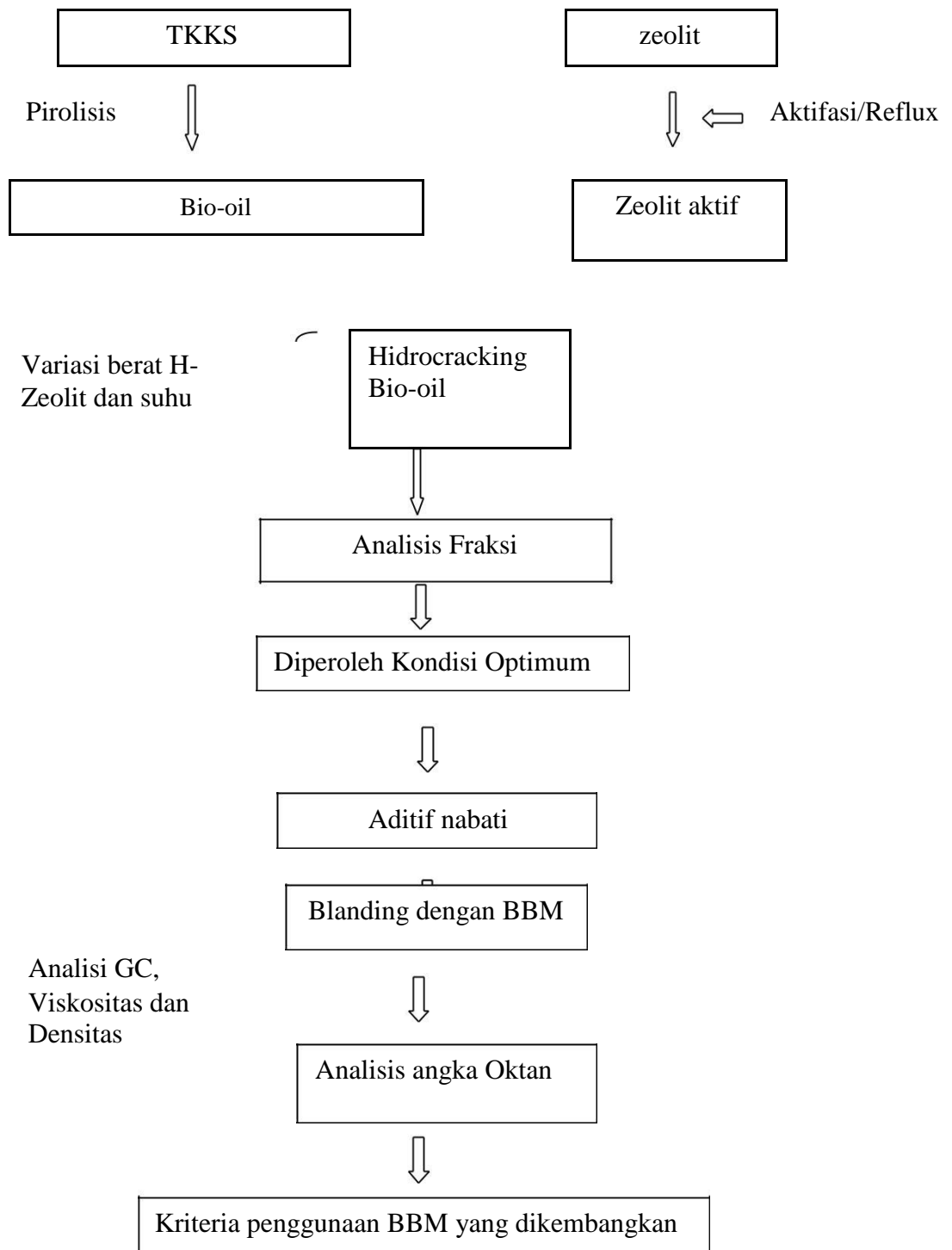
*c. Analisis kemampuan BBM produk*

Dengan optimasi proses hidrocracking dan konsentrasi emulsi diharapkan BBM dapat digunakan sesuai dengan kriteria mesin disel.

*d. Pembuatan laporan*

Penulisan laporan hasil penelitian dibuat berdasarkan pada informasi yang didapat dari target penelitian.

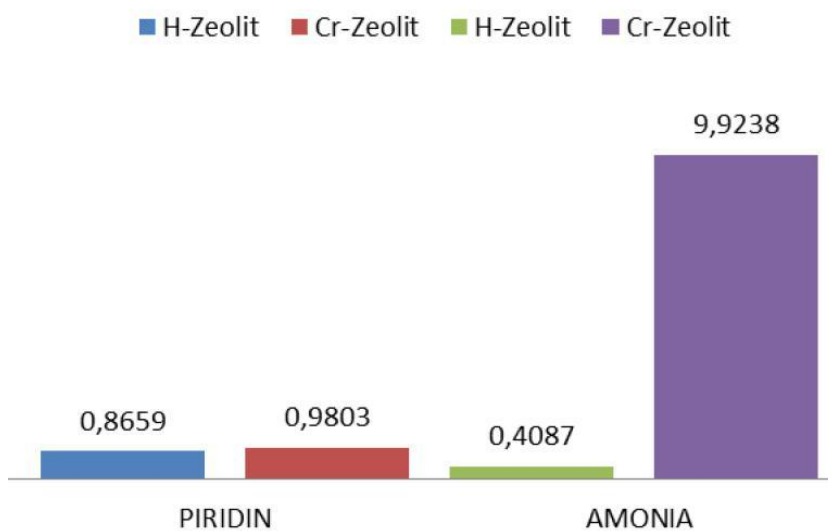
### 3.4. Bagan Alir Penelitian



## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Uji Keasaman dengan Piridin dan Amoniak pada Katalis Cr/Z

Kemampuan katalis mengadsorpsi amoniak dan piridin menyatakan besarnya nilai keasaman padatan yang merupakan salah satu karakter katalis. Semakin tinggi keasaman katalis akan meningkatkan kemampuan katalitiknya dalam reaksi perengkahan. Hasil dari uji keasaman piridin dan amoniak pada katalis dapat dilihat pada Gambar 5.

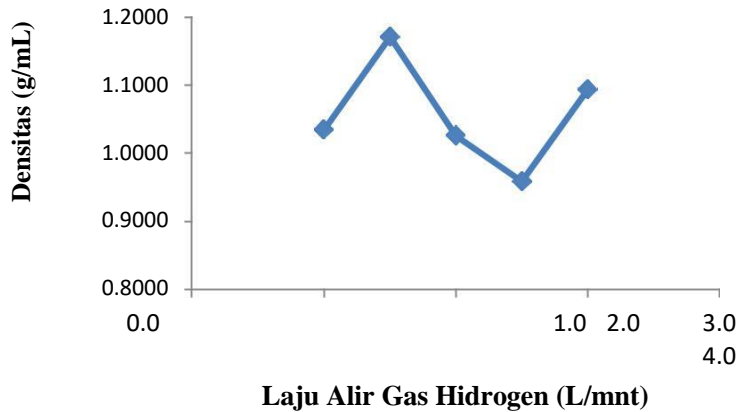


Gambar 5. Perbandingan Uji Keasaman Piridin dan Amoniak pada Katalis

Amoniak memiliki ukuran molekul lebih kecil dibandingkan ukuran molekul piridin, sehingga lebih dapat teradsorpsi ke dalam pori katalis. Secara umum dengan impregnasi logam Cr ke dalam zeolit meningkatkan keasaman katalis, baik adsorpsi amoniak maupun adsorpsi piridin. Untuk adsorpsi amoniak, keasaman katalis meningkat dari 0,4087 mmol/g menjadi 9,9238 mmol/g sedangkan untuk adsorpsi piridin meningkat dari 0,8659 menjadi 0,9803 mmol/g. Peningkatan adsorpsi amoniak jauh lebih besar dibandingkan adsorpsi piridin menunjukkan bahwa pori katalis dominan untuk ukuran pori kecil (mikro pori). Dengan adanya impregnasi logam Cr menaikkan keasaman katalis menunjukkan peran logam Cr yang meningkatkan kemampuan adsorpsi. Logam Cr memiliki kemampuan adsorpsi karena memiliki orbital d yang belum penuh (Augustine, 1996).

#### 4.2. Pengaruh Variasi laju Alir terhadap Densitas Produk Hidrocracking

Hidrocracking dilakukan dengan memvariasikan laju alir gas hidrogen sebesar 1,0 - 3,0 L/mnt dengan temperatur konstan yaitu 500<sup>o</sup>C dan berat katalis 1 g (gambar 6).

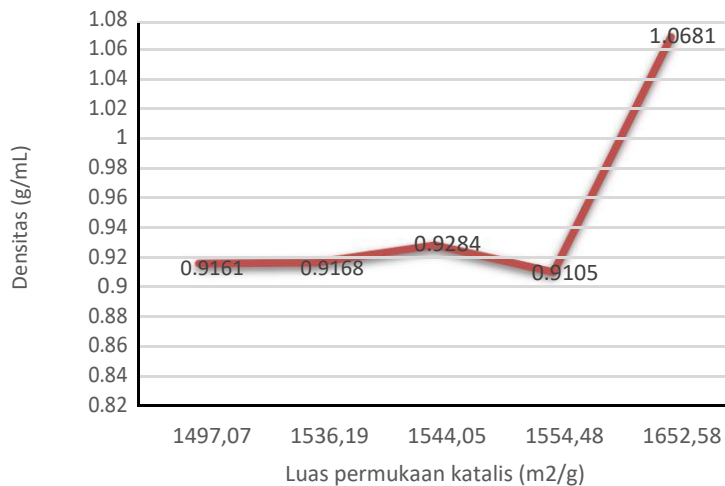


Gambar 6. Pengaruh laju alir gas hidrogen terhadap densitas produk hidrocracking

Kenaikan laju gas hidrogen dapat menaikkan maupun menurunkan nilai densitas produk hidrocracking. Kenaikan laju gas hidrogen menaikkan densitas dikarenakan dengan adanya kenaikan laju alir gas hidrogen, efektifitas tumbukkan antara reaktan dan gas hidrogen berkurang sehingga proses cracking menjadi kurang efektif, akibatnya produk hidrocracking masih memiliki berat molekul yang besar sehingga berat jenis produk hidrocracking menjadi meningkat. Kenaikan laju gas hidrogen dapat menurunkan densitas dikarenakan jumlah gas hidrogen yang meningkat maka proses pemutusan ujung-ujung rantai karbon yang tercracking makin efektif akibatnya produk hidrocracking memiliki jumlah molekul dengan rantai pendek meningkat sehingga menurunkan berat jenis produk hidrocracking (Fanani, 2010). Hasil perhitungan densitas dari variasi laju alir gas hidrogen mengindikasikan bahwa hidrocracking pada variasi laju alir gas hidrogen 2,5 L/mnt adalah laju yang optimum karena menghasilkan densitas produk terkecil yaitu 0,9584 g/ml.

#### 4.3. Pengaruh Luas Permukaan Katalis terhadap Densitas Produk Hidrocracking

Proses hidrocracking TKKS pada variasi katalis menggunakan temperatur 500<sup>o</sup>C dan gas H<sub>2</sub> dialirkan sebagai gas pendorong reaktan sekaligus sebagai reduktor dengan laju alir maksimal 2,5 L/mnt. Katalis Cr/C divariasikan pada luas permukaannya 1497,07 m<sup>2</sup>/g, 1536,19 m<sup>2</sup>/g, 1544,05 m<sup>2</sup>/g, 1554,48 m<sup>2</sup>/g, 1652,58 m<sup>2</sup>/g (Gambar 7).



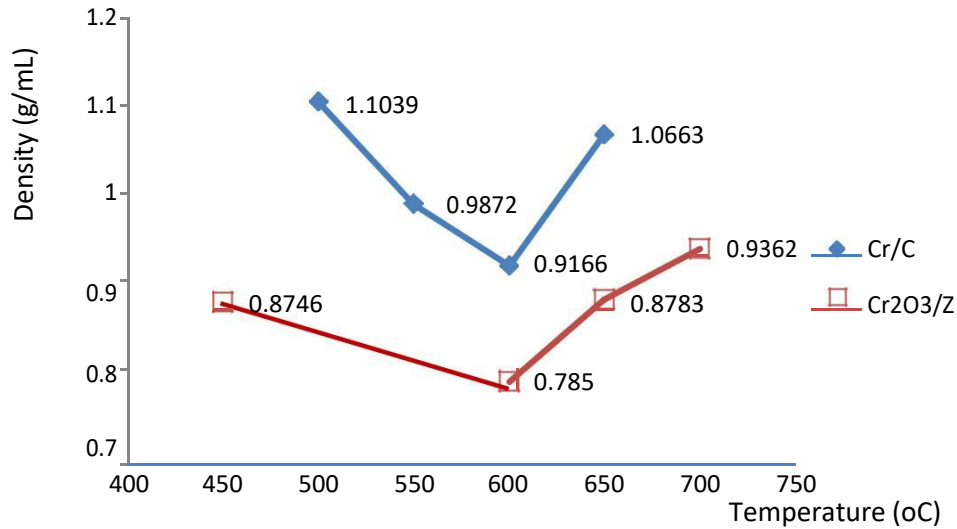
Gambar 7. Pengaruh luas permukaan katalis terhadap densitas produk hidrocracking

Gambar 7 menunjukkan bahwa pada kenaikan luas permukaan katalis Cr/C dapat menaikkan dan menurunkan densitas produk hidrocracking. Luas permukaan katalis meningkat dapat menurunkan densitas produk hidrocracking dikarenakan dengan meningkatnya luas permukaan juga meningkatkan jumlah situs aktif katalis yang akan meningkatkan efektifitas cracking sehingga bio oli yang dihasilkan mengandung jumlah mekul dengan berat molekul yang kecil meningkat sehingga akan menurunkan densitasnya. Sebaliknya, luas permukaan katalis meningkat dapat menaikkan densitas produk hidrocracking, hal ini dikarenakan dengan adanya jumlah mekul dengan berat molekul yang kecil meningkat tetapi tidak diikuti dengan jumlah hidrogen yang meningkat (karena laju hidrogen konstan) dapat mengakibatkan reaksi coupling, yaitu bertemunya kembali antar rantai hasil cracking menghasilkan senyawa dengan berat mekul yang lebih besar (Fanani, 2010).

#### 4.4. Pengaruh Temperatur terhadap Densitas Produk Hidrocracking

Proses hidrocracking TKKS pada berbagai temperatur pada 450<sup>o</sup>C sampai dengan 700<sup>o</sup>C, menghasilkan temperatur optimum 600<sup>o</sup>C, tersajikan pada gambar 4. Peningkatan temperatur hingga temperatur 600<sup>o</sup>C akan meningkatkan enregi kinetik reaktan, sehingga akan meningkatkan frekuensi tumbukan antara reaktan dan katalis. Peningkatan frekuensi tumbukan dengan katalis pada kondisi ini juga akan meningkatkan proses adsorpsi pada permukaan katalis, dan pemutusan rantai hidrokarbon yang diikuti proses hidrogenasi yang

lebih banyak, sehingga berat molekul produk hidrocracking yang yang terbentuk menjadi lebih kecil sehingga densitasnya menurun dengan kenaikan temperatur sampai 600<sup>o</sup>C.



Gambar 8. Pengaruh temperatur terhadap densitas produk hidrocracking

Pada temperatur lebih dari 600<sup>o</sup>C, densitas produk hidrocracking meningkat karena pada temperatur yang semakin tinggi, mobilitas reaktan juga semakin tinggi. Tingginya mobilitas reaktan ini menyebabkan reaktan tidak sempat teradsorpsi pada permukaan katalis sehingga peristiwa adsorpsi hanya sedikit terjadi, yang menyebabkan proses hidracking tidak banyak terjadi dan produk hidrocracking masih memiliki berat molekul yang besar. Pada gambar 4 juga menunjukkan bahwa katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Z memiliki aktifitas yang lebih baik dibandingkan katalis Cr/C, hal ini dapat dilihat karena pada kondisi yang sama katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Z menghasilkan produk hidrocracking dengan densitas yang lebih kecil.

#### 4.5. Analisa Produk Hidrocracking Menggunakan Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS)

Hasil produk setelah hidrocracking berdasarkan analisa dengan GCMS menunjukkan penurunan jumlah senyawa siklik dibandingkan sebelum hidrocracking dan peningkatan senyawa rantai lurus, hal ini dikarenakan terjadinya pemutusan (cracking) senyawa siklik tersebut menjadi senyawa dengan rantai lurus dan akibat tersebut diperoleh senyawa rantai lurus yang sebelum cracking tidak ada menjadi ada yang disajikan pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Analisis Beberapa Senyawa Siklik Produk Sebelum dan Sesudah Hidrocracking.

CATALYST	RETENSI TIME (MENIT)	BEFORE HYDROC RACKING (%Area)	AFTER HYDROC RACKING (% Area)	NAME OF COMPOUND
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Z	8.15	7.30	0.16	Phenol
	14.66	8.09	0.49	2,6-dimethoxy-phenol
	16.99	5.38	0.21	1,2,3-trimethoxy-5-methyl-benzena
Cr/C	11.33	2.01	1.48	2,5 dimethyl phenol
	13.33	0.49	0.15	2-(1-hidroksiethyl) norbomadiena
	16.82	0.33	0.16	2H-1-Benzopyran-2-on,3-methyl

Tabel 2. Analisis Beberapa Senyawa Rantai Lurus Produk Sesudah Hidrocracking

CATALYST	RETENSI TIME (MENIT)	BEFORE HYDROC RACKING (%Area)	AFTER HYDROC RACKING (% Area)	NAME OF COMPOUND
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Z	23.74	0.0	5.92	Henisikanoat acid
	26.89	0.0	4.40	Heksatrioktan
	27.04	0.0	5.34	Oktasilosan
Cr/C	7.31	0.0	0.02	5-oktadekenal
	13.76	0.0	0.62	Tridekana
	15.19	0.0	0.61	Tetradekana
	18.92	0.0	0.20	Heptadekana
	20.01	0.0	0.14	Oktadekana

Berdasarkan data tabel 1 jumlah senyawa siklik mengalami penurunan sesudah hidrocracking menggunakan ke dua katalis dengan ditunjukkan % Area yang menurun dari kromatogram. Penurunan jumlah senyawa siklik menunjukkan bahwa telah terjadi cracking pada senyawa siklik tersebut menjadi senyawa rantai lurus. Terjadinya cracking ini dapat ditunjukkan dengan terbentuknya senyawa baru yang berupa rantai lurus (tabel 2). Tabel 2 menunjukkan bahwa sebelum hidrocracking beberapa senyawa rantai lurus memiliki % Area nol (tidak ada), namun setelah hidrocracking senyawa tersebut muncul dengan nilai % Area tertentu.

Berdasarkan analisa GCMS terhadap senyawa-senyawa sebelum dan sesudah hidrocracking, maka dapat ditentukan beberapa senyawa yang mengalami proses pemutusan (cracking) untuk membentuk senyawa dengan berat molekul yang lebih kecil. Beberapa

senyawa antara lain  $C_{17}H_{26}O_2$ ,  $C_{19}H_{30}O_2$  dan  $C_{42}H_{64}O_2$  sebelum hidrocracking, setelah hidrocracking senyawa tersebut mengalami pemutusan dan membentuk senyawa dengan rantai lurus antara lain  $C_{11}H_{24}$ ,  $C_{13}H_{26}$  dan  $C_{40}H_{60}$ .

## **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Kondisi terbaik hidrocracking TKKS terjadi pada temperatur  $600^{\circ}C$ , laju alir 2,5 L/mnt, dan katalis Cr/C dengan luas permukaan  $1554,48 \text{ m}^2/\text{g}$ . Produk hidrocracking yang dianalisa dengan GCMS dapat menurunkan jumlah senyawa siklik dan meningkatkan jumlah senyawa rantai lurus, hal ini membuktikan bahwa proses hidrocracking sudah terjadi dengan baik. Densitas bio oil yang dihasilkan 0,7850 dan 0,9166 g/mL berturut turut untuk katalis  $Cr_2O_3/Z$  dan Cr/C, hal ini menunjukkan bahwa katalis  $Cr_2O_3/Z$  lebih efektif dibandingkan katalis Cr/C.

### **5.2. Saran**

Penelitian ini perlu dikembangkan dengan katalis Cr yang diimpregnasikan pada zeolit dan juga perlu dicoba logam yang lain, misalnya Co. Alat ukur karakter produk hidrocracking perlu ditambah, misal kalor pembakaran.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., 2008. Analisis Ekspor Minyak Kelapa Sawit (CPO) Indonesia. *Jurnal.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/6108139144.pdf*, diakses 5 Agustus 2015.
- Aryafatta.2008. Mengolah limbah sawit menjadi etanol, diakses 5 Februari 2016.
- Bash, E. (2015). *No Title No Title. PhD Proposal* (Vol. 1)
- Ceyhan, A. A., Şahin, Ö., Baytar, O., & Saka, C. (2013). Surface and porous characterization of activated carbon prepared from pyrolysis of biomass by two-stage procedure at low activation temperature and it's the adsorption of iodine. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 104, 378–383.
- Chen, Dengyu., Jianbin Zhou , Qisheng Zhang , Xifeng Zhu, 2014, Valuation methods and research progresses in bio-oil storage stability, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 40:69–79
- Danish, M., Hashim, R., Ibrahim, M. N. M., & Sulaiman, O. (2014). Optimized preparation for large surface area activated carbon from date (*Phoenix dactylifera* L.) stone biomass. *Biomass and Bioenergy*, 61(320), 167–178.
- Dias, J.M. ,M.C.M. Alvim-Ferraz, M.F. Almeida, J. Rivera-Utrilla, M. Sanchez-Polo, *Journal of Environmental Management* 85 (2007) 833–846.
- Dron,J., A. Dodi, Comparison of adsorption equilibrium models for the study of CL-, NO<sub>3</sub>- and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> removal from aqueous solutions by an anion exchange resin, *J. Hazard. Mater.* 190 (2011) 300–307.
- Dron, J., A. Dodi, Thermodynamic modeling of Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> removal by an anion exchange resin and comparison with Dubinin-Astakhov isotherms, *Langmuir* 27 (2011) 2625–2633.
- Fanani, Z. 2010. —*Hydrocracking* Tir Batu Bara Menggunakan Katalis Ni-Mo-S/ZAA untuk Menghasilkan Fraksi Bensin dan Fraksi Kerosin. *Jurnal Penelitian Sains. Universitas Sriwijaya. Palembang.*
- Fanani, Z; Addy, R. dan Iwan, W. 2013. —Regenerasi Katalis Ni-Zeolit Alam Aktif untuk *Hydrocracking* Minyak Jarak Pagar. *Edisi Khusus Juni 2010 (C)* 10:06-08, *Jurnal Penelitian Sains. Universitas Sriwijaya. Palembang.*
- Foo P.Y.L dan Lee L.Y. (2010). Preparation of Activated Carbon from *Parkia Speciosa* Pod by Chemical Activation. 2 : 2078-0958.
- Garcia, J. R., Bertero, M., Falco, M., & Sedran, U. (2015). Catalytic cracking of bio-oils improved by the formation of mesopores by means of  $\gamma$  zeolite desilication. *Applied Catalysis A: General*, 503, 1–8. <http://doi.org/10.1016/j.apcata.2014.11.005>
- Goto, M., R. Rosson, J.M. Wampler, W.C. Elliott, S. Serkiz, B. Kahn, Freundlich and dual Langmuir isotherm models for predicting 137Cs binding on Savannah River Site soils, *Health Phys.* 94 (2008) 18–32.

- Goutelle, S., M. Maurin, F. Rougier, X. Barbaut, L. Bourguignon, M. Ducher, P. Maire, The Hill equation: a review of its capabilities in pharmacological modelling, *Fundam. Clin. Pharmacol.* 22 (2008) 633–648.
- Hegedus, L. L., 1987, *Catalyst Design Progress and Perspective*, John Wiley & Sons Inc. New York.
- Inglezakis, V.J., Solubility-normalized Dubinin-Astakhov adsorption isotherm for ion-exchange systems, *Microporous Mesoporous Mater.* 103 (2007) 72–81.
- Inglezakis, V.J., M. Stylianou, M. Loizidou, Ion exchange and adsorption equilibrium studies on clinoptilolite, bentonite and vermiculite, *J. Phys. Chem. Solids* 71 (2010) 279–284.
- Imran, Ali, Eddy A. Bramer, Kulathuier Seshan, Gerrit Brem, 2014, High quality bio-oil from catalytic flash pyrolysis of lignocellulosic biomass over alumina-supported sodium carbonate, *Fuel Processing Technology* 127 : 72–79
- Isroi, 2008. Pengolahan Tandan Kosong Kelapa Sawit. [www.isroi.com](http://www.isroi.com) diakses tanggal 14 Juli 2013.
- Li, D., Xu, H., and Guthrie, G.D., 2000, Zeolite Supported Ni and Co Catalyst for Hydrotreatments; II. HRTEM Observations, *J. Catal.* 189,281-269.
- Linares-Solano, A., D. Lozano-Castello, M.A. Lillo-Rodenas dan D. Cazorla-Amoros. (2008). Controlling Porosity to Improve Activated Carbon Applications. *Recent Advances in Adsorption Processes for Environmental Protection and Security* : 97-106.
- Manocha, S.M. (2003). Porous Carbons. *Sadhana*. 28 : 335-348.
- Millar, G. J., Couperthwaite, S. J., & Alyuz, K. (2016). Behaviour of natural zeolites used for the treatment of simulated and actual coal seam gas water. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4(2), 1918–1928.
- Nor, N.M., Lau, L. C., Lee, K. T., & Mohamed, A. R. (2013). Synthesis of activated carbon from lignocellulosic biomass and its applications in air pollution control—a review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 1(4), 658–666.
- Nunes, C. a., & Guerreiro, M. C. (2011). Estimation of Surface Area and Pore Volume of Activated Carbons by Methylene Blue and Iodine Numbers. *Química Nova*, 34(3), 472–476.
- Oudejans, J.C., 1984, *Zeolite Catalyst in Some Organic Reaction*, supported by Netherlands Foundation For Chemical Research (SON), Holland.
- Peng, L., Lin, L., Li, H., & Yang, Q. (2011). Conversion of carbohydrates biomass into levulinate esters using heterogeneous catalysts. *Applied Energy*, 88(12), 4590–4596.
- Pua, Fei Ling., Sarani Zakaria, Chin Hua Chia, Suet Pin Fan, Thomas Rosenau, 2013, Solvolytic Liquefaction of Oil Palm Empty Fruit Bunch (EFB) Fibres: Analysis of

Product Fractions Using FTIR and Pyrolysis-GCMS, *Sains Malaysiana* 42(6): 793–799

Sevilla, M., C. Sanchis, T. Valdes-Sollis, E. Morallon dan A.B. Fuertes. (2007). Synthesis of Graphitic Nanostructures from Sawdust and Their Application as Electrocatalyst Supports. *The Journal of Physical Chemistry C*. 111 (27): 9749-9756.

Skopp., J., Derivation of the freundlich adsorption isotherm from kinetics, *J. Chem. Educ.* 86 (2009) 1341–1343.

Triantafyllidis, Kostas S., Angelos A. Lappas, Michael Stocker, 2013, *Catalysis For The Sustainable Production Of Bio-Fuels And Bio-Chemicals*, Elsevier, ISBN: 978-0-444-56330-9

Wang, C., Hu, Y., Chen, Q., Lv, C., & Jia, S. (2013). Bio-oil upgrading by reactive distillation using p-toluene sulfonic acid catalyst loaded on biomass activated carbon. *Biomass and Bioenergy*, 56, 405–411. <http://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.04.026>

Widiastuti, H. dan Tri Panji. 2007. —Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Jamur Merang (*Volvariella Volvacea*) (TKSJ) sebagai Pupuk Organik pada Pembibitan Kelapa Sawitl. *Jurnal Menara Perkebunan* vol 75 (2), hal. 70-79

Zhang. W., and Smirnitios. P. G., 1999., Effect of Zeolite Structure and Acidity on the Product Selectivity and Reaction Mechanism for n-Octane Hydroisomerization and hydrocracking *J. Catal.*, 182, 400-416.

## LAMPIRAN 1. Gambar-gambar Penelitian

1. Merakit alat hidrocracking (gambar kiri)
2. Penampung Produk hidrocracking (kanan)



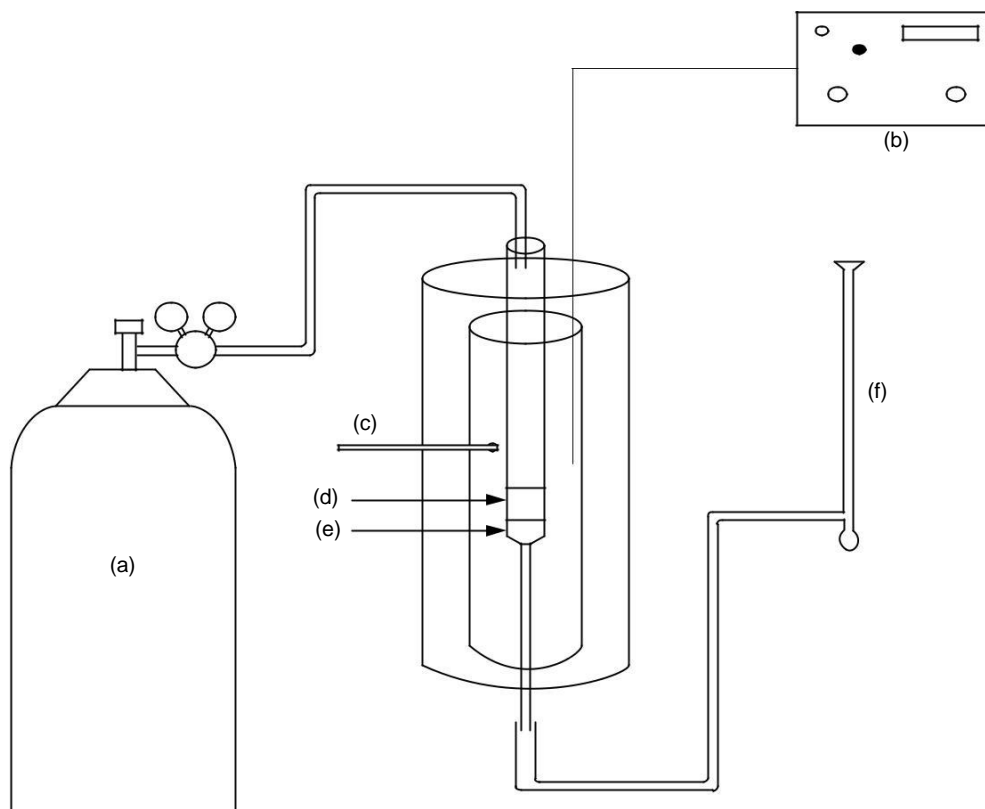
## LAMPIRAN 2. Susunan Organisasi dan Tugas Tim Peneliti

No	Nama	NIDN	Institusi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu per minggu	Uraian Tugas
1	Zainal Fanani, M.Si.	0021086701	FMIPA UNSRI	Katalis	15 jam	Hidrocracking dan analisis
2	Dr.Ir. Tri Kurnia Dewi, M.Sc	0026045305	F Teknik UNSRI	Teknik Kimia	10 Jam	Pembuatan katalis Cr/C dan Cr/Z
3	Akmal Johan, S.Si, M.Si.	0021127303	FMIPA UNSRI	Fisika	10 jam	Analisis GC MS dan Viskositas
4	Dr. Suheryanto, M.Si	0025066004	FMIPA UNSRI	Kimia	10 jam	Blanding Aditif dan analisis karakter kinerja BBM

## LAMPIRAN 3: Dukungan pada Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini didukung dengan tim yang kompeten dalam bidang katalis dan pengembangan energi bahan bakar serta didukung oleh Pengembangan energi UNSRI dan peralatan untuk mencapai tujuan penelitian yaitu antara lain:

### Desain Alat Aktifasi Karbon/zeolit



Keterangan :

- a. Gas O<sub>2</sub> untuk oksidasi
- b. Regulator voltase
- c. Thermocouple
- d. Zeolit
- e. Glass wool
- f. Flow meter

#### LAMPIRAN 4.: SARANA DAN PRASARANA

##### Laboratorium

Laboratorium yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah laboratorium penelitian Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya. Kapasitas laboratorium ini adalah 25 orang peneliti setiap hari. Laboratorium ini mampu mendukung hingga 98 % kegiatan penelitian ini.

##### Peralatan Utama

No	Nama Alat	Kegunaan	Lokasi
1	Furnace Tegak	Pemanas reaktor	Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
2	Reaktor	Untuk kalsinasi, Oksidasi, Reduksi dan Hydrocracking	Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
3	Bom Kalorimeter	Analisis untuk panas pembakaran produk	Fakultas Teknik UNSRI
4	GC -MS	Analisis Produk untuk menentukan fraksi produk hydrocracking	Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
5	Viskometer	Analisi kekentalan produk hydrocracking	Jurusan Farmasi FMIPA UNSRI
6	X-RD	Analisi Aktifitas katalis Cr/C dan Cr/Z	Jurusan Fisika FMIPA UNSRI
7	Analisis Angka Oktan	Kinerja aditif nabati	Pertamina Palembang

## LAMPIRAN 5: RIWAYAT HIDUP KETUA PENELITI

Nama : Zainal Fanani, M.Si.  
Jenis Kelamin : Pria  
NIP/Gol : 196708211995121001/IV-a  
Pangkat /Jabatan : Pembina/Lektor Kepala  
Kantor/Unit Kerja : FMIPA UNSRI/ Jurusan Kimia  
Lembaga : Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya  
Bidang keahlian : Kimia Fisika/Katalis  
Alokasi Waktu : 10 Jam/minggu  
Alamat Rumah : Komplek Taman Permata Indah Blok D III No. 5,  
Inderalaya, Ogan Ilir, Sumsel.30266  
Telp. Rumah : 0711 580 715  
HP / Flexi : 081373589159 / 0711 8741243  
Telp Kantor : 0711 580 269  
Fax : 0711 581 010  
Tugas dalam penelitian : Pirolisis TKKS

### Pendidikan

NO	Tempat Pendidikan	Kota	Tahun Lulus	Bidang studi
1	UGM	Yogyakarta	1994	Kimia
2	UGM	Yogyakarta	2001	Kimia Fisika

### Prestasi:

- **Peneliti Unggul Nugraha Bogasari, 2005**
- **Peneliti Terbaik bidang MIPA I (DIKTI), 2007**
- **Pendaftaran Paten 2012 dan 2013**

### Publikasi

1. Pembuatan Karbon Aktif dengan Aktifasi Kimia, JPS MIPA UNSRI, 2002
2. Kinetika Reaksi Asam Asetat dan Asam Format Pada Pemecahan Emulsi Lateks, Proceeding, Forum HEDS, Bengkulu, 2002
3. Kinetika Pelarutan  $Al_2O_3$  dari Abu Layang Batu Bara dengan Pelarut Asam Sulfat, Prociding Seminar Semirata Wilayah Barat, di Palembang, 2003

4. Kinetika Reaksi Pelarutan Besi Oksida Abu Layang Batubara dengan Pelarut Asam Sulfat, Proceeding, Forum HEDS, USU, 2003
5. Biodegradasi Polibland PP-Minyak Sawit-Pati dengan Bakteri Bacillus subtilus dan Clostrodium botulinum, Indonesian Journal of Chemistry (IJC), vol 3, No. 3, tahun 2003
6. Pengolahan Air dengan Polielektrolit Pati Ubi Jalar, Proceeding, ISBN 979-96276-2-1, ITS, 2003
7. Pembuatan Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Aktif dan Karakterisasinya, Proseding, Seminar Kimia Nasional, UNILA, Bandar Lampung, 2004.
8. Pengaruh Karakter Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Aktif terhadap Kenaikan Kalor Pembakaran pada Proses Hidrocracking Tir Batubara, Proseding, Seminar Kimia Nasional, UGM, Yogyakarta, 2005.
9. Pengaruh Karakter Katalis Ni-Cr/Zeolit Alam Aktif terhadap pembentukan Coke pada Proses Hidrocracking Tir Batubara, Proseding, Seminar Kimia Nasional, UNSRI, Palembang, 2006.
10. Penentuan Fraksi Bensin dan Kerosin pada Hidrocracking Tir Batubara dengan Katalis Ni/Cr/ZAA, Seminar Kenaikan Jabatan, FMIPA, Unsri, 2007.
11. Pengaruh Pelarut terhadap Kehandalan katalis Ni/ZAA, Proceeding, Seminar Nasional Avoer 2nd, Palembang, 2009
12. Regenerasi Katalis Ni/ZAA dan karakterisasinya, Lap Penelitian, 2010
13. Hidrocracking CPO menggunakan Katalis Cr/ZAA dan regenerasi katalisnya, Lap Penelitian, 2012
14. Pembuatan aditif nabati hasil hidrocracking CPO untuk menaikkan angka oktan premium, Lap Penelitian, 2013
15. Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit, Proseding Semirata, 2015
16. Preparation and Characterization of Catalyst Cr/Activated Carbon from Palm Empty Fruit Bunch, Indonesia Journal of Fundamental and Applied Chemistry, 2016
17. Synthesis of Catalyst Cobalt Impregnated on Activated Natural Zeolite, Co/ANZ, Indonesia Journal of Fundamental and Applied Chemistry, Vol 2 No 1, 2017

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan penelitian PUPT

Inderalaya, Oktober 2018



Zainal Fanani, Msi

## LAMPIRAN 6: DAFTAR RIWAYAT HIDUP ANGGOTA PENELITI 1

- a. Nama lengkap : Dr. Ir. Tri Kurnia Dewi, M.Sc
- b. Tempat, tanggal lahir : Yogyakarta, 3 Juli 1952
- c. Kedudukan/ jabatan : Lektor
- d. Instansi : Universitas Sriwijaya
- e. Alamat Kantor : Jl. Raya Palembang-Prabumulih, Inderalaya, Ogan Ilir  
Telepon / Faks / E-mail : (0711) 580 303 / (0711) 580 303 / -
- e. Alamat Rumah : Jln. Urea No. 2, Kompl. Pusri Kebon Sirih, Kenten,  
Palembang 30114.  
Telepon / Faks / E-mail : 0819 481184 9/ - / trikdewi@gmail.com

- f. Riwayat pendidikan :

Tahun Lulus	Program Pendidikan (diploma, sarjana, magister, spesialis, dan doktor)	Perguruan Tinggi	Jurusan/ Program Studi
1980	Sarjana (Strata 1)	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	Teknik Kimia
1988	Master of Science	The Victoria University of Manchester, United Kingdom	Corrosion Engineering
1991	Doctor of Philosophy	The Victoria University of Manchester, United Kingdom	Corrosion Engineering

- g. Riwayat pekerjaan:

Peran/Jabatan	Institusi (Univ,Fak,Jurusan,Lab,studio, Manajemen Sistem Informasi Akademik dll)	Tahun ... s.d. ...
Anggota Tim Monitoring dan Evaluasi Unsri	Universitas Sriwijaya	2009-2011
Anggota Unit Penjaminan Mutu Unsri	Universitas Sriwijaya	2012
Ketua Unit Penjaminan Mutu Fakultas Teknik Unsri	Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya	2007-sekarang



<b>Peran/Jabatan</b>	<b>Institusi (Univ,Fak,Jurusan,Lab,studio, Manajemen Sistem Informasi Akademik dll)</b>	<b>Tahun ... s.d. ...</b>
Ketua Tim Monitoring dan Evaluasi Unsri	Universitas Sriwijaya	2003-2009
Kepala Laboratorium Unit Proses	Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya	2000-2010 awal

h. Penguasaan bahasa asing : Bahasa Inggris

i. Publikasi dalam 5 tahun terakhir

<b>Tahun</b>	<b>Judul</b>	<b>Penerbit/Jurnal</b>
2010	Pengaruh Konsentrasi NaOH, Temperatur Pemasakan, dan Lama Pemasakan Pada Pembuatan Pulp dari Batang Rami dengan Proses Soda	Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya, ISSN 0853-0963, No.2, Vol.17, April 2010
2009	Pengaruh Temperatur, Lama Pemasakan, dan Konsentrasi Etanol pada Pembuatan Pulp Berbahan Baku Jerami Padi dengan Larutan Pemasak NaOH-Etanol	Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya, ISSN 0853-0963, No.3, Vol.16, Agustus 2009
2007	Pembuatan Vanillin Dari Batang Jagung	Jurnal Rekayasa Sriwijaya, No.3, Vol.14, Nopember 2007, ISSN 0852-5366
2007	Etanol dari Limbah Kulit Nenas	Jurnal Pengelolaan Lingkungan dan Sumberdaya Alam, Vol.6, No.2, Juni 2007, ISSN.1693-0391

k. Pelatihan Profesional (5 tahun terakhir).

Tahun	Jenis Pelatihan (Dalam/Luar Negeri)	Penyelenggara
2010	Magang Peningkatan Kemampuan Berbahasa Inggris Mahasiswa	Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

l. Pengalaman Penelitian

Tahun	Judul Penelitian	Ketua/anggota Tim	Sumber Dana
2012	Uji Regenerasi Dan Produksi Biofuel Dari JCO Menggunakan Katalis Cr/ZAA	anggota	DIKTI
2012	Pengaruh Komposisi Membran, Tekanan dan Siklus (waktu operasi) pada Pengolahan Limbah Air Asam Tambang Menggunakan Teknologi Membran Keramik	anggota	mandiri
2012	Pengaruh Penambahan Nutrient, Dosis Ragi dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol dari Sukun	Ketua	mandiri
2011	Pembuatan Bioetanol dari Buah Sukun	Ketua	mandiri
2010	Pengaruh Suhu dan Waktu Perendaman terhadap Kualitas Kertas Hasil Daur Ulang Kertas Bekas	Ketua	mandiri
2010	Pembuatan Pulp dari Enceng Gondok		
2009	Pemanfaatan Limbah Oksida besi ( $Fe_2O_3$ ) Untuk Membuat Magnet Permanen (Pengaruh Waktu Milling dan Temperatur Sintering)	Ketua	mandiri
2009	Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Ubi Kayu	Ketua	mandiri
2007	Pengaruh Waktu, Konsentrasi Ragi, dan Kepekatan Larutan Umpan terhadap Kadar Etanol pada Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Lilin Secara Fermentasi Anaerob	Ketua	mandiri
2007	Pemanfaatan Daun Nenas Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pulp dengan Menggunakan Larutan Pemasak Campuran Alkali-Etanol ( $NaOH-C_2H_5OH$ )	Ketua	mandiri
2016	Preparation and Characterization of Catalyst Cr/Activated Carbon from Palm Empty Fruit Bunch, Indonesia Journal of Fundamental and Applied Chemistry, 2016	Ketua	Jurnal IJFAC
2017	Synthesis of Catalyst Cobalt Impregnated on Activated Natural Zeolite, Co/ANZ, Indonesia Journal of Fundamental and Applied Chemistry, Vol 2 No 1, 2017	Ketua	Jurnal IJFAC

m. Makalah/Poster

Tahun	Judul	Penyelenggara
2008	Pembuatan Minyak Goreng dari Buah Kelapa Sawit Skala Rumah Tangga	Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

n. Penyunting/Editor/Reviewer/Resensi

Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal
2004-2008	Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya	Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya

o. Konferensi/Seminar/Lokakarya/Simposium

Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara	Panitia/peserta/pembicara
2008	Workshop Implementasi Sistem Penjaminan Mutu Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya	Kerjasama Forum HEDS dengan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya	Panitia
idem	idem	idem	Pemakalah
2009	Seminar Kenaikan Jabatan Dosen Jurusan Teknik Kimia	Unit Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya	Panitia pembahas makalah
2010	Lokakarya Peningkatan Softskills yang Menunjang Lifeskills	PHK-I Tema B Universitas Sriwijaya	Panitia
idem	idem	idem	Peserta
2010	Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri ke-16	Pusat Studi Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta	Moderator
2010	Lokakarya Peningkatan Kemampuan Berbahasa Inggris Mahasiswa	PHK-I Tema B Universitas Sriwijaya	Pembicara
2010	Lokakarya Pengembangan Kewirausahaan Mahasiswa	PHK-I Tema B Universitas Sriwijaya	Panitia
2010	Lokakarya Pengembangan SAP/Silabus/GBPP dan Bahan Ajar E-learning	PHK-I Tema B Universitas Sriwijaya	Peserta

Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara	Panitia/ peserta/ pembicara
2011	Pelatihan Budaya Mutu & Penerapan Satu Siklus SPMPT PHK-I Tema A Universitas Sriwijaya	PHK-I Tema A Universitas Sriwijaya	Peserta

p. Kegiatan Profesional/Pengabdian kepada masyarakat

Tahun	Jenis>Nama Kegiatan	Tempat
2007	Penyuluhan VCO Sebagai Obat Alami Berkhasiat Dapat Menyembuhkan Berbagai Penyakit dan Cara Memproduksinya	Kelurahan 26 Ilir, Kecamatan Ilir Barat I, Palembang
2008	Penyuluhan/Korosi Pada Alat Rumah Tangga	Desa Mandi Api, Kecamatan Talang Akar, Palembang
idem	Penyuluhan/Korosi Pada Alat Rumah Tangga	Desa Tulung Selapan
2011	Penyuluhan —Produksi VCO Sebagai Obat Alami Menggunakan Proses Fermentasi Untuk Skala Rumah Tangga	Desa Telangu, Kecamatan Banyuasin III, Kabupaten Banyuasin
2012	Bahan kuliah Teknik Korosi	Jurusan Teknik Kimia Unsri
2012	Pengawas Tk Satuan pendidikan pada Ujian Nasioanal SMA/MA & SMK (Lokasi: SMA Bina Jaya Kertapati)	SMA Bina Jaya Kertapati

q. Peran dalam kegiatan kemahasiswaan

Tahun	Jenis /Nama Kegiatan	Peran	Tempat
2008	Kuliah Kerja Lapangan	Pembimbing	PT Pusri Palembang
idem	idem	idem	PT Tunas Jaya Palembang
2009	Program Pengenalan Kampus (P2K) Bagi Mahasiswa Baru Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Tahun 2009/2010	Anggota Panitia	Universitas Sriwijaya
2010	Program Pengenalan Kampus (P2K) Bagi Mahasiswa Baru Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Tahun 2010/2011	Anggota Panitia	Universitas Sriwijaya
2012	Kuliah Kerja Lapangan	Pembimbing	Yogyakarta, Cilegon, Lampung

r. Penghargaan / Piagam

Tahun	Bentuk Penghargaan	Pemberi
-------	--------------------	---------

2010	Sertifikat Peserta Sosialisasi Program Anti Korupsi	Perwakilan BPKP Provinsi Sumatera Selatan
------	---	---

s. Organisasi Profesi/Ilmiah

<b>Tahun</b>	<b>Jenis&gt;Nama Organisasi</b>	<b>Jabatan/jenjang keanggotaan</b>
1980	Keluarga Alumni Teknik Gama (Katgama)	Anggota biasa
1980	Profesi/Persatuan Insinyur Indonesia	Idem
1983	Profesi/Korpri	Idem
2005	Profesi/Indocor (Asosiasi Korosi Indonesia)	Idem

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan penelitian Penelitian Kompetitif Unsri

Palembang, Oktober 2018



Tri Kurnia Dewi

## LAMPIRAN 7: DAFTAR RIWAYAT HIDUP ANGGOTA PENELITI 2

### 1. Data Pribadi :

Nama Lengkap dan Gelar : Akmal Johan, S.Si, M.Si.  
Akademik Tempat/ Tanggal Lahir : Bailangu, 21 Desember 1973  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Pangkat/ Golongan : Pembina / IV.a  
N I P / NIDN : 19731221 199903 1 003 / 0021127309  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Unit Kerja : Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.  
Pendidikan Terakhir : S2 Material Science FMIPA Universitas Indonesia, 2005

Alamat Kantor : Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya  
Kampus UNSRI Indralaya Ogan Ilir (30662).  
Telp./ Fax. Telp.(0711)580743 Fax.(0711)580056

Alamat Rumah : Jl. Lintas Timur Perumahan Taman Permata  
Indah Blok D6 No.09 RT.10 LK.V Kelurahan  
Indralaya Mulya Kabupaten Ogan Ilir (30662)  
Sumatera Selatan.  
Telp.(0711)581380 HP.08127392602  
e-mail : akmal.johan@yahoo.com

### 2. Riwayat Pendidikan :

No.	Pendidikan dan Lokasi	Gelar	Tahun	Bidang studi
1.	S2, FMIPA UI, Jakarta	M.Si	2003 - 2005	Material Science
2.	S1, FMIPA UNSRI, Palembang	S.Si	1993 - 1998	Fisika
3.	SMAN 1 Sekayu, MUBA Sum-Sel	-	1989 - 1992	Ilmu-Ilmu Fisika
4.	SMPN Lumpatan, MUBA Sum-Sel	-	1986 - 1989	-
5.	SDN 3 Bailangu, MUBA Sum-Sel	-	1980 - 1986	-

### 3. Pengalaman kerja dan pengalaman profesional serta kedudukan saat ini:

No.	Institusi dan Lokasi	Jabatan	Periode kerja
1.	UPT Penjamin Mutu FMIPA	Sekretaris	2014 s.d. 2015
2.	Tim Penyusun Borang Akreditasi Jurusan Fisika FMIPA UNSRI	Anggota	2013
3.	Sentra HKI, UNSRI, UPT REMBANG	Sekretaris	2011 s.d. 2014

4.	Outreach Program Beasiswa, UNSRI, I-MHERE Sub-Component B.1	PIC	2011 s.d. 2012
5.	Tim Penyusun Borang Akreditasi Jurusan Fisika FMIPA UNSRI	Koordinator	2008
6.	Laboratorium Fisika Dasar FMIPA	Kepala Lab.	2006 – Sekarang
7.	Tim Pengkajian dan Perumusan Kurikulum Jurusan Fisika FMIPA UNSRI Tahun 2006-2007	Anggota	2006
8.	Tim Penyusun Borang Akreditasi Jurusan Fisika FMIPA UNSRI	Anggota	2003
9.	FMIPA UNSRI, Indralaya	Staf Pengajar	1999 – Sekarang
10.	LDB UNSRI, Indralaya	Asisten Praktikum	1995 – 1998
11.	Lab. Fisika Teori, Indralaya	Asisten Praktikum	1995 – 1998
12.	Lab. Fisika Komputasi, Indralaya	Asisten Praktikum	1996 – 1998

#### 4. Pengalaman Mengajar/ Mengasuh Mata Kuliah :

No.	Mata Kuliah	Tempat/ Institusi	Tahun
1.	Fisika Matematika I & II	Fisika FMIPA	1999 – Sekarang
2.	Fisika Modern	Fisika & Kimia FMIPA	1999 – Sekarang
3.	Fisika Kristal	Fisika FMIPA	2005 – Sekarang
4.	Pengantar Fisika Material	Fisika FMIPA	2013 – Sekarang
5.	Magnetism Lingkungan	Fisika FMIPA	2006 – 2008
6.	Fisika Dasar I & II	Kimia FMIPA	1999 – Sekarang
7.	Fisika Dasar	F. Pertanian UNSRI	1999 – 2011
8.	Fisika (Physics)	FKM UNSRI	2012 – Sekarang
9.	Praktikum Fisika Dasar I & II	FMIPA	2006 – Sekarang
10.	Eksperimen Fisika I & II	Fisika FMIPA	1999 – 2003
11.	Optika Modern	Fisika FMIPA	2005/2006
12.	Teori Medan Elektromagnetik	Fisika FMIPA	2005/2006
13.	Pendahuluan Fisika Inti	Fisika FMIPA	2000/2001

#### 5. Pengalaman Penelitian :

No.	Judul	Tahun
1.	Optimasi dan Karakterisasi Nanopartikel, Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ) Untuk Meningkatkan Kualitas Sifat Fisis dan Sifat Optiknya Sebagai Fotokatalis Dalam Mendekomposisi Polutan Organik Air Rawa". (Anggota Peneliti – Hibah Unggulan Kompetitif)	2015
2.	Analisis Teori Pengaruh Ukuran Butir Terhadap Celah Pita Energi dan	2014

	Spektrum Fotoluminesensi Elektron Hole Di Dalam Nanopartikel Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ) Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga (Anggota – Hibah Fundamental DP2M DIKTI)	
3.	Magnetik Nanokristalin Barium Heksaferit (BaO.6Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) Hasil Proses Teknologi <i>High-Energy Milling</i> dan <i>Sol-gel</i> . (Ketua - Hibah PEKERTI DP2M DIKTI)	2007-2008
4.	Rancang Bangun Emiter Irigasi Tetes Dengan Regulator Keramik. (Anggota - Hibah Bersaing DP2M DIKTI)	2006-2007
5.	Penentuan Tingkat Energi Spektrum Atom Merkuri (Hg) dengan Spektrometer Optik. (Mandiri).	2006
6.	Pengaruh <i>High-Energy Milling</i> Terhadap Sifat Magnetik Bahan Barium Heksaferit (BaO.6Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ). (Thesis).	2005
7.	Prediksi Suhu Atmosfir Bumi Berdasarkan Model Transfer Radiasi Termal 1-Dimensi. (Ketua - HEDS Project).	2003
8.	Analisis Jangkauan Tempuh (Range) Dan Energi Absorpsi Radiasi Sinar Beta ( $\beta$ ) Dalam Bahan Aluminium (Al). (Ketua - DIK-S UNSRI).	2002
9.	Penerapan Metoda Numerik Berbantuan Komputer Untuk Menghitung Waktu Disipasi Muatan Pada Rangkaian Listrik. (Anggota - Rutin UNSRI).	2001
10.	Penentuan Indeks Bias Plat Kaca Paralel Dengan Memodifikasi Interferometer Michelson Model OS-8501. (Ketua - Rutin UNSRI).	2000
11.	Magnetisasi Bahan Ferromagnetik Sebagai Fungsi Temperatur dengan Metoda Step Wise. (Anggota - DIK-S UNSRI).	1999
12.	Analisis Status Energi Terkuantisasi Atom Merkuri (Hg) dengan Melakukan Percobaan Franck-Hertz dan Percobaan Spektroskopi Optik. (Skripsi).	1998

#### 6. Publikasi/ Karya Ilmiah :

1.	Iskandar, I., M. Irfan, F. Syamsuddin, <b>A. Johan</b> and P. Poerwono (2013), <i>Trend in precipitation over Sumatra under the warming Earth</i> , International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences Vol. 8: 19-24.  Web-link: <a href="http://jurnal.lapan.go.id/index.php/ijreses/article/view/1737">http://jurnal.lapan.go.id/index.php/ijreses/article/view/1737</a>
2.	<b>Johan, A.</b> , <i>Analisis Bahan Magnet Nanokristalin Barium Heksaferit (BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dengan Menggunakan High-Energy Milling</i> , Jurnal Penelitian Sains, Vol.14 No.1(B), Januari 2011, hal 14105-(19-24), ISSN : 1410-7058.
3.	Ridwan, Mujamilah, <b>A. Johan</b> , <i>The Semi-Quantitative Study of Magnetization Process on Milling and Reannealing of Barium Hexaferrite (BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</i> , Atom Indonesia, Vol.35 No.2, July 2009, hal 105-113, ISSN : 0126-1568, Akreditasi Nomor : 43/DIKTI/Kep/2008 dan 122/Akred-LIPI/P2MBI/06/2008.
4.	<b>Johan, A.</b> , <i>Karakterisasi Sifat Fisik Dan Mekanik Bahan Refraktori <math>\alpha</math>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Pengaruh Penambahan TiO<sub>2</sub></i> , Jurnal Penelitian Sains, Vol.12 No.2(B), Mei 2009, hal 12107-(1-8), ISSN : 1410-7058.
5.	<b>Johan, A.</b> , Ramlan, <i>Karakterisasi Kerapatan Elektron Fasa Rutile Hasil Transformasi TiO<sub>2</sub> Akibat Pengaruh Variasi Penambahan Fe Dan Waktu Pemanasan</i> , Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol.10 No.2, Februari 2009, hal 131-135, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor :



	89/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007.
6.	Ramlan, <b>A. Johan</b> , <i>Karakterisasi Sifat Listrik Bahan Keramik Na-β"-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Dengan Variasi Waktu Penahanan Suhu Pemanasan</i> , Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol.10 No.2, Februari 2009, hal 159-163, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 89/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007.
7.	Ramlan, <b>A. Johan</b> , <i>Identifikasi Keramik Na-β"-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Dengan Penambahan Variasi Komposisi (0%, 3% dan 6%) Berat MgO</i> , Jurnal Penelitian Sains, Vol.12 No.1(B), hal.1-6, Januari 2009, ISSN : 1410-7058.
8.	<b>Johan, A.</b> , Ramlan, <i>Karakterisasi Konduktivitas, Porositas Dan Densitas Bahan Keramik Na-β"-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Dari Komposisi Na<sub>2</sub>O 13% Dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 87% Dengan Variasi Waktu Penahanan</i> , Jurnal Penelitian Sains, Vol.11 No.3, September 2008, hal 544-551, ISSN : 1410-7058.
9.	Ramlan, <b>A. Johan</b> , <i>Pembuatan Dan Karakterisasi Keramik Na-β"-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Berbasis 86% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 14% Na<sub>2</sub>O Dengan Penambahan MgO</i> , Jurnal Penelitian Sains, Vol.11 No.3, September 2008, hal 552-559, ISSN : 1410-7058.
10.	Ramlan, <b>A. Johan</b> , Arsali, Bambang S., <i>Pengaruh Aditif MgO Dan Perlakuan Panas Terhadap Material Elektro Keramik Berbasis Beta Alumina (β"-Alumina)</i> , Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol.9 No.3, Juni 2008, hal 254-259, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 39/DIKTI/Kep/2004 dan 89/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007.
11.	<b>Johan, A.</b> , <i>Analisa Tingkat Energi Spektrum Atom Merkuri (Hg) Dengan Spektrometer Optik</i> , Jurnal Penelitian Sains, Vol.11 No.1 – Januari 2008, hal 390-401, ISSN : 1410-7058.
12.	<b>Johan, A.</b> , Ridwan, Mujamilah, Ramlan, <i>Magnetik Nanokristalin Barium Heksaferit (BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Hasil Proses Teknologi High-Energy Milling</i> , Jurnal Sains Materi Indonesia, Edisi Khusus Oktober 2007, hal 120-125, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 39/DIKTI/Kep/2004 dan 89/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007.
13.	<b>Johan, A.</b> , Ridwan, Azwar M., Wisnu A.A., <i>Pengaruh High-Energy Milling Terhadap Sifat Magnetik Bahan Barium Heksaferit (BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</i> , Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol.7 No.1, Oktober 2005, hal 25-29, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 39/DIKTI/Kep/2004.
14.	Ridwan, <b>A. Johan</b> , Mujamilah, Wisnu A.A., <i>Efek High-Energy Milling Terhadap Koersivitas Magnet Intrinsik BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i> , Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol.7 No.1, Oktober 2005, hal 37-41, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 39/DIKTI/Kep/2004.
15.	Ridwan, <b>A. Johan</b> , Mujamilah, Grace T. S., <i>Efek Perlakuan Panas Terhadap Partikel Halus BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Hasil Proses 'High-Energy Milling'</i> , Prosiding Seminar Nasional Bahan Magnet IV, Semarang 28 September 2005.
16.	<b>Johan, A.</b> , <i>Prediksi Suhu Atmosfir Bumi Berdasarkan Model Transfer Radiasi Termal 1-Dimensi</i> , Jurnal Penelitian Sains, No.13 – April 2003, hal 52-68, ISSN : 1410-7058.
17.	<b>Johan, A.</b> , <i>Analisis Jangkauan Tempuh (Range) Dan Energi Absorpsi Radiasi Sinar Beta (β) Dalam Bahan Aluminium (Al)</i> , Jurnal Ilmiah MIPA, Vol.:VI No.1 – April 2003, hal 24-32, ISSN : 0215-0913.

#### 7. Pengalaman Pengabdian Pada Masyarakat :

No.	Judul Kegiatan	Tahun
1.	Pelatihan Penyelesaian Soal Fisika Dengan Logika Kepada Siswa dan Guru SMA/MA Negeri dan Swasta Se-Ogan Ilir. (BOPTN UNSRI)	2015
2.	Pengurangan Resiko Bencana Berbasis Masyarakat Melalui Sosialisasi Mekanisme Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Bencana Banjir di Desa Tabjung Pering Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir. (BOPTN	2015

	UNSRI)	
3.	Pembuatan Virgin Coconat Oil (VCO) dari buah kelapa. (BOPTN UNSRI)	2015
4.	Penyuluhan dan Pembuatan Percontohan Unit Proses Penjernihan Air di Kota Daro Kecamatan Rantau Panjang Ogan Ilir (BOPTN UNSRI)	2014
5.	Pembuatan Oncom Dari Ampas Susu Kedelai Di Kelurahan Indralaya Mulya Ogan Ilir Sumatera Selatan (BOPTN UNSRI)	2014
6.	Sosialisasi Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis Masyarakat Untuk Pengurangan Resiko Bencana Di Kecamatan Pemulutan Selatan Kabupaten Ogan Ilir (BOPTN UNSRI)	2014
7.	Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah untuk Guru IPA Tingkat SLTA di Kecamatan Indralaya dan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir, (Mandiri)	2013
8.	Pengawas Tingkat Satuan Pendidikan Pada Penyelenggaraan Ujian Nasional SMA/MA & SMK Tahun Pelajaran 2012/2013 di SMA Negeri 1 Lahat Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan, 15 – 18 April 2013.	2013
9.	IbM Kelompok Usaha Susu Kedelai, DP2M DIKTI	2012
10.	Pengawas Tingkat Satuan Pendidikan Pada Penyelenggaraan Ujian Nasional SMA/MA & SMK Tahun Pelajaran 2011/2012 di SMA Negeri 1 Mulak Ulu Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan, 16 – 19 April 2012.	2012
11.	Pengawas Tingkat Satuan Pendidikan Pada Penyelenggaraan Ujian Nasional SMA/MA & SMK Tahun Pelajaran 2010/2011 di SMA Negeri 1 Mulak Ulu Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan, 18 – 21 April 2011.	2011
12.	Penyuluhan dan Pelatihan Pembuatan Kerupuk Dari Ampas Kedelai, Indralaya - Ogan Ilir, Sumatera Selatan, DIPA UNSRI.	2010
13.	Penyuluhan Pemanfaatan Teknologi Nano Kepada Kelompok Industri Songket dan Tenun Kawasan Industri Rumahan di 32 Ilir Kota Palembang, DIPA UNSRI.	2010
14.	Pemanfaatan Sampah Sebagai Pupuk Organik Cair Ramah Lingkungan, Indralaya - Ogan Ilir, Sumatera Selatan, DIPA UNSRI.	2010
15.	Pengawas Tingkat Satuan Pendidikan Pada Penyelenggaraan Ujian Nasional SMA/MA Tahun Pelajaran 2009/2010 di SMA Negeri 1 Tanjung Sakti PUMI Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan, 22 – 26 Maret 2010.	2010
16.	Penyuluhan dan Pelatihan Pembuatan Tempe Ampas Kedelai di Kelurahan Indralaya Mulya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, DIPA UNSRI.	2009
17.	Pengawas Tingkat Satuan Pendidikan Pada Penyelenggaraan Ujian Nasional SMA/MA & SMK Tahun Pelajaran 2008/2009 di SMA Muhammadiyah Lahat Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan, 20 – 24 April 2009.	2009
18.	Pembuatan Alat Peraga Fisika Berbasis Komputer Di SMA PGRI Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir, DIPA UNSRI.	2008
19.	Demonstrasi Gejala Fisika Dalam Mata Pelajaran IPA Di SD Negeri Tanjung Pering Kecamatan Indralaya Utara Ogan Ilir, DIPA UNSRI.	2008
20.	Penyuluhan Pemanfaatan Perangkat Komputer Pada Siswa dan Guru SMA 3 Tanjung Raja Sebagai Alat Bantu Pembelajaran Di Sekolah, DIPA UNSRI.	2008

21.	Pemanfaatan Sensor Phototransistor Untuk Pembuatan Lampu <i>Emergency</i> di beberapa Masjid Dusun III Simpang Timbangan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir, DIPA UNSRI.	2006
22.	Proses penjernihan dan pengolahan air secara sederhana, DIPA UNSRI.	2003

#### 8. Pengalaman Perolehan HKI

No.	Tahun	Judul/Tema HKI	Jenis	Nomor Pendaftaran/ Sertifikat
1.	2009	Metode Pembuatan Bahan Magnet Nanokristalin Barium Heksaferit Dengan Menggunakan <i>High-Energy Milling</i> .	Paten Biasa	P00200900773

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikoanya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Indralaya, 18 OKTOBER 2018

Yang menyatakan,

**Akmal Johan, S.Si.,M.Si.**

NIP. 19731221 199903 1 003

## LAMPIRAN 8. BIODATA ANGGOTA PENELITI 3



# CURICULUM VITAE

## I. IDENTITAS DIRI

1.1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Suheryanto, M.Si /L
1.2	Pangkat/Jabatan /Golongan	Penata Muda Tk. I/Lektor/III d
1.3	NIP/NIDN	196006251989031006/0025066004
1.4	No KTP	3310252506600001
1.5	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 25 Juni 1960
1.6	Alamat Rumah	Jl. Padang Selasa Lorong Hibah I RT 27/RW 09 No 08E Bukit Besar - Palembang
1.7	Nomor HP	081369103963
1.8	Alamat Kantor	Jl. Raya Prabumulih Km 32 Inderalaya Ogan Ilir Sumatera Selatan
1.9	Nomor Telepon/Faks	0711-580269/0711-580056
1.10	Alamat e-mail	<a href="mailto:suheryanto_mhg254@yahoo.com">suheryanto_mhg254@yahoo.com</a>
1.11	Bidang Keilmuan	Kimia Lingkungan
1.12	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = 60 org, S2 = 10 org, S3 = 1 org
1.13	Matakuliah yang diampu	1. Spektrometri (S1) 2. Teknik Pemisahan (S1) 3. Pangantar Ilmu Lingkungan (S1) 4. Kimia Lingkungan (S1) 5. Statistika Kimia (S1) 6. Kapita Selekta (S1) 7. Analisis Bahan Industri (S1) 8. Standardisasi (S1) 9. Manajemen Laboratorium (S1) 10. Toksikologi Lingkungan (S2) 11. Teknik Pengolahan Limbah (S2) 12. Ekologi Perairan Tawar dan Daratan (S2) 13. Nilai dan Etika Lingkungan (2) 14. Energi dan lingkungan (S2) 15. Metodologi Penelitian (S2) 16. Pengembangan Penelitian Kimia (S2) 17. Instrumen Pengelolaan Lingkungan (S2)

## II. RIWAYAT PENDIDIKAN

Program:	S-1	S-2	S-3
Nama PT	UGM	UGM	UGM
Bidang Ilmu	Kimia	Kimia Analitik	Ilmu Lingkungan
Tahun Masuk-lulus	1980-1987	1990-1994	2002-2010

Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Penentuan Potensial Elektroda perak dgn metode Potensiometri	Penggabungan GLC dan AAS untuk Spesiasi Organomercuri	Demetilasi metilmerkuri oleh bakteri di sedimen Sungai Sangon
Nama Pembimbing/Promotor	Ir.H. Basit Wahid	Dr. Eko Sugiharto, DEA	Prof.Dr.H.Endang Sutariningsih S, M.Sc

### III. PENGALAMAN PENELITIAN

No	Tahun	Judul	Pendanaan
1	2007	Penentuan metilmerkuri dalam kultur bakteri dengan metoda GLC	Conoco Philips
2	2008	Biodegradasi metilmerkuri oleh bakteri tanah yang diisolasi dari Sungai Sangon,	Conoco Philips
3	2009	Isolasi, purifikasi bakteri pendegradasi metilmerkuri di sedimen	HB Pekerti
4	2010	Isolasi & karakterisasi organomerkuriliase dan merkuri reduktase untuk detoksifikasi metil merkuri, Hibah Bersaing, Thn-1	HB Bersaing
5	2011	Isolasi & karakterisasi organomerkuriliase dan merkuri reduktase untuk detoksifikasi metil merkuri, Hibah Bersaing, Thn-2	HB Bersaing
6	2012	Isolasi & karakterisasi organomerkuriliase dan merkuri reduktase untuk detoksifikasi metil merkuri, Hibah Bersaing Thn-3	HB Bersaing
7	2012- 2013	Bioakumulasi Merkuri pada Berbagai Ekokompartemen Sungai Musi Palembang (FMIPA PGRI – FMIPA UNSRI)	HB Pekerti
8	2012	Detoksifikasi metilmerkuri pada limbah penambangan emas tradisional, Unggulan Perguruan Tinggi	Unggulan PT
9	2012	Ekstraksi limbah <i>Sludge CPO</i> dengan metode Sokletasi pada berbagai pelarut	Mandiri
10	2012- 2014	Pemberdayaan Komunitas Petani Kelapa Sawit Ogan Komering Ilir secara berkelanjutan melalui Keluarga Mandiri Energi (KME) berbasis Energi Baru Terbarukan (EBT)	MP3EI
11	2012- 2014	Penggunaan Katalis Berbasis Silika Alumina pada Pembuatan Biofuel (FMIPA UGM – FMIPA UNSRI)	HB Institusi
12	2015	Detoksifikasi Metil merkuri di Kolam Pengolahan Lindi TPA Sukawinatan Palembang	UPT
13	2015	Dinamika logam berat Cu, Cd dan Pb di Perairan Barat Pulau Batam	HB Pekerti
14	2016	Dinamika logam berat Cu, Cd dan Pb di Perairan Barat Pulau Batam	HB Pekerti

### IV. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL/PROSIDING

No	Tahun	Judul Artikel	Volume	Nama Jurnal/Prosiding
1	2006	Biodegradasi metilmerkuri	Vol 5, No. 3	Jurnal Pengelolaan

		oleh bakteri tanah yang diisolasi dari sungai Sangon	(2006), 1-9	Lingkungan ISSN : 1693 – 0391
2	2008	Bakteri resisten metilmerkuri dari sungai Sangon Kulonprogo,	Vol. 7, No. 2 (2008), 43-51	Berkala Ilmiah Biologi ISSN : 0853-7240
3	2010	Profil Protein Bakteri Pendetoksifikasi Metilmerkuri menggunakan Elektroforesis Gel NATIVE	Vol. 5, No.1 (2010), 39-42	Jurnal Kimia Indonesia
4	2011	Validasi Penentuan Merkuri pada sampel sedimen menggunakan Metode CV-AAS	ISBN 978-602-99557-0-5 (125-134)	Seminar Nasional Kimia Universitas Islam Indonesia
5	2012	Ekstraksi limbah <i>Sludge CPO</i> dengan metode Sokletasi pada berbagai pelarut	ISBN-978-602-9115-24-6 (337-341)	Seminar Nasional BKS MIPA Wilayah Barat, UNIMED Medan
6	2012	Pemberdayaan Komunitas (Community Empowerment) petani Kelapa sawit OKI secara berkelanjutan melalui Keluarga Mandiri Energi (KME) berbasis Energi baru dan terbarukan (EBT)	Vol. 1 No. 2 (2012), 133-137	Jurnal LPPM UNPAD ISSN NO.2302-8955
7	2013	Akumulasi metilmerkuri pada sedimen sungai Rupit		Seminar Nasional BKS MIPA Wilayah Barat, UNILA Lampung
8	2013	Pemanfaatan Limbah Slude CPO untuk Pembuatan Biodisel sebagai Alternatif Energi baru Terbarukan (EBT)		Seminar Nasional SATEK UNILA (Lampung, 19-20 Nov 2013)
9	2013	Distribusi Logam Kadmium pada air dan Sedimen Sungai Musi Kota Palembang	Vol. 16, No. 2 (2013), 59-64	Jurnal Penelitian Sains ISSN No: 1410-7058
10	2014	Acid Acativated Bentonite as heterogenous Catalyst for Esterification in the Synthesis of Biodiesel from Nyamplung Oil ( <i>Calophyllum Inophyllum</i> )	Vol. XXV, No. 18 (2014), 14-31	Majalah Ilmiah Sriwijaya ISSN 0126-4680
11	2014	Synthesis or Biogasoline from Used Palm Cooking Oil Through Catalytic Hydrocracking by Using Cr-Activated Natural Zeolite as Catalyst	Vol. 26, No. 16 (2014) 5033-5038	Asian Journal Chemistry
12	2014	Synthesis and Application of Alumina Pillared Bentonite Catalyst for Esterification of Acetic Acid and different Alcohols	Vol. 26, No. 24 (2014)	Asian Journal Chemistry

## V. PENGALAMAN PEROLEHAN PATEN/HKI

No.	Judul/Tema HKI	Tahun Pendaftaran	Jenis	Nomor P/ID
1	Tungku Pemanas Listrik dilingkupi Keramik pada HG-AAS	2012	Paten Sederhana	P00201200058
2	Konversi Bioetanol sampah buah menjadi Dietil Eter melalui proses dehidrasi terkatalisis asam sulfat pekat	2012	Paten Sederhana (Granted)	IDP000040432 (15-2-2016)
3	Reaktor Portable Hidrogenrengkah Minyak Nabati atau Hewani menjadi Biogasoline dengan sistem Aliran Uap Triglicerida	2013	Paten Sederhana	P00201300313
4	Reaktor Perengkah Minyak dan Lemak Menjadi Biofuel	2014	Paten Sederhana	P00201400705

## VI. PENGALAMAN ORGANISASI

No	Nama Organisasi Profesi	Jabatan
1	Himpunan Kimia Indonesia (HKI)	Ketua Cabang SUMSEL
2	Persatuan Ahli Pangan Indonesia (PAPTI)	Anggota
3	Masyarakat Standarisasi Nasional (MASTAN)	Anggota
4	Forum Pendidikan Standardisasi (FORSTAN)	Wakil Ketua

## VII. PENGALAMAN PELATIHAN

No	Nama Pelatihan	Penyelenggara	Tahun
1	Workshop Pengelolaan B3 dan limbah B3 di Laboratorium Kimia	FMIPA UGM	2005
2	Grant Writing Training For Chemical Scientists in Indonesia	FMIPA Univ.Brawijaya & Sandia Laboratory	2011
3	Pemahaman SNI/IEC ISO 17025:2008	BSN Jakarta	2012
4	Validasi Metode Pengujian Kimia	BSN Jakarta	2012
5	Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Kimia	BSN Jakarta	2012
6	Penyusunan Dokumentasi SNI/IEC ISO 17025:2008	BSN Jakarta	2013
7	Pelatihan Penulisan Drafting PATEN	Sentra HAKI	2013
8	Audit Internal Sistem Manajemen Mutu ISO 17025:2008	BSN Jakarta	2014
9	Penjaminan Mutu ISO 17025	PT. Spora Cipta Paramdeia	2014
10	Kaji Ulang Manajemen ISO 17025	PT. Spora Cipta Paramdeia	2014
11	Pelatihan Calon Auditor LPPOM MUI	Majelis Ulama Indonesia	2014
12	Pelatihan Etika Profesi Dosen	FMIPA UNSRI	2014
13	Pelatihan Effective Supervisory Management	LPPM Jakarta	2015
14	Pelatihan ISO 9001:2008	BSN-UNSRI	2015
15	Pelatihan Audit Internal Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2008	BSN-UNSRI	2015

16	Seminar & Workshop Chemical Security & Responsible Science	LIPI-CRDF Global	2015
17	Workshop Pemanfaatan Informasi Standardisasi bagi Dunia Pendidikan & Industri	BSN-UNSRI	2015
18	Quality Management System Transition and Implehanges Training Course Based on ISO 9001:2015	British Standard Institute	2015
19	Sosialisasi Penghitungan Angka Kredit bagi PLP (Yogyakarta)	Kemenristekdikti	2015
20	Diklat Fungsional PLP (Palembang)	Kemenristekdikti	2016
21	Sosialisasi PAK PLP (Surabaya)	Kemenristekdikti	2016
22	Training of Trainer Dosen Pengampu Standardisasi	BSN	2016
23	Indonesian Conference on Chemical Analysis and Instrumentation (ICCAI)	HKI-ICCAI	2016
24	Pelatihan penerapan aplikasi CEROL dalam sertifikasi halal secara online	LPPOM MUI	2016

## VIII. PENGALAMAN PENGABDIAN MASYARAKAT

1. Penyuluhan Pembuatan Minyak Kelapa dengan cara Pengasaman di Desa Tanjungdayang Kecamatan Tanjung Raja Kabupaten ogan Komering Ilir. 1999.
2. Penyuluhan manfaat tanaman obat keluarga (TOGA) bagi kesehatan di Desa Tanjungdayang Kecamatan Tanjung Raja Kabupaten Ogan Komering Dir. 2000.
3. Penyuluhan Pembuatan Kecap ikan dengan fermentasi menggunakan bonggol nanas di desa Talangbalai Lama Kecamatan Tanjung Raja Kabupaten Ogan Komering Ilir.1999
4. Pengolahan minyak kelapa tanpa pemanasan di Desa Talangbalai Baru Kecamatan Tanjungraja Kabupate Ogan Ilir. 2011
5. Pelatihan pengolahan minyak goreng bekas (jelantah) dengan menggunakan sekam padi untuk meningkatkan kesehatan masyarakat. 2011
6. Dosen Pembimbing Lapangan (DPL) KKN UNSRI Angkatan 80 di Kecamatan STL ULU Musi Rawas. 2012
7. Dosen Pembimbing Lapangan (DPL) KKN UNSRI Angkatan 81 di Kecamatan Modong Kabupaten Muara Enim. 2013
8. Budidaya Jamur Tiram di Desa Pulau Semambu Kecamatan Indralaya Utara. 2013
9. Dosen Pembimbing Lapangan (DPL) KKN UNSRI Angkatan 82 di Kecamatan Megang Sakti. 2014
10. Dosen Pembimbing Lapangan (DPL) KKN UNSRI Angkatan 83 di Kecamatan Epil. 2015
11. Dosen Pembimbing Lapangan (DPL) KKN UNSRI Angkatan 84 di Kecamatan Megang Sakti. 2013
12. Dosen Pembimbing Lapangan (DPL) KKN UNSRI Angkatan 85 di Kecamatan Tulung



Selapan 2014

13. Dosen Pembimbing Lapangan (DPL) KKN UNSRI Angkatan 86 di Kecamatan Tanjung Lago 2015
14. Dosen Pembimbing Lapangan (DPL) KKN UNSRI Angkatan 87 di Kecamatan Dempo Selatan 2016
15. Dosen Pembimbing Lapangan (DPL) KKN UNSRI Angkatan 88 di Kecamatan Sirah Pulau Padang. 2017

#### IX. RIWAYAT JABATAN

No	Nama Jabatan	Waktu
1.	Kepala Laboratorium Kimia Fisika Lab. Dasar Bersama UNSRI	1988-1990
2	Sekretaris Program Studi Kimia Program MIPA	1989-1990
3	Kepala Lab. Kimia Analisa Instrumen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI	1994-1998
4	Sekretaris Pusat Kajian Makanan Tradisional (PKMT) UNSRI	1998-2001
5	Sekretaris Laboratorium Program Pascaasarjana UNSRI	2011-2012
6	Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNSRI	2012-2016
7	Anggota Senat FMIPA UNSRI	2012-2016
8	Manajer Puncak Laboratorium Pengujian Terpadu Jrs. Kimia FMIPA	2014-2018
9	Ketua Tim TPAK PLP UNSRI	2016-2018
10	Wakil Dekan I FMIPA UNSRI	2015 –2019

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya, dan semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan .

Indralaya, 21 Oktober 2018  
Hormat saya



Dr. Suheryanto, M.Si  
NIP 196006251989031006

## LAMPIRAN 9. SURAT PERNYATAAN

### SURAT PERNYATAAN KETUA PENELITI/PELAKSANA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

- a Nama Lengkap : Zainal Fanani, M.Si.
- b Jenis Kelamin : Laki laki
- c NIP : 196708211995121001
- d Pangkat dan Golongan : Pembina dan IV/a
- e Jabatan Struktural : Kepala Laboratorium Penelitian
- f Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- g Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
- h Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
- i Alamat Kantor : Kampus Unsri Indralaya
- j Telepon/Fax : 0711-580269 / 0711-580056
- k Alamat Rumah : Taman Permata Indah Blok D III No 5, Indralaya Mulya, Ogan Ilir. KP 30662
- l Telepon/HP/Fax/E-mail : 08117493493 / zainalf313@yahoo.co.id

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya dengan judul:

#### **PEMBUATAN ADITIF NABATI UNTUK MENINGKATKAN KINERJA BBM DARI PIROLISIS BIOMASSA**

yang diusulkan dalam skema **PENELITIAN UNGGULAN KOMPETITIF UNIVERSITAS SRIWIJAYA Tahun 2018 bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga / sumber dana lain.**

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Mengetahui  
Ketua LPPM Universitas Sriwijaya

Indralaya, 21 Februari 2018  
Yang menyatakan



Prof. Drs. Tatang Suhery, M.A., Ph.D  
NIP. 195904121984031002

Zainal Fanani, S.Si, M.Si.  
NIP. 196708211995121001