

BUKTI PENERIMAAN HIBAH EKSTERNAL

Judul : *Eco-Friendly Miniplant* Pembuatan Biodiesel Proses Kontinyu
dengan Katalis Lokal Termodifikasi (tahun II)

Sumber dana : DRPM Kemenristekdikti tahun 2019

Total biaya : Rp 166.848.500,00

Lampiran:

1. Surat kontrak
2. Laporan Akhir
3. Luaran berupa paten (*granted*)
4. Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB)



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN

Jl. Gondosul No. 28 Semaki Yogyakarta, Telp. 0274-542886, 0274-583515 ext. 1502-1503 Fax. 0274-542886, Website : lppm.uad.ac.id, email : lppm@uad.ac.id

SURAT KONTRAK PELAKSANAAN PENELITIAN SUMBER DANA DRPM KEMENRISTEKDIKTI TAHUN TUNGGAL TAHUN ANGGARAN 2019 NOMOR: PTUPT-005/SKPP.TT/LPPM UAD/III/2019

Pada hari ini **Kamis** tanggal **Dua puluh delapan** bulan **Maret** tahun **Dua Ribu Sembilan Belas (28-03-2019)**, kami yang bertandatangan di bawah ini:

1. **Dr. WIDODO, M.Si.** : Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Ahmad Dahlan (LPPM UAD) dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Ahmad Dahlan, yang berkedudukan di Jalan Gondosuli no. 1 Yogyakarta, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
2. **Dr. Erna Astuti S.T., M.T.** : Dosen/Peneliti Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri (FTI) Universitas Ahmad Dahlan, dalam hal ini bertindak sebagai Ketua Pelaksana Penelitian Sumber dana DRPM Kemenristekdikti Tahun Anggaran 2019 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama sepakat mengikatkan diri dalam Surat Kontrak Pelaksanaan Penelitian (SKPP) Sumberdana DRPM Kemenristekdikti Tahun Anggaran 2019 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut.

Pasal 1

Ruang Lingkup dan Jangka Waktu Penelitian

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberi pekerjaan kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut dari **PIHAK PERTAMA** berupa pekerjaan penelitian pada skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT).
- (2) Judul sebagaimana disebut pada ayat (1) di atas adalah: **"ECO-FRIENDLY MINIPLANT PEMBUATAN BIODIESEL PROSES KONTINYU DENGAN KATALIS LOKAL TERMODIFIKASI."**
- (3) Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud Pasal 1 sampai selesai terhitung sejak **28 Maret 2019** dan berakhir pada **16 November 2019**.

Pasal 2

Dana Penelitian

- (1) Biaya penelitian ini terdiri atas biaya pokok dan biaya tambahan.
- (2) Biaya pokok penelitian ini sebesar **Rp 166.848.500,00** (Seratus enam puluh enam juta delapan ratus empat puluh delapan ribu lima ratus rupiah).
- (3) Biaya luaran tambahan sebesar **Rp 15.000.000,00** (Limabelas juta rupiah) dengan luaran tambahan: **Publikasi Ilmiah Jurnal Internasional**.

6



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN

Jl. Gondokusumo No. 2B Semaki Yogyakarta, Telp. 0274-542886, 0274-583515 ext. 1502, 1503 Fax. 0274-542886, Website : ipm.uad.ac.id, email : ipm@uad.ac.id

Pasal 3

Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan biaya pokok penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut.
 - a. Pembayaran **Tahap I** sebesar **70% x Rp 166.848.500,00 - Rp 116.793.950,00** (Seratus enam belas juta tujuh ratus sembilan puluh tiga ribu sembilan ratus lima puluh rupiah), dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** setelah Surat Kontrak ini ditandatangani oleh **PARA PIHAK** dan **PIHAK KEDUA** telah mengunggah revisi proposal dan Rencana Anggaran Belanja (jika ada) ke laman SIMLITABMAS.
 - b. Pembayaran **Tahap II** sebesar **30% x Rp 166.848.500,00 - Rp 50.054.550,00** (Lima puluh juta lima puluh empat ribu lima ratus lima puluh rupiah), dibayarkan setelah **PIHAK KEDUA** menyelesaikan seluruh kewajibannya.
 - c. Biaya tambahan sebesar **Rp 15.000.000,00** (Limabelas juta rupiah) dibayarkan jika **PIHAK KEDUA** telah mengunggah capaian luaran tambahan pada laman SIMLITABMAS dan dinyatakan valid oleh Tim Penilai Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kemenristekdikti.
- (2) Dana penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** ke rekening atas nama **PIHAK KEDUA**.

Nama Pemegang Rekening : Dr. Erna Astuti S.T., M.T.
Nama Bank : BPD DIY SYARIAH
Nomor Rekening : 801.211.014.428
- (3) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat mencapai target luaran tambahan sebagaimana disebut pada Pasal 3 ayat (1) butir c atau luaran tambahan dinyatakan tidak valid oleh Tim Penilai DRPM, maka dana penelitian luaran tambahan dikembalikan ke Kas Negara.
- (4) Dana penelitian sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 dan Pasal 2 dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) Nomor: DIPA-042.06.1.401516/2019, tanggal 05 Desember 2018.

Pasal 4

Hak dan Kewajiban Para Pihak

- (1) Hak dan Kewajiban **PIHAK PERTAMA**:
 - a. **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan dari **PIHAK KEDUA** dokumen berupa:
 - i. salinan Laporan Kemajuan, Catatan Harian Pelaksanaan Penelitian, dan Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB) yang dijilid dalam satu berkas laporan kemajuan penelitian;
 - ii. *softcopy* dan *hardcopy* Laporan Akhir Penelitian dan luaran penelitian yang dijilid dalam satu berkas laporan akhir penelitian; dan
 - iii. salinan laporan penggunaan dana penelitian yang disertai dengan bukti pengeluaran yang sah.
 - b. **PIHAK PERTAMA** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (2) dan ayat (3) dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
- (2) Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**:
 - a. **PIHAK KEDUA** berhak menerima dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (2) dan ayat (3);



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN

Jl. Gondokusuri No. 2B Sempaki Yogyakarta, Telp. 0274-542886, 0274-583515 ext. 1502, 1503 Fax. 0274-542886, Website - lppm.uad.ac.id, email - lppm@uad.ac.id

- b. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk **merevisi proposal** dan **Rencana Anggaran Belanja (RAB)** sesuai yang telah ditetapkan dan mengunggahnya ke laman SIMLITABMAS;
- c. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk **membuat laporan penelitian** sebagaimana disebutkan pada Pasal 6; dan
- d. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk **mencapai target output/luaran penelitian** wajib dan luaran tambahan (jika ada) sebagaimana yang telah dijanjikan.

Pasal 5

Pelaporan Penelitian

- (1) Jenis-jenis laporan penelitian sebagai berikut:
 - a. Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian.
 - b. Laporan Akhir Penelitian.
- (2) **Berkas lengkap Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian** meliputi:
 - a. Laporan Kemajuan Penelitian,
 - b. Catatan Harian Penelitian / *Logbook*, dan
 - c. Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB).

Salinan dokumen laporan kemajuan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dijilid dalam satu kesatuan diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** dan mengunggah pada laman SIMLITABMAS selambat-lambatnya pada tanggal **14 September 2019**.
- (3) **Berkas lengkap Laporan Akhir Penelitian** meliputi:
 - a. Laporan Akhir Penelitian,
 - b. Catatan Harian Pelaksanaan Penelitian (lengkap sejak awal penelitian), dan
 - c. Luaran-luaran penelitian sesuai yang dijanjikan.

Dokumen laporan akhir sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dijilid dalam satu kesatuan diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** serta diunggah di laman SIMLITABMAS selambat-lambatnya pada tanggal **16 November 2019**.
- (4) Pada tahun terakhir penelitian, **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah pada SIMLITABMAS dokumen-dokumen yang berupa:
 - a. Borang Capaian Hasil (input dan unggah),
 - b. Poster Hasil Penelitian,
 - c. Artikel Ilmiah (yang sudah terbit atau draftnya),
 - d. Profil Penelitian, dan
 - e. Luaran-luaran penelitian yang dijanjikan.
- (5) Laporan hasil penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (2) dan (3) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut.
 - a. Bentuk/ukuran kertas A4;
 - b. Format sesuai panduan dari DRPM Kemenristekdikti;
 - c. Di bawah bagian cover ditulis:

**PENELITIAN INI DIBIYAI OLEH:
DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
DIREKTORAT JENDERAL PENGUATAN RISET DAN PENGEMBANGAN
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
SESUAI DENGAN KONTRAK PENELITIAN
NOMOR: PTUPT-005/SKPP.TT/LPPM UAD/III/2019**



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN

Jl. Gondokusuri No. 2B Sempaki Yogyakarta, Telp. 0274-542886, 0274-583515 ext. 1502, 1503 Fax. 0274-542885, Website : lppm.uad.ac.id, email : lppm@uad.ac.id

- (6) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengirimkan *softcopy* Laporan Akhir Penelitian (tidak termasuk catatan harian dan laporan keuangan) dalam bentuk CD kepada:
- Perpustakaan Nasional RI, Jl. Salemba Raya 28A, Jakarta 10002;
 - Pusat Dokumentasi Ilmiah Indonesia (PDII), Jl. Gatot Subroto, Jakarta;
 - Bappenas c.q. BIRO APKO, Jl. Suropati No. 2 Jakarta; dan
- Bukti pengiriman dan/atau tanda terima Laporan Akhir Penelitian disimpan oleh kepada **PIHAK PERTAMA** dan salinannya diserahkan kepada **PIHAK KEDUA**.
- (7) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah berkas Laporan Akhir Penelitian pada Portal UAD pada menu penelitian eksternal berkas Laporan Akhir Penelitian yang terdiri dari:
- Abstrak (PDF).
 - Laporan Akhir Penelitian (PDF).
 - Luaran/*out put* penelitian yang berupa: naskah publikasi jurnal; dan atau prosiding seminar; dan atau buku ajar; dan atau bukti pendaftaran Paten/HKI (PDF).

Pasal 6 Monitoring dan Evaluasi

- PIHAK PERTAMA** akan melakukan Monitoring dan Evaluasi (monev) internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2019 ini sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal oleh DRPM Kemenristekdikti.
- Waktu pelaksanaan monev direncanakan pada bulan September 2019.

Pasal 7 Penilaian Luaran Tambahan

- Penilaian luaran tambahan dilakukan oleh Komite Penilai/*Reviewer* yang dibentuk oleh DRPM Kemenristekdikti sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- Apabila dalam penilaian luaran terdapat luaran tambahan yang tidak tercapai atau dinyatakan tidak valid, maka dana tambahan yang sudah diterima oleh peneliti harus disetorkan kembali ke kas negara.

Pasal 8 Perubahan Susunan Tim Pelaksana dan Substansi Pelaksanaan

Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan Penelitian ini dapat dibenarkan apa bila telah mendapat persetujuan tertulis dari Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM), Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

Pasal 9 Penggantian Ketua Pelaksana

- Apabila **PIHAK KEDUA** selaku Ketua Pelaksana tidak dapat melaksanakan penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**.
- Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** dan salinannya disimpan oleh **PIHAK KEDUA**.



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN

Jl. Gondokusri No. 26 Semaki Yogyakarta, Telp. 0274-542846, 0274-583515 ext. 1502, 1503 Fax. 0274-542886, Website : lppm.uad.ac.id, email : lppm@uad.ac.id

Pasal 10

Sanksi

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Penelitian ini telah berakhir, namun **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya, terlambat mengirim laporan Kemajuan, dan/atau terlambat mengirim laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat mencapai target luaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 ayat (2) nomor d, maka kekurangan capaian target luaran tersebut akan dicatat sebagai hutang **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** yang apabila tidak dapat dilunasi oleh **PIHAK KEDUA**, akan berdampak pada kesempatan **PIHAK KEDUA** untuk mendapatkan pendanaan penelitian atau hibah lainnya yang dikelola oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 11

Pajak dan Pelaporan Penggunaan Dana

- (1) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab atas penggunaan dana penelitian yang telah diterima sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
- (2) Hal-hal dan/atau segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggungjawab **PIHAK KEDUA** dan harus dibayarkan oleh **PIHAK KEDUA** ke kantor pelayanan pajak setempat sebagai berikut:
 - (a) pembelian barang dan jasa dikenai PPN sebesar 10% dan PPh 22 sebesar 1,5%;
 - (b) pajak-pajak lain sesuai ketentuan yang berlaku.
- (2) **PIHAK KEDUA** wajib menyusun dan laporan penggunaan dana yang dilampiri dengan bukti pengeluaran yang sah termasuk bukti setor pajak dan menyerahkan salinannya kepada **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 12

Pembatalan Perjanjian

- (1) Apabila di kemudian hari ditemukan adanya duplikasi dengan penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA** terhadap judul penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1, maka perjanjian penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 13

Peralatan dan/alat Hasil Penelitian

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Ahmad Dahlan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN

Jl. Condessari No. 2B Semaki Yogyakarta, Telp. 0274-542896, 0274-583515 ext. 1502, 1503 Fax. 0274-542885, Website | lppm.uad.ac.id, email | lppm@uad.ac.id

Pasal 14

Publikasi Ilmiah

PIHAK KEDUA berkewajiban mencantumkan nama pemberi dana penelitian yaitu DRPM Kemenristekdikti dalam publikasi ilmiah yang dihasilkan dari kegiatan ini.

Pasal 15

Penyelesaian Sengketa

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.

Pasal 16

Ketentuan Lain-lain

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA,

Dr. WIDODO, M.Si.
NIP: 196002211987091001

PIHAK KEDUA,



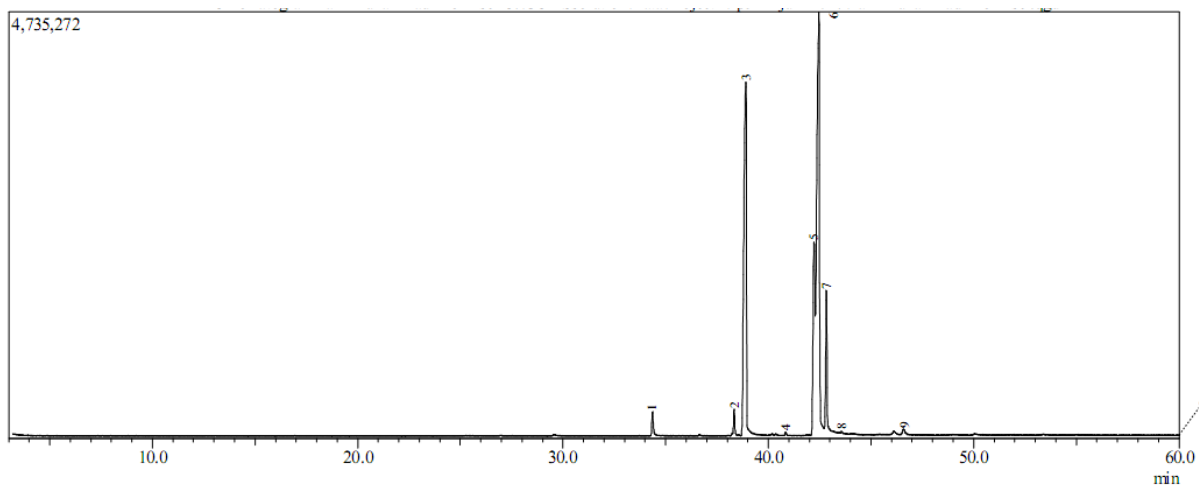
Dr. Erna Astuti S.T., M.T.
NIP/NIY: 60960141

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan seringkam mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. **HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Kondisi Operasi Pembuatan Biodiesel Proses Kontinyu

Minyak goreng bekas sangat potensial dimanfaatkan sebagai bahan baku diesel karena mengandung asam lemak yang cukup banyak. Untuk membuktikan adanya asam lemak di dalam biodiesel yang dibuat dari minyak goreng bekas dilakukan analisis gas chromatography mass spectrometry (GCMS). Berikut ini adalah hasil analisis GCMS dari biodiesel:



Gambar 5.1. Hasil pembacaan GCMS biodiesel dari minyak goreng bekas

Gambar 5.1 memperlihatkan bahwa biodiesel yang terbentuk terdiri dari beberapa macam senyawa, terbukti dengan adanya beberapa peak area dalam pembacaan. Senyawa-senyawa tersebut berada dalam kisaran retention time 34 menit sampai dengan 47 menit.

Jenis asam lemak yang terbentuk pada reaksi pembuatan biodiesel tergantung pada jenis minyak nabati yang digunakan sebagai bahan baku dan perlakuan yang dilakukan. Taufiqurrahmi dkk (2011) menyatakan biodiesel dari minyak goreng terdiri dari asam palmitat, asam stearate, asam oleat, asam linoleat, asam linolenat, asam palmitat, asam laurat dan jenis

asam lainnya. Pada penelitian ini dihasilkan biodiesel dengan kandungan asam heksadesenoat, asam pentadekanoat, asam oktadekanoat dan asam eisanoat.

Penelitian ini menggunakan minyak goreng bekas dan methanol untuk memproduksi biodiesel secara kontinyu. Variabel penelitian yang diteliti adalah perbandingan minyak dan methanol, suhu reaksi dan perbandingan katalis/minyak. Pengaruh suhu reaksi terhadap jumlah biodiesel yang dihasilkan dipelajari pada suhu 55 °C, 60 °C dan suhu °C. Hasil penelitian tertera pada tabel 4.10.

Tabel 5.1 Hasil biodiesel untuk tiap 100 ml minyak pada variasi suhu
(rasio minyak/methanol 1:10, KOH 0,1% berat)

Suhu, °C	Volume minyak
55	43,4
60	64,8
65	61,2

Tabel 5.1 menyatakan hasil biodiesel maksimum diperoleh pada suhu reaksi 60 °C. Pada suhu 65 °C hasil biodiesel menurun. Hal ini dimungkinkan terjadi karena suhu didih methanol adalah 64,7 °C sehingga pada suhu 65 C sebagian methanol menguap. Akibatnya hasil biodiesel menurun dibandingkan hasil biodiesel pada suhu 65 °C.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan biodiesel dengan katalis basa berupa kalium hidroksida. Katalis cair ini dipilih di tahap awal untuk mencoba pembuatan biodiesel sistem kontinyu. Katalis basa yang biasa digunakan adalah NaOCH₃, KOH, NaOH . Katalis basa yang biasa digunakan adalah NaOH atau KOH sebanyak 0,5% atau 1% berat (Swern, 1982). Katalis KOH lebih reaktif daripada NaOH, sehingga konversi yang diperoleh dengan katalis KOH lebih tinggi daripada NaOH. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan katalis KOH. Hasil biodiesel pada berbagai variasi perbandingan katalis tertera pada pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Hasil biodiesel untuk tiap 100 ml minyak pada variasi perbandingan katalis (rasio minyak/methanol 1:10, KOH 0,1% berat)

Amount of catalyst, %	Yield of biodiesel, %
1.0	68.90
1.5	63.54
2.0	86.44
2.5	61.07
3.0	61.94

Tabel 5.2 memperlihatkan bahwa hasil biodiesel terbanyak diperoleh pada jumlah katalis 2%. Pada berat katalis di atas 2% hasil biodiesel menurun. Hal ini dimungkinkan karena adanya reaksi samping berupa saponifikasi sehingga hasil biodiesel menurun.

5.1.2. Karakterisasi Katalis Lokal Termodifikasi

Karakteristik katalis dipelajari dengan melakukan analisis daya serap, morfologi permukaan katalis dan struktur Kristal. Analisis dilakukan dengan beberapa alat analisis: Scanning Electron Microscope (SEM), X-Ray Diffraction (XRD) dan Fourier Transform Infra Red (FTIR).

5.1.2.1. Uji Daya Serap Katalis

. Uji daya penyerapan zeolit dilakukan dengan menggunakan gelas ukur yang masing-masing diisi dengan H₂O sebanyak 4 ml. Sampel zeolit yang belum diaktivasi dan yang suda diaktivasi dimasukkan ke dalam gelas ukur yang sudah terisi oleh H₂O masing-masing sebesar 2,00 gram. Gambar 5.2. memperlihatkan eksperimen uji daya serap katalis.



Gambar 5.2. Uji kemampuan penyerapan zeolit

Hasil uji diperlihatkan pada tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 .Data hasil densitas Zeolit

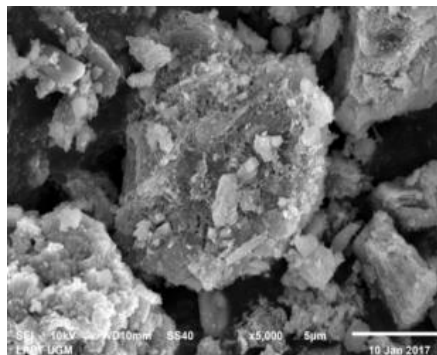
No	Zeolit diaktivasi H ₂ SO ₄	Gram	Volume (ml)			Densitas (g/ml)
			Awal	Akhir	Daya serap	
1	Belum diaktivasi	2,01	5	4,9	0,05	40,50
		2,00	5	5		
2	Diaktivasi 0,5 M	2,00	5	4,9	0,05	40,00
		2,00	5	5		
3	Diaktivasi 0,1 M	2,00	5	4,9	0,1	20,00
		2,00	5	4,9		

Dari gambar 5.2 dan tabel 5.3 terlihat bahwa zeolit yang sudah diaktivasi mampu menyerap H₂O. Setelah sampel dimasukkan terjadi kenaikan larutan dari 4 ml menjadi 5 ml. Kemudian setelah ditunggu selama 2 jam 20 menit terjadi penurunan larutan pada masing-masing sampel. Untuk sampel yang dicampur dengan zeolit yang belum teraktivasi, diaktivasi

0.5M H₂SO₄, dan diaktivasi 1M H₂SO₄ masing-masing larutannya menjadi 4.95 ml, 4.95 ml dan 4.90 ml. Sehingga dapat disimpulkan daya penyerapan zeolit yang paling baik dan densitas zeolit terendah adalah zeolit yang sudah diaktivasi dengan 1M H₂SO₄.

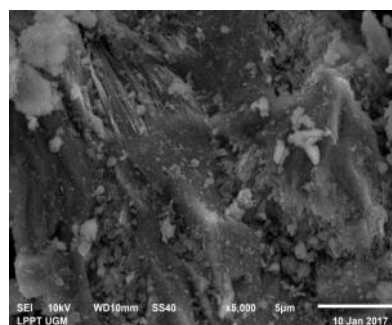
5. 1.2.2. Morfologi Permukaan Katalis

Morfologi permukaan katalis sebelum dan sesudah aktivasi dapat diketahui berdasarkan analisis dengan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM). Pada penelitian ini dilakukan analisis untuk zeolite alam tanpa aktivasi, zeolite alam yang diaktivasi dengan larutan asam sulfat konsentrasi 0,5 M dan zeolite alam diaktivasi dengan asam sulfat konsentrasi 1 M. Hasil analisis tersaji pada gambar 5.3, gambar 5.4 dan gambar 5.5.



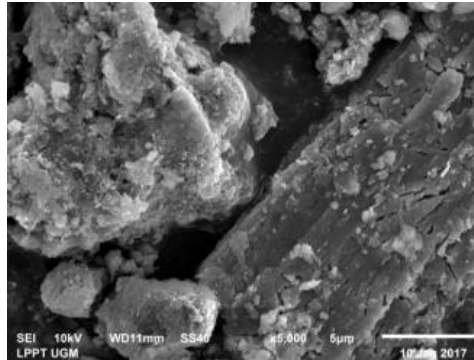
Gambar 5.3. Analisis SEM pada zeolit alam tanpa aktivasi

Pada Gambar 5.3 terlihat bentuk morfologi zeolit berupa kristal berpori yang masih rapuh. Struktur zeolite masih belum beraturan. Zeolit alam yang sudah diaktivasi punya penampakan yang berbeda seperti terlihat pada gambar 5.4.



Gambar 5.4. Zeolit alam diaktivasi 0.5 M H₂SO₄

Zeolit alam yang telah diaktivasi dengan larutan asam sulfat 0,5 M terlihat lebih keras dan memiliki struktur lebih rapi, hal ini bisa dicermati dari gambar 5.4. Sedangkan morfologi zeolite hasil aktivasi dengan larutan asam sulfat 1 M tertera pada gambar 5.5.

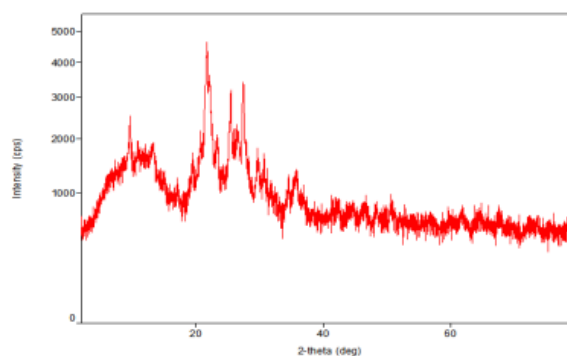


Gambar 5.5. Zeolit alam diaktivasi 1 M H₂SO₄

Gambar 5.5 memperlihatkan bahwa aktivasi dengan larutan asam sulfat lebih tinggi menghasilkan morfologi zeolite yang lebih kuat dan lebih teratur disbanding konsentrasi yang lebih rendah.

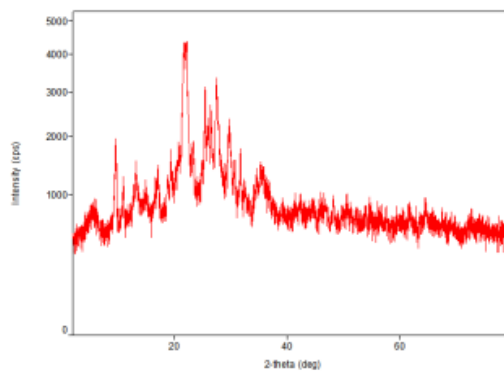
5.1.2.3. Uji Karakterisasi Struktur Kristal Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD)

Struktur kristal zeolite alam dibandingkan antara sebelum aktivasi dan sesudah aktivasi, dengan dua variasi larutan pengaktif, yaitu larutan asam sulfat 0,5 M dan larutan asam sulfat 1,0 M. Hasil uji XRD sebelum dan sesudah aktivasi bisa dilihat pada gambar 5.6, 5.7 dan 5.8



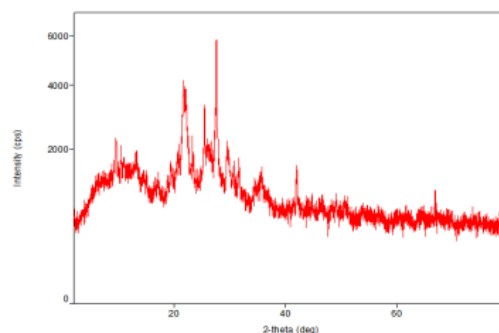
Gambar 5.6. Hasil XRD zeolit alam tanpa aktivasi

Dari pembacaan hasil FRD bisa dibaca apakah fase amorf atau fase Kristal yang dominan. Fase amorf terbentuk pada daerah tetha sekitar 0^0 - 20^0 , sedangkan fase Kristal terletak pada daerah 2 tetha disekitar 21^0 - 31^0 . Dari gambar 5.6 dapat dilihat pola difraktogram hasil analisis zeolit alam yang belum di akivasi dengan XRD menunjukkan bahwa fase amorf lebih dominan.



Gambar 5.7 Hasil XRD Zeolit alam diaktivasi 0.5 M H₂SO₄

Fase kristal meningkat setelah diaktivasi (lihat gambar 5.7). Panjang gelombang dari Kristal berkisar pada panjang 1500-4500.



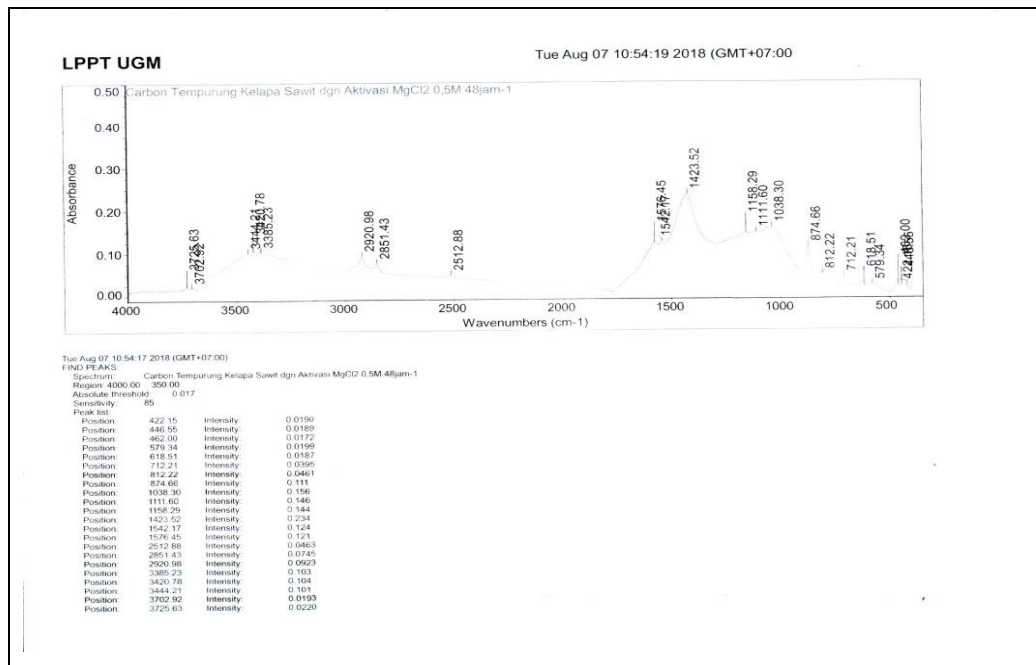
Gambar 5.8. Hasil XRD Zeolit alam diaktivasi larutan H₂SO₄ 1 M

Gambar 5.8 memperlihatkan pada zeolite alam yang diaktivasi oleh larutan H_2SO_4 1M, fase kristal lebih dominan daripada aktivasi dengan larutan H_2SO_4 0,5 M. Panjang gelombang berkisar antara 1800-6000. Ukuran Kristal bisa dihitung dengan formula Scerrer atau dengan metode Search-Match dengan bantuan software seperti Match! (versi2).

Penelitian ini membuat katalis local termodifikasi berupa katalis heterogen dari cangkang kelapa sawit. Proses pembuatan arang aktif dari cangkang kelapa sawit. Pengaktifan cangkang kelapa sawit ini menggunakan larutan $MgCl_2$ dengan variasi konsentrasi larutan 0,15M ; 0.2M ; 0.25M ; 0,5M sedangkan variasi waktu untuk perendamánya 24 jam ; 36 jam ; 42 jam dan 48 jam. Hasil lain berupa biodiesel dari minyak goreng bekas yang diproses secara kontinu dengan reaktor alir tangki berpengaduk. Hasil analisis

5.1 Hasil Analisis Arang Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit dengan uji FTIR

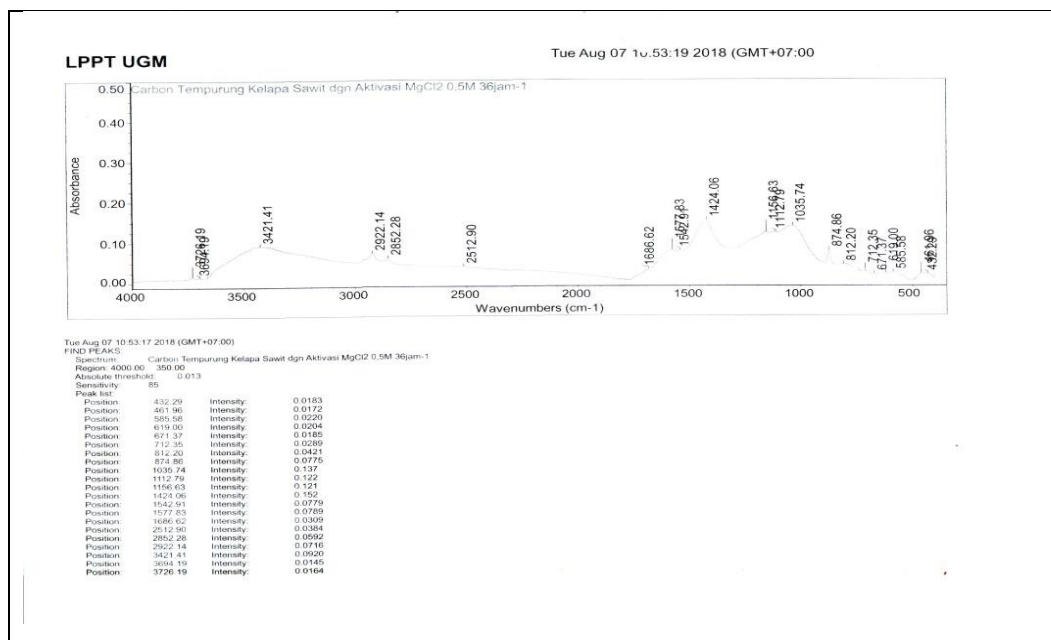
Analisis arang aktif yang pertama dilakukan yakni dengan uji *Fourier Transmission Infra Red* (FTIR). Analisa serapan FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam empat sampel. Spektrum transmisi IR sampel diperlihatkan pada Gambar 5.1 sampai 5.4.



Gambar 5.1 Karbon Tempurung Kelapa Sawit dengan Aktivasi $MgCl_2$ 0.5M 48jam

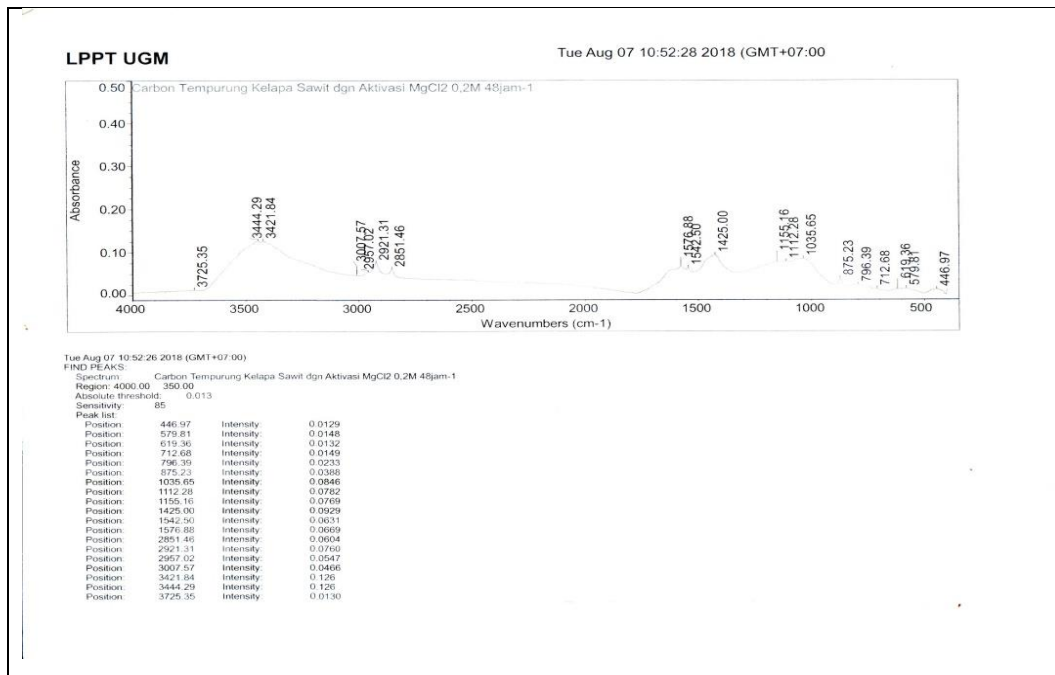
Analisis pada gambar 5.1 gugus fungsi yang teridentifikasi yakni gugus alkohol (-OH) pada range bilangan gelombang 3702-3725, gugus NH_2 pada bilangan gelombang 3444, gugus hidroksil (OH) pada range bilangan gelombang 3385-3420, gugus CH_3 pada range bilangan gelombang 2851-2920, gugus alkyl (-SH) pada bilangan gelombang 2512, gugus NO_2 pada range bilangan

1542-1576, gugus Karbon (CO) pada bilangan gelombang 1423, gugus SO₂ pada bilangan gelombang 1158, gugus C=S pada bilangan gelombang 1111, gugus siklo alkohol (CH-OH) pada bilangan gelombang 1038, gugus vinil eter (CH₃CH₂) pada range bilangan gelombang 812-874, gugus amida pada range bilangan gelombang 579-618, serta gugus klor (Cl) pada range bilangan gelombang 422-462.



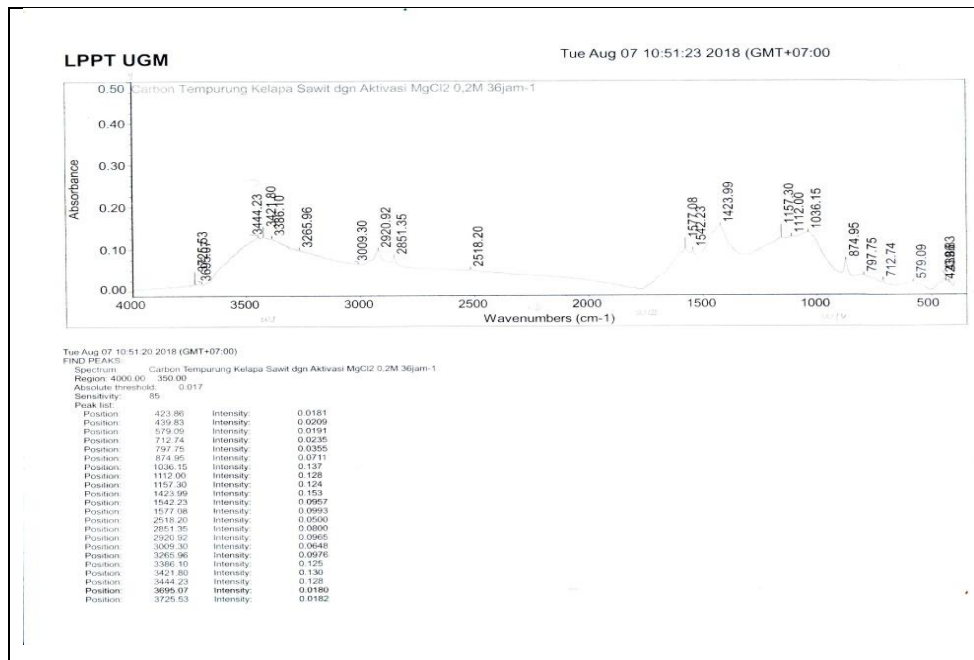
Gambar 5.2 Karbon Tempurung Kelapa Sawit dengan Aktivasi MgCl₂ 0.5M 36jam

Analisis pada gambar 5.2 gugus fungsi yang teridentifikasi yakni gugus alkohol (-OH) pada range bilangan gelombang 3694-3726, gugus NH₂ pada bilangan gelombang 3421, gugus CH₃ pada range bilangan gelombang 2852-2922, gugus alkyl (-SH) pada bilangan gelombang 2512, gugus NO₂ pada range bilangan 1542-1577, gugus Karbon (CO) pada bilangan gelombang 1424, gugus SO₂ pada bilangan gelombang 1156, gugus C=S pada bilangan gelombang 1112, gugus siklo alkohol (CH-OH) pada bilangan gelombang 1035, gugus vinil eter (CH₃CH₂) pada range bilangan gelombang 812-874, gugus amida pada range bilangan gelombang 585-619, serta gugus klor (Cl) pada range bilangan gelombang 432-461.



Gambar 5.3 Karbon Tempurung Kelapa Sawit dengan Aktivasi MgCl₂ 0.2M 48jam

Analisis pada gambar 4.3 gugus fungsi yang teridentifikasi yakni gugus alkohol (-OH) pada bilangan gelombang 3725, gugus hidroksil (OH) pada range bilangan 3421-3444, gugus CH₃ pada range bilangan gelombang 2851-3007, gugus alkyl (-SH) pada bilangan gelombang 2512, gugus NO₂ pada range bilangan 1542-1576, gugus Karbon (CO) pada bilangan gelombang 1425, gugus SO₂ pada bilangan gelombang 1155, gugus C=S pada bilangan gelombang 1112, gugus siklo alkohol (CH-OH) pada bilangan gelombang 1035, gugus vinil eter (CH₃CH₂) pada range bilangan gelombang 712-875, gugus amida pada range bilangan gelombang 579-619, serta gugus klor (Cl) pada bilangan gelombang 446.



Gambar 5.4 Karbon Tempurung Kelapa Sawit dengan Aktivasi MgCl₂ 0.2M 36jam

Analisis pada gambar 5.4 gugus fungsi yang teridentifikasi yakni gugus alkohol (-OH) pada range bilangan gelombang 3695-3725, gugus NH₂ pada bilangan gelombang 3444, gugus hidroksil (OH) pada range bilangan gelombang 3386-3421, gugus CH₃ pada range bilangan gelombang 2851-3009, gugus alkyl (-SH) pada bilangan gelombang 2518, gugus NO₂ pada range bilangan gelombang 1542-1577, gugus Karbon (CO) pada bilangan gelombang 1423, gugus SO₂ pada bilangan gelombang 1157, gugus C=S pada bilangan gelombang 1112, gugus siklo alkohol (CH-OH) pada bilangan gelombang 1036, gugus vinil eter (CH₃CH₂) pada range bilangan gelombang 712-874, gugus amida pada bilangan gelombang 579, serta gugus klor (Cl) pada range bilangan gelombang 423-439.

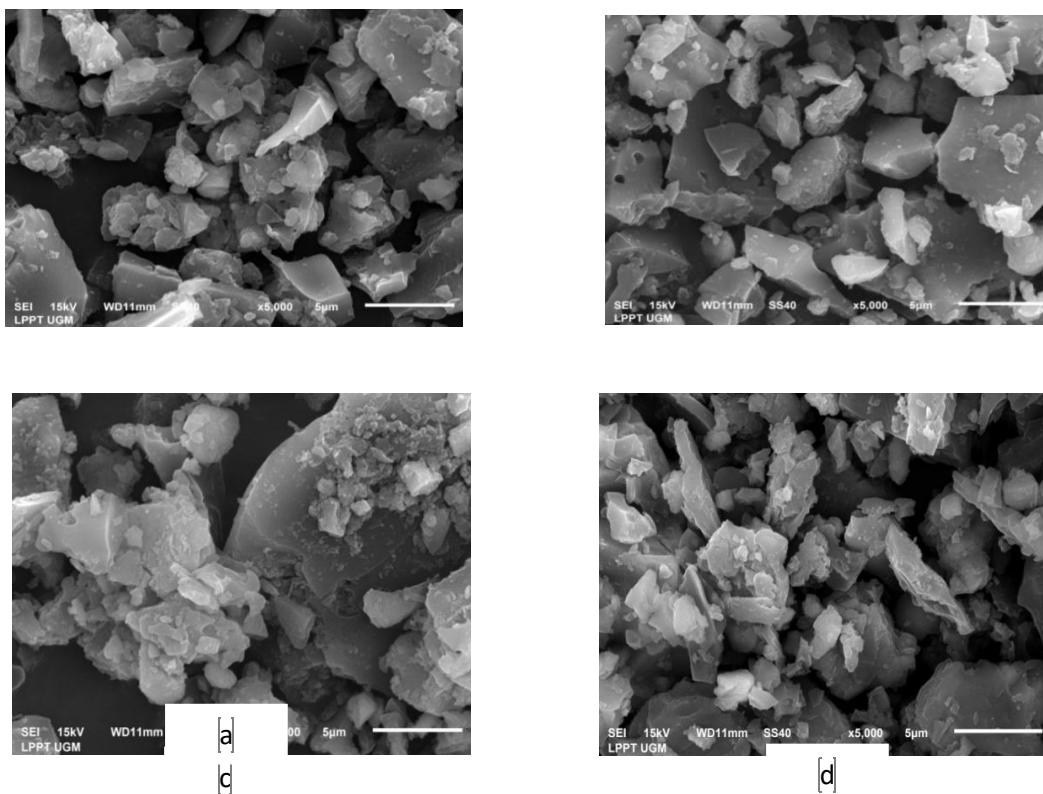
Berdasarkan gambar 5.1 sampai gambar 5.4 gugus-gugus fungsi terletak di bilangan gelombang yang hampir sama sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel yang telah diaktivasi dengan menggunakan larutan MgCl₂ dengan variasi konsentrasi 0.2M dan 0.5M serta lamanya perendaman yakni 36 jam dan 48 jam tidak terdapat perubahan yang spesifik. Hal ini ditunjukkan dengan letak gugus fungsi pada bilangan gelombang yang terdapat pada gambar 4.1 sampai gambar 4.4.

5.2. Uji karakteristik Katalis dari Cangkang Kelapa Sawit dengan uji SEM

Pada proses aktivasi terjadi tiga buah proses dalam upaya pengembangan yaitu untuk membuka pori pori yang sebelumnya tidak dapat dimasuki, membentuk pori pori baru dan melebarkan pori pori yang sudah ada. Pada penelitian ini dilakukan beberapa analisis untuk

mengetahui bentuk morfologi permukaan arang aktif, densitas dari katalis, dan struktur kristal dari katalis sebelum dan sesudah diaktivasi.

Untuk mengetahui bentuk morfologi permukaan katalis yang telah teraktivasi dan untuk membedakan antara sampel yang telah diaktivasi dengan menggunakan larutan $MgCl_2$ dengan variasi konsentrasi 0.2M dan 0.5M serta lamanya perendaman yakni 36jam dan 48jam maka dilakukan uji dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)* di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) UGM Yogyakarta.



Gambar 5.5. Analisis SEM pada a. arang aktif 0,2M 36 jam b. Arang aktif 0,2M 48 jam c. Arang aktif 0,5M 36 jam dan d. Arang aktif 0,5M 48 jam.

Morfologi pada gambar 5.5.a, 5.5.b, 5.5.c, dan 5.5.d dapat dilihat bahwa dimana partikel penyusunnya tidak tersusun secara teratur, walaupun ada juga sebagian kecil yang tersusun teratur. Susunan dari partikel teratur amorf tidak muncul di semua bagian seperti padatan kristalin. Sehingga gambar 4.5.a, 4.5.b, 4.5.c, dan 4.5.d merupakan padatan yang bersifat lebih dominan amorf. Marfologi pada gambar 4.5.a, 4.5.b, 4.5.c, dan 4.5.d, memperlihatkan juga ukuran partikel yang tidak merata. Hal ini disebabkan adanya pengaruh

dari penggerusan secara merata, sehingga perbedaan tekanan disaat penggerusan mengakibatkan perbedaan ukuran butir .

Banyak faktor yang memberikan pengaruh terhadap *coverage* permukaan pori karbon aktif. Adanya *open and closed porosity* mempengaruhi kapasitas dari karbon aktif dengan metode pengujian yang berbeda (Marsh, et Al.,2006). Adsorbat dengan ukuran yang lebih besar akan menghasilkan luas permukaan yang semakin kecil, begitu juga sebaliknya, namun hal ini seharusnya tidak memberikan perubahan yang ekstrim.

Pada gambar 5.5 baik sampel a, b, c, maupun d dapat dilihat bahwa terdapat pori dimana pori tersebut dapat menunjukkan tentang luas permukaan arang aktif. Pada gambar 5.5.a, dan 5.5.c, dapat dilihat bahwa pori terlihat lebih besar dibandingkan dengan gambar 5.5.b dan 5.5.d hal ini menunjukkan bahwa semakin besar pori maka semakin bagus kualitas arang tersebut dikarenakan luas permukaannya besar.

Tabel 5.1. Tipe karbon aktif berdasarkan ukuran pori

No	Nama	Ukuran
1	Mikropori	$< 2 \mu\text{m}$
2	Mesopori	$2-50 \mu\text{m}$
3	Makropori	$> 50 \mu\text{m}$

Sumber: Marsh, 2006

Menurut ukuran pada saat uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) diketahui pori katalis yang dibuat yakni berukuran $5 \mu\text{m}$. Jika dilihat pada tabel diatas ukuran pori katalis yang telah dibuat sudah masuk kedalam kriteria Tipe karbon aktif berdasarkan ukuran pori yakni mesopori pada ukuran $2-50 \mu\text{m}$, sehingga arang aktif ini layak digunakan untuk menjadi katalis dalam pembuatan biodisel dan sebagai penjerap dalam *water treatment* .

5.3. Perolehan Biodisel dengan Variasi Waktu Pencucian

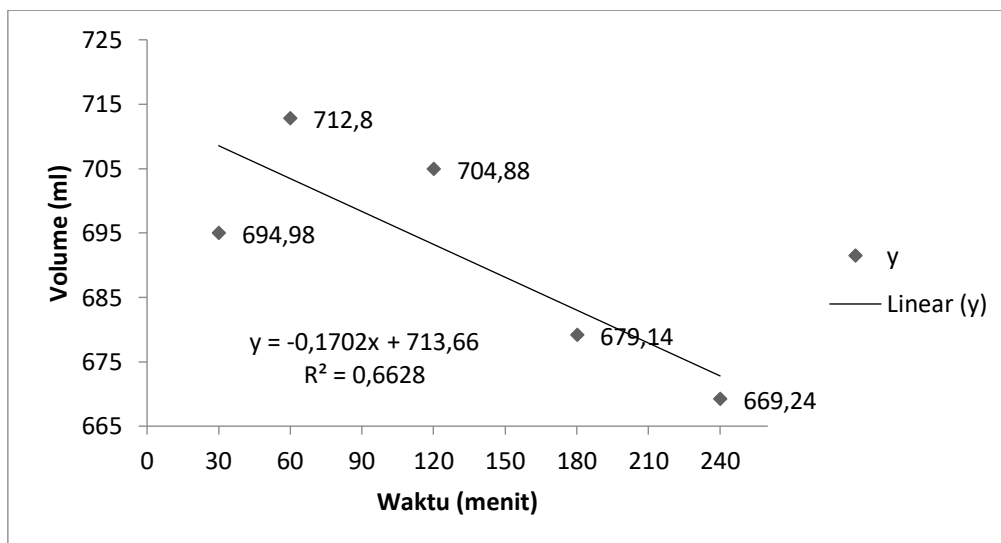
Proses sintesa dilakukan pada konsentrasi katalis 2,5 % dengan variasi waktu pencucian yang digunakan yaitu 30 menit, 60 menit, 120 menit, 180 menit dan 240 menit dengan metode pencucian pengadukan yaitu dengan motor pengaduk selama 2 menit dan kecepatan 900 rpm. Adapun hasil perolehan biodisel dapat dilihat dalam

Tabel 5.2. Perolehan Biodiesel dengan Variasi Waktu Pencucian

No	Waktu Pencucian (menit)	Biodiesel (ml)	Berat (gr)	Yield
1	30	694,98	615,7523	0,6012
2	60	712,8	632,2536	0,6173
3	120	704,88	626,6383	0,6118
4	180	679,14	602,3972	0,5881
5	240	669,24	590,9389	0,5770

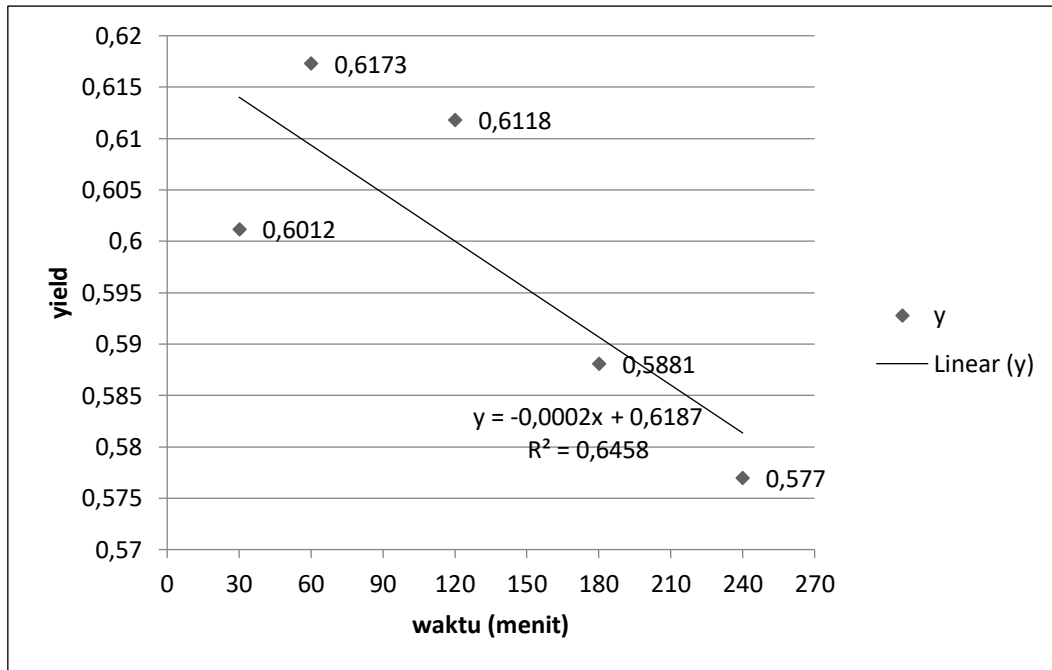
Dari Tabel 5.2 terlihat bahwa untuk hasil biodiesel tertinggi yang diperoleh yaitu pada waktu pencucian 60 menit dengan hasil biodiesel sebanyak 712 ml sedangkan untuk hasil biodiesel terendah yaitu pada waktu pencucian 240 menit dengan hasil biodiesel sebanyak 669,24 ml. Begitu pula dengan nilai yield, terlihat bahwa nilai yield tertinggi yang diperoleh yaitu pada waktu pencucian 60 menit dengan nilai yield sebesar 0,6173 sedangkan untuk nilai yield terendah yang diperoleh yaitu pada waktu pencucian 240 menit dengan nilai yield sebesar 0,5770.

Dari data dapat disimpulkan bahwa waktu pencucian yang maksimal untuk proses pembuatan biodiesel yaitu 60 menit dikarenakan pada waktu tersebut nilai biodiesel yang dihasilkan paling banyak dan juga nilai yield yang didapat lebih tinggi diantara variasi waktu pencucian yang lainnya. Grafik dibawah ini menunjukkan perolehan biodiesel yang dihasilkan pada setiap waktu pencucian dengan metode pencucian yang sama.



Gambar 5.6. Hubungan antara waktu pencucian (menit) dengan volume biodiesel yang dihasilkan (ml).

Berdasarkan gambar 5.6 terlihat bahwa volume biodiesel yang dihasilkan mengalami kenaikan dari 694.98 ml pada pencucian 30 menit naik menjadi 712,8 ml pada waktu pencucian 60 menit, namun pada waktu pencucian 120 menit, 180 menit dan 240 menit mengalami penurunan biodiesel yang dihasilkan secara terus menerus yaitu 704,88 ml, 679,14 ml dan 669,24 ml,



Gambar 5.7. Hubungan antara waktu pencucian (menit) dengan yield

Berdasarkan gambar 5.7 dapat dilihat hubungan antara waktu pencucian dengan yield yang dihasilkan, dimana berbanding lurus dengan data grafik 1 yaitu semakin tinggi volume yang dihasilkan maka yield yang diperoleh akan semakin tinggi pula, demikian juga sebaliknya apabila rendah volume yang dihasilkan maka yield juga akan mengalami penurunan, dari grafik 2 dapat dilihat yield tertinggi pada waktu pencucian 60 menit sebesar 0,6173 dan terendah pada waktu pencucian 240 menit sebesar 0,577 . Adapun pH yang dihasilkan pada setiap pencucian dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 5.3. Perolehan pH pada setiap pencucian.

No	Waktu (menit)	Ph	Pencucian 1	Pencucian 2	Pencucian 3	Pencucian 4
1	30	Atas	6	6	6	6
		bawah	10	9	8	7
2	60	Atas	7	6	6	6
		bawah	10	10	9	7
3	120	Atas	6	6	6	6
		bawah	10	9	8	6
4	180	Atas	6	6	6	6
		bawah	10	10	8	7
5	240	Atas	9	6	6	6
		bawah	12	11	9	6

Berdasarkan tabel 5.3 dapat disimpulkan bahwa fase atas yang merupakan biodiesel mempunyai pH yang konstan yaitu pada pH 6 sedangkan fase bawah yang merupakan campuran gliserol, air dan minyak yang tidak bereaksi mempunyai pH yang terus menurun seiring dengan pencucian yang dilakukan, hasil akhir fase bawah pada 4 kali pencucian yaitu pH 7 dan 6.

5.3. Analisis Standar Biodiesel

5.3.1 Analisis biodiesel pada variasi katalis

Analisis dilaksanakan di Labarotarium Teknologi Minyak Bumi Gas dan Batubara Universitas Gadjah Mada. Sampel yang di uji adalah hasil analisis yang diperoleh selama proses sintesa biodisel pada konsentrasi 1;1,5;2;2,5;3 % dengan suhu 60-65⁰C dan waktu reaksi 90 menit. Analisis yang diuji adalah *specific gravity* 60/60 ⁰F, *viscosity kinematic* at 40 ⁰C, *flash point* PM.cc, *cloud point*, dan *water content*. Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4. Hasil Analisis Biodiesel dengan Variasi Konsentrasi Katalis

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil Pemeriksaan				
			Biodiesel 1%	Biodiesel 1,5%	Biodiesel 2%	Biodiesel 2,5%	Biodiesel 3%
1	Specific Gravity at 60/60 °F	-	0,8909	0,8832	0,8835	0,8752	0,8740
2	Viscosity Kinematic at 40 °C	mm ² /s	10,37	7,298	5,990	4,712	4,564
3	Flash Point PM.cc	°C	192,5	148,5	165,0	165,5	172,5
4	Cloud Point	°C	21	19	22	18	19
5	Water Content	%vol	0,2	0,1	Trace	0,16	0,1

Data hasil analisis biodiesel menunjukkan bahwa hasil analisis *specific gravity* untuk keempat sampel yang diuji coba sudah memenuhi kriteria yaitu pada rentang 0,85 sampai dengan 0,89. Untuk nilai *specific gravity* terendah didapat pada sampel biodiesel dengan variasi 3% dengan nilai 0,8740 dan untuk nilai tertinggi didapat pada variasi 1% dengan nilai 0,8909. Dari data dapat terlihat bahwa semakin besar perbandingan maka nilai akan semakin rendah.

5.3.2. Analisis Biodiesel pada variasi waktu pencucian

Sampel yang di uji adalah hasil Analisis yang diperoleh selama proses sintesis biodiesel pada konsentrasi 2,5% dengan suhu 60-65°C, dan waktu reaksi 90 menit. Analisis yang di uji adalah *specific gravity* 60/60 °F dimana berdasarkan SNI 7182:2015 dengan persyaratan 850 – 890 kg/m³ dan *viscosity kinematic* at 40°C dengan standart 2,3 – 6,0 mm²/s. Hasil uji yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 5.5 dan 5.6.

Tabel 5.5. Hasil Analisis Biodiesel dengan Variasi Waktu Pencucian

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Variasi Pencucian				
			30 menit	60 menit	120 menit	180 menit	240 menit
1	ρ biodisel 30 °C	-	0,886	0,887	0,889	0,887	0,883
2	Viscosity Kinematic at 40°C	mm ² /s	3,67	3,45	3,39	3,35	3,43

Tabel 5.5 merupakan hasil uji yang dilakukan di laboratorium Satuan Operasi Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan. Berdasarkan data tersebut dilakukan perhitungan untuk menyesuaikan ρ biodisel 60 °F serta *spesifik gravity* dari hasil uji yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Minyak Bumi Gas dan Batubara Universitas Gadjah Mada sebagai standart. Adapun hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 5.6.

Tabel 5.6. Hasil Perhitungan Analisis Biodiesel dengan Variasi Waktu Pencucian

No	Waktu pencucian (menit)	Viscosity Kinematic at 40°C (mm ² /s)	ρ biodisel 60 °F	<i>Spesific gravity</i> 60 °F
1	30	3,67	0.8676	0,8550
2	60	3,45	0.8685	0,8541
3	120	3,39	0.8705	0,8521
4	180	3,35	0.8685	0,8541
5	240	3,43	0.8646	0,8579

Dari data tabel 5.6 dapat kita ketahui bahwa nilai *specific gravity* tertinggi terdapat pada saat pencucian 240 menit dengan nilai 0,8579 dan nilai *specific gravity* terendah terdapat pada saat pencucian 120 menit dengan nilai 0,8521. Sedangkan nilai *viscosity kinematic* yang paling tinggi terdapat pada saat pencucian 30 menit dengan nilai 3,67 mm²/s dan nilai *viscosity kinematic* terendah terdapat pada saat pencucian 180 menit dengan nilai 3,35 mm²/s. Berdasarkan standar biodiesel menurut SNI 7182-2015 semua variasi waktu pencucian memenuhi standar.

Pengujian sampel biodiesel pada waktu pencucian 60 menit juga dilakukan di Laboratorium Teknologi Minyak Bumi Gas dan Batubara Universitas Gadjah Mada. Analisis

yang diuji meliputi *specific gravity* 60/60 °F, *viscosity kinematic* at 40 °C, *flash point* PM.cc, *cloud point*, dan *water content*.

Tabel 5.7. Hasil Analisis Minyak Biodiesel dengan Waktu Pencucian 60 menit

No	Jenis Pemeriksaan	Metode Pemeriksaan	Standar SNI 7182:2015	Hasil Pemeriksaan Biodiesel
1	<i>Specific Gravity</i> at 60/60 °F	ASTM D 1298	850-890 kg/m ³	0,8723
2	<i>Viscosity Kinematic</i> at 40 °C	ASTM D 445	2,3 – 6 mm ² /s	4,228 mm ² /s
3	<i>Flash Point</i> PM.cc.	ASTM D 93	Min 100 °C	183 °C
4	<i>Water Content</i>	ASTM D 95	Maks 0,05 %	Trace
5	<i>Cloud Point</i>	ASTM D 97	Maks 18 °C	12 °C

Dari Tabel 5.7 dapat diketahui bahwa data yang diperoleh memenuhi standar biodiesel menurut SNI 7182:2015, dimana hasil yang diperoleh yaitu *specific gravity* sebesar 0,8723, *viscosity kinematic* sebesar 4,228 mm²/s, *flash point* PM.cc sebesar 183 °C, *cloud point* sebesar 12°C dan *water content* tidak terbaca oleh alat (*trace*).

5.4. Analisis Biosolar

Produk penelitian berupa biodiesel dicampur dengan solar dan diuji unjuk kerjanya dengan dimasukkan dalam tangki mobil Toyota Dyna keluaran tahun 2016. Prosentasi biosolar menunjukkan berapa banyak biodiesel dalam biosolar tersebut dalam persen volume. Uji yang dilakukan meliputi uji konsumsi, uji akselerasi dan uji opasitas.

5.4.1 Uji konsumsi

Pengujian bahan bakar (*driving cycle*) bertujuan mengetahui konsumsi bahan bakar pada kendaraan. Biodiesel dicampur ke dalam biosolar dengan variasi persentase biodiesel: 0%; 2,5%; 5% dan 7,5%.



Gambar 5.8 Mobil untuk uji konsumsi

Hasil uji tertera pada tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Hasil uji biosolar pada berbagai komposisi biodiesel

No	Sampel	Jarak (M)	Volume (Cc)		Rerata Volume (cc)	Volume : Jarak		Rerata V:S	Keterangan
			V-1	V-2		V:S-1	V:S-2		
1	Biosolar 0 %	1000	124	112	78,67	8,06	8,93	5,66	Mesin Jalan Normal
2	Biosolar 2,5 %	1000	128	118	82,00	7,81	8,47	5,43	Mesin Jalan Normal
3	Biosolar 5 %	1000	134	108	80,67	7,46	9,26	5,57	Mesin Jalan Normal
4	Biosolar 7,5 %	1000	128	122	83,33	7,81	8,20	5,34	Mesin Jalan Normal
5	Biosolar 10 %	1000	101	107	69,33	9,90	9,35	6,42	Mesin Jalan Normal

Hasil uji menyatakan bahwa mesin mobil berjalan normal pada penggunaan biodiesel dengan berbagai komposisi. Penggunaan bahan bakar paling irit adalah pada biosolar 10%, terlihat dari volume biosolar yang digunakan dan rerata volume paling sedikit. Perbandingan volume/jarak untuk biosolar 10% adalah terbesar, yaitu 9,9 dan 9,35, hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan biosolar 10% memberikan jarak tempuh terjauh dibandingkan komposisi biosolar lainnya. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa biosolar 10% mempunyai unjuk kerja paling baik dibandingkan biosolar dengan komposisi lainnya.

5.4.2. Uji Akselerasi

Akselerasi adalah percepatan atau perubahan kecepatan dalam satuan waktu tertentu. Semakin baik akselerasi yang dimiliki oleh kendaraan, maka kendaraan tersebut semakin meningkat kecepatannya.



Gambar 5.9. Mesin untuk uji akselerasi

Biosolar dengan berbagai variasi campuran biodiesel diuji akselerasinya, hasil uji disajikan pada tabel 5.9.

Tabel 5.9 Hasil uji akselerasi mesin pada berbagai komposisi biodiesel

No	Sampel	Akselerasi (10 Detik)	Keterangan
1	Biosolar 0 %	50 Km/Jam	Mesin Jalan Normal
2	Biosolar 2,5 %	50 Km/Jam	Mesin Jalan Normal
3	Biosolar 5 %	55 Km/Jam	Mesin Jalan Normal
4	Biosolar 7,5 %	55 Km/Jam	Mesin Jalan Normal
5	Biosolar 10 %	50 Km/Jam	Mesin Jalan Normal

Hasil uji menyatakan bahwa biosolar 0%, biosolar 7,5% dan biosolar 10% mempunyai akselerasi yang sama yaitu sebesar 50 km/jam. Biosolar 5% dan biosolar 7,5% mempunyai akselerasi 55 km/jam. Dengan demikian akselerasi terbaik dimiliki oleh biosolar 5% dan biosolar 7,5%.

5.4.3. Uji Opasitas

Opasitas adalah perbandingan tingkat penyerapan cahaya oleh asap yang dinyatakan dalam satuan persen. Pengujian dilakukan alat *smoke opacimeter* seperti terlihat pada gambar 5.9.



Gambar 5.9 Uji Opasitas

Hasil uji opasitas disampaikan pada tabel 5.10

5.10. Uji opasitas biosolar

No	Sampel	Opasitas (%)					Keterangan
		1	2	3	4	Rerata	
1	Biosolar	13,0	17,1	13,1	10,5	13,4	Mesin Jalan Normal
2	Biosolar 2,5 %	9,7	10,2			10,0	Mesin Jalan Normal
3	Biosolar 5 %	12,5	10,3			11,4	Mesin Jalan Normal
4	Biosolar 7,5 %	13,2	13,6			13,4	Mesin Jalan Normal
5	Biosolar 10 %	14,3	14,8	13,7	12,7	13,9	Mesin Jalan Normal

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama menyatakan untuk kategori bermotor M, N dan O dengan kategori GVW $\leq 3,5$ tahun dengan tahun pembuatan ≥ 2010 , % opasitas maksimum 40. Hasil uji opasitas biosolar untuk semua komposisi ada di bawah ambang batas dan mesin berjalan normal. Dengan demikian biosolar yang diperoleh memenuhi spesifikasi untuk digunakan sebagai bahan bakar.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan pada tahun pelaksanaan penelitian. Jenis luaran dapat

berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian luaran

Luaran Wajib : Hasil uji coba produk berupa biodiesel

Luaran Tambahan :

1. Paten berjudul “Metode Modifikasi Katalis Kayu Zeolit” yang sudah didaftarkan dengan nomor permohonan P22201807400
2. Paten sederhana berjudul “Metode Modifikasi Katalis Kayu Ulin” dengan nomor pendaftaran 522201909742
3. Artikel :
 - Optimum condition of biodiesel production from waste cooking oil using continuous stirred tank reactor, International Journal of Smart Grid and Clean Energy vol. 8 No 2, 2019 hal 201-205 (Jurnal internasional terindeks Scopus)
 - The Formation of Local Catalyst From Zeolite, Characterization and Performance in The Reaction 8th International Conference on Engineering and Innovative Materials 6-8 September 2019, Tokyo, Japan.
 - Active chacoal from Palm Shells as a Catalyst in the Production of Biodiesel from Waste Cooking Oil” disubmit ke International Journal of Renewable Energy Research

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (jika ada). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian mitra

Mitra berperan menyediakan bahan baku minyak goreng bekas untuk pembuatan biodiesel

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kendala yang dihadapi adanya proses kepindahan laboratorium Teknik Kimia, tempat berlangsungnya penelitian, dari Kampus 3 UAD ke Kampus 4 UAD.

G. RENCANA TINDAK LANJUT PENELITIAN: Tuliskan dan uraikan rencana tindak lanjut penelitian selanjutnya dengan melihat hasil penelitian yang telah diperoleh. Jika ada target yang belum diselesaikan pada akhir tahun pelaksanaan penelitian, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai tersebut.

Rencana tindak lanjut penelitian:

1. Melanjutkan penelitian dalam skala lebih besar
2. Menyelesaikan publikasi 1 artikel dalam jurnal internasional bereputasi

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan akhir yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Atadashi, I.M and Sulaiman, N.M.N., 2013, The Effect of catalysts in biodiesel production: A review, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, vol 19 issue, 14-26.
2. Leung, D.Y.C and Leung, M.K.H., 2010, A review on biodiesel production using catalyzed transesterification, *Applied Energy*, Vol 87 issue 4, 1083-1095.
3. Demirbas 2005 Demirbas, A., 2009, Progress and recent trends in biodiesel fuels, *Energy Conversion and Management*, volume 50 issue 1, 14-34.
4. Dube, M.A. and Liu, J. 2007 Biodiesel Production Using a Membrane Reactor, *Bioresource Technol*, 98(3):639-47.
5. Da Silva, N.D.L and Filho, R.M., 20011 Use of Experimental Design to Investigate Biodiesel Production by Multiple-stage Ultra-Shear Reactor, *Bioresource Technology*, 102(3); 2672-2677.
6. Chongkhong, S., Tongurai, C., Chetpattananondh and Bunyakan, C., 2007, Biodiesel Production by Esterification of Palm Fatty Acid Distillate, *Biomass and Bioenergy*, 31(8): 563-568.
7. Wijaya, K., 2011, Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas, <http://pse.ugm.ac.id/?p=338>, diakses pada Januari 2017.
8. Gnanaprakasam, A. , Sivakumar, V.M. , Surendhar, A.,Thirumarimurugan, M. and Kannadasan, T., 2013, Recent Strategy of Biodiesel Production from Waste Cooking Oil and Process Influencing Parameters: A Review, *Journal of Energy*, 213: 1-10.
9. Ruhyat, N., Firdaus, A., 2006, Analisis Pemilihan Bahan Baku Biodiesel di DKI Jakarta, Universitas Mercu Buana, Jakarta
10. Zhang, Y., Du, M.A.,McLean , D.D., and Kates, M., 2003, Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment, *Journal of Bioresource Technology*, 89, 1-16.
11. Zhang, Y., Du, M.A.,McLean , D.D., and Kates, M., 2003, Biodisel production from waste cookingoil: 2. Economic assessment and sensitivity analysis, *Journal of Bioresource Technology*, 90, 229–240.
12. Adhari, H., Yusnimar, dan Utami, S.P., 2016, Pemanfaatan Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel dengan Katalis ZnO Presipitan Zinc Karbonat : Pengaruh Waktu Reaksi Dan Jumlah Katalis, *Jom FTEKNIK Volume 3 No. 2 Oktober 2016*.
13. Taufiqurrahmi, N., Mohamed, A. R., Bhatia, S. 2011. Production Of Biofuel From Waste Cooking Palm Oil Using Nanocrystallin Zeolite as Catalyst : Process Optimization Studies. *Bioresour Technol*, 102(22): 10686-94.
14. Ma, F. and Hanna, M.A., 1999, *Biodiesel Production : A Review*, Elsevier Science B.V.
15. Wang, Y., Ou., S., Liu., P., and Zhang, Z., 2007, Preparation of Biodiesel from

Waste Cooking Oil via Two-Step Catalyzed Process, Energy Conversion & Management, Elsevier.

16. Özbay, N., Oktar, N., and Tapan, N., 2008, Esterification of free fatty acids in waste cooking oils (WCO): Role of ion-exchange resins, *Fuel* 87: 1789–1798.
17. Mengyu, G., Deng, P., Li, M., En, Y., dan Jianbing, H., 2009, The Kinetics of the Esterification of Free Fatty Acids in Waste Cook-ing Oil Using Fe₂(SO₄)₃/C Catalyst, *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 17(1): 83-87.
18. Saifuddin, N., Raziah. A.Z., and Farah, H.N., 2009, Production of Biodiesel from High Value Cooking Oil Using an Optomized Lipase Enzyme/Acid - Catalyzed Hybrid Process, *Journal of Chemistry*.
19. Azis, I., Nurbayti, S. dan Ulum, B. 2011. Pembuatan Produk Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi. *Valensi* 2 (3) : 443-448.
20. Kartina, S.dan Suhaila,N., 2011, Conversion of Waste Cooking Oil (WCO) and Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) to Biodiesel, 3rd International Symposium & Exhibition in Sustainable Energy & Environment, 1-3 June 2011, Melaka.
21. Otadi, M., Shahraki, A., Goharrokhi, M., Bandarchian, F. , 2013, Reduction of Free Fatty Acids of Waste Oil by Acid- Catalyzed Esterification, *Procedia Engineering* 18: 168 – 174.
22. Gan, S., Kiat, H. Chan, P.H., and Leong, F.L., 2012, Heterogeneous free fatty acids esterification in waste cooking oil using ion-exchange resins, *Fuel Processing Technology* 102: 67–72.
23. Patil, P.D., Gude, V.G., Reddy, H.K., Muppaneni, T., dan Deng, S., 2012, Biodiesel Production from Waste Cooking Oil Using Sulfuric Acid and Microwave Irradiation Processes, *Journal of Environmental Protection*, 2012, 3, 107-113.
24. Tahira, F. Hussain, S.T., Ali, S.D., Iqbal, Z. dan Ahmad, W., 2013, Homogeneous Catalysis of High Free Fatty Acid Waste Cooking Oil to Fatty Acid Methyl Esters (Biodiesel), *International Journal of Energy and Power* , 1(1): 31-36.
25. Chai, M., Tu, Q., Lu, M., and Yang, J., 2014, Esterification pretreatment of free fatty acid in biodiesel production,from laboratory to industry, *Fuel Processing Technology* 125 (2014) 106–113.
26. Ho , K., Chen , C. Hsiao , P., Wu , M.,Huang, C. dan Chang, J., 2014, Biodiesel production from waste cooking oil by two-step catalytic conversion, *Energy Procedia* 61: 1302 – 1305.
27. Liyan, L., Zhimin, L., Guowu, T., and Wei, T., 2014, Esterification of Free Fatty Acids in Waste Cooking Oil by Heterogeneous Catalysts, *Trans. Tianjin Univ.*, 20: 266-272
28. Chowdhury, A., Sarkar, D., dan Mitra, D., 2016, Esterification of Free Fatty Acids Derived from Waste Cooking Oil with Octanol: Process Optimization and Kinetic Modeling, *Chem. Eng. Technol.*, 39(4): 730–740.
29. Gerpen, J.V., 2005, Biodiesel Processing and Production, *Fuel Processing Technology*, Elsevier.
30. Freedman ,B., Pryde, E.H., and Mount, T.L., 1984, Variables Affecting the Yields of Fatty Ester from Transesterification Vegetables Oils, *JAOCS*, 61:1638 –1642.
31. Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1980, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 93 ed., , John Wiley and Sons, New York.
32. Patil, P., Deng, S., Rhodes, I., and Lammers, P.J., 2010, Conversion of waste cooking oil to biodisel using ferric sulfate and supercritical methanol processes. *Journal of Fuel* , 89, 360–364.
33. Gnanaprakasam, A. , Sivakumar, V.M. , Surendhar, A.,Thirumarimurugan, M. and Kannadasan, T., 2013, Recent Strategy of Biodiesel Production from Waste Cooking

- Oil and Process Influencing Parameters: A Review, *Journal of Energy*, 213: 1-10.
33. 34. Astuti, E., *Jurnal Nasional. Jurnal Rekayasa Proses*. Vol 2 No 1, Tahun 2008. Jurusan Teknik Kimia UGM Yogyakarta. ISSN : 1978-287X. Pengaruh Konsentrasi Katalisator dan Rasio Bahan Terhadap Kualitas Biodiesel dari Minyak Kelapa.
 34. 35. Astuti, E., *Jurnal Nasional. Jurnal Ilmiah Teknik Gelagar*. Volume 20 Nomor 1 April 2009. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. ISSN : 0853-2850. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa dan Etanol dengan Katalisator KOH.
 35. 36. Astuti, E., *Jurnal Nasional. Jurnal Spektrum Industri*. Volume V Nomor 8 April 2010. Program Studi Teknik Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. ISSN : 1693-6590. Optimasi Produksi Biodiesel dari Minyak Kelapa dan Etanol
 36. 37. Mufrodi, Z., Budiman, A., Rochmadi and Sutijan, 2010, Effects of Temperature and Catalyst upon Triacetin Production from Glycerol (by-Product Biodiesel Production) as Octane Booster, *Proceeding of International Conference on Advances in Renewable Energy Technologies*, Putrajaya.
 37. 38. Mufrodi, Z., Budiman, A., Rochmadi and Sutijan, 2012, Chemical Kinetics for Synthesis of Triacetin from Biodiesel Byproduct, *International Journal of Chemistry*, Vol. 4 No. 2, pp 101-107
 38. 39. Astuti, E., Supranto, Rochmadi, Prasetya, A., Ström, K. dan Andersson, B., 2014a, Determination Of The Temperature Effect On Glycerol Nitration Processes Using The Hysys Predictions And The Laboratory Experiment, *Indo. J. Chem.*, 14 (1): 57 – 62.
 39. 40. Astuti, E., Supranto, Rochmadi, dan Prasetya, A., 2014b, Kinetic Modeling of Nitration of Glycerol: three Controlling Reactions Model, *Engineering Journal*, Vol. 18/ No. 3/ 2014, pp 73-82.
 40. 41. Mufrodi, Z., dan Astuti, E., 2016, Pembuatan Bioaditif Dengan Menggunakan Sistem Pengadukan Dan Membran, *Seminar Nasional. Prosiding Seminar Nasional Industri kimia dan Sumber Daya Alam*. 27 Agustus 2016. Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin. ISSN : 978-602-70195-1-5.
 41. 42. Astuti, E., Supranto, Rochmadi, dan Prasetya, A., 2016, Optimum Operating Conditions Of Glycerol Nitration to Produce 1, 3-Dinitroglycerin, *ARNP Journal of Engineering*



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SERTIFIKAT PATEN SEDERHANA

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia atas nama Negara Republik Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten, memberikan hak atas Paten Sederhana kepada:

Nama dan Alamat Pemegang Paten : UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
(YAY. PERGURUAN TINGGI MUHAMMADIYAH)
Jl. Kapas No. 9 Kel/Desa Semaki Kec. Umbulharjo
Kota Yogyakarta D.I. Yogyakarta 55166

Untuk Invensi dengan Judul : METODE MODIFIKASI KAYU ULIN SEBAGAI KATALIS

Inventor : Dr. Erna Astuti, S.T., M.T.
Dr. Zahrul Mufrodi, S.T., M.T.
Gita Indah Budiarti, S.T., M.T

Tanggal Penerimaan : 29 Oktober 2019

Nomor Paten : IDS000004113

Tanggal Pemberian : 12 Agustus 2021

Perlindungan Paten Sederhana untuk invensi tersebut diberikan untuk selama 10 tahun terhitung sejak Tanggal Penerimaan (Pasal 23 Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten)

Sertifikat Paten Sederhana ini dilampiri dengan deskripsi, klaim, abstrak dan gambar (jika ada) dari invensi yang tidak terpisahkan dari sertifikat ini.



a.n. Menteri Hukum Dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.
Direktur Paten, Desain Tata Letak
Sirkuit Terpadu dan Rahasia Dagang


Dra. Dede Mia Yusanti, MLS.
NIP. 196407051992032001



SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr ERNA ASTUTI S.T, M.T

Alamat : Krapyak VII RT 01 RW 20 Margoagung, Seyegan, Sleman, DI Yogyakarta berdasarkan Surat Keputusan Nomor 7/E/KPT/2019 tanggal 19 Februari 2019 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 111/SP2H/LT/DRPM/2019 tanggal 11 Maret 2019, Nomor:

B/1435.10/L5/RA.00/2019 tanggal 15 April 2019, dan Nomor: Nomor PTUPT-

005/SKPP.TT/LPPM UAD/III/2019 tanggal 28 Maret 2019 mendapatkan Anggaran Penelitian ECO-FRIENDLY MINIPLANT PEMBUATAN BIODIESEL PROSES KONTINYU DENGAN KATALIS LOKAL TERMODIFIKASI sebesar 166,848,500 .

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	Jumlah
01	Bahan Penyediaan minyak goreng bekas, pembelian methanol, butanol, Al ₂ O ₃ , ZnCl ₂ , CaCl ₂ dan bahan lainnya	17,390,100
02	Pengumpulan Data Transportasi, konsumsi, fotokopi, honorarium pembantu lapangan, pengolahan data	67,869,580
03	Analisis Data (Termasuk Sewa Peralatan) Uji performance katalis (Fourier Transmission Infra Red, Scanning Electron Microscopy, X-Ray Diffraction), Uji biodiesel (rapat massa, viskositas, titik nyala, titik embun, kadar abu, nilai kalor), uji biosolar (konsumsi, akselerasi, opasitas)	32,076,800
04	Pelaporan, Luaran Wajib dan Luaran Tambahan Proofreader 2 artikel, publikasi artikel di jurnal internasional bereputasi, pembuatan draft paten, registrasi seminar internasional	49,600,976
	Jumlah	166.937.456

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan penelitian dimaksud.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.



Yogyakarta, 10 - 11 - 2019

Ketua,

(Dr ERNA ASTUTI, S.T, M.T)
NIP/NIK 60960141