
STUDI SINTESIS KATALIS Cr/SiO₂ DARI LIMBAH ARANG PABRIK KELAPA SAWIT SERTA UJI AKTIVITASNYA PADA PROSES PERENKAHAN KATALITIK *CRUDE PALM OIL* (CPO)

Nazarudin^{1,2}, Abu Bakar¹, Leny M³, Asrial¹, Dedi Gusriadi¹, Zunarta Y¹,
Edi P¹, Rizki K¹, Ulyarti⁴

¹Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Jambi

²Program Studi Teknik Kimia Universitas Jambi

³Program Studi Kimia Universitas Jambi

⁴Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jambi

Email: nazarudin@unja.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik katalis Cr/SiO₂ untuk penggunaannya pada proses perengkahan katalitik CPO serta mengetahui aktivitas katalis Cr/SiO₂ pada proses perengkahan katalitik CPO. Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen laboratorium, katalis hasil sintesis dianalisis dengan metode X-ray Difrakction dan SEM-EDS, katalis Cr/SiO₂ hasil sintesis digunakan pada proses perengkahan katalitik CPO dengan memvariasikan jumlah CPO, perbandingan katalis:CPO (1:20;1:25;1:30). Bensin diperoleh memisahkan bensin dari Cairan Hasil Perengkahan (CHP) dengan cara destilasi. Hasil persentase konversi CHP yang diperoleh dari perengkahan katalitik Katalis:CPO (1:20;1:25;1:30) yaitu 58.53%;74.08%;58.76%. Sedangkan persentase konversi bensin pada perengkahan katalitik dengan perbandingan katalis:CPO (1:20;1:25;1:30) yaitu 9,91%;11,23%;8,09%. Arang dari limbah pabrik kelapa sawit dapat dijadikan sumber silika dan bisa disintesis menjadi katalis Cr/SiO₂. 2. Katalis Cr/SiO₂ sebagian besar mengandung SiO₂ yang mempunyai sistem Kristal Hexagonal dan Cr/SiO₂ mempunyai sistem Kristal Orthohombic. Namun demikian hasil sintesis katalis Cr/SiO₂ pada penelitian ini kurang selektif untuk perengkahan katalitik CPO dibuktikan dengan peningkatan persentase konversi bensin yang tidak terlalu signifikan.

Kata Kunci: Katalis Cr/SiO₂, Perengkahan Katalitik, Konversi Bensin, CPO

PENDAHULUAN

Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) saat ini khususnya bensin dari tahun ketahun semakin meningkat. Dari data Badan Pusat Statistik Indonesia, ditahun 2006 konsumsi bensin di Indonesia disektor transportasi mencapai 15.941.837 kilo liter, data tersebut semakin meningkat dari 16.962.198 kilo liter pada tahun 2007 hingga 18.653.344 kilo liter tahun 2008 (Kartiasih, F, 2009). Sebaliknya dari sektor ketersediaan minyak bumi indonesia mengalami penurunan. Ditahun 2011, indonesia mampu memproduksi minyak bumi sebesar 329,2 juta barel. Dengan volume produksi sebesar itu menunjukkan penurunan dibanding tahun 2010 sebesar 344,9 juta barel (Mayawati, T, 2012). Oleh karenanya berbagai upaya perlu dilakukan untuk mendorong pemanfaatan penggunaan energi yang efisien diiringi dengan pencarian sumber-sumber energi fosil secara intensif dan mengembangkan energi alternatif yang bersifat *renewable resources* (Elinur, dkk, 2010, Nazarudin, 2012).

Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah melalui Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional yang berprinsip pada diversifikasi energi yaitu pemanfaatan energi alternatif, salah satunya adalah Bahan Bakar Nabati (BBN) yang merupakan energi

alternatif yang mudah diperoleh di Indonesia. Minyak nabati yang berpotensi digunakan sebagai bahan bakar alternatif adalah minyak mentah kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO) (Silitonga, J, dkk, 2012). Pemilihan minyak kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif sangat tepat dilakukan di Indonesia, karena Indonesia merupakan negara produsen minyak mentah sawit (CPO) terbesar di dunia, dengan produksi CPO tahun 2010 lebih dari 22,5 juta ton dan pada tahun 2020 ditargetkan akan mencapai 40 juta ton (Kemenperindag, 2011). Seiring dengan meningkatnya produksi CPO dalam negeri, limbah yang dihasilkan oleh Pabrik Kelapa Sawit (PKS) juga semakin meningkat. Menurut Gumbira, S, (1996) dalam (Dini, 2010) menyatakan bahwa pada umumnya limbah padat yang dihasilkan dari pabrik kelapa sawit adalah 24-35% dari tandan buah segar.

Pemanfaatan limbah sampai saat ini belum dilakukan secara optimal, terutama limbah padat. Dari 70% limbah padat yang dimanfaatkan sebagian besar akan menghasilkan limbah berupa arang dan abu yang menumpuk disekitar pabrik kelapa sawit, selanjutnya limbah abu dijadikan bahan pembuatan pupuk organik disekitar pabrik, sedangkan limbah arang belum dimanfaatkan secara optimal (Dini, 2010). Saat ini terus dikembangkan penelitian tentang perengkahan minyak nabati seperti CPO serta pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit sebagai katalis. Sucianti, I, (2008), telah melakukan penelitian mengenai perengkahan katalitik *Crude Palm Oil* (CPO) menjadi bensin dengan penambahan logam (K, Li, Na) pada katalis Cr-Carbon. Sumber karbon yang digunakan berasal dari limbah pabrik kelapa sawit. Persentase konversi bensin yang diperoleh dari proses perengkahan katalitik tersebut mencapai 25,5% bensin. Penelitian perengkahan katalitik CPO juga telah dilakukan oleh Erlanda (2008), persentase konversi bensin mencapai 24% dengan katalis Ni-Karbon

Katalis Cr-Karbon dan Ni-Zeolit merupakan katalis logam pengemban. Menurut Trisunaryati (1999) mengemban logam aktif katalis pada padatan pengemban yang tepat mempunyai beberapa keuntungan. Diantaranya adalah terdispersinya logam aktif dengan lebih baik dibanding tanpa adanya pengemban. Hal ini akan meningkatkan jumlah luas permukaan yang merupakan sisi aktif logam katalis, serta meningkatkan situs asam pada katalis logam pengemban.

Silika merupakan salah satu senyawa yang dipakai sebagai pengemban katalis. Selain itu silika memiliki keasaman yang cukup baik yaitu asam Lewis (Gerhard, 1999). Silika dapat di sintesis dari abu cangkang kelapa sawit karena memiliki kadar silika yang cukup tinggi yaitu 67,03%. Abu ini dihasilkan dari aktivitas boiler industri kelapa sawit (Firdaus, 2012).

Dengan demikian, silika dapat digunakan sebagai pengganti zeolit sebagai pengemban. Dengan memodifikasi katalis pada penelitian sebelumnya, maka dapat dipertimbangkan pembuatan Cr/SiO₂ sebagai katalis dalam perengkahan katalitik CPO untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

METODE PENELITIAN

Pembuatan abu dari limbah arang

Limbah arang yang telah diambil dari PKS dicuci dengan aquadest hingga bersih kemudian dioven suhu 100⁰C selama 4 jam, lalu dipanaskan pada reaktor dengan suhu 750⁰C selama 6 jam. Diperoleh abu sawit yang mengandung silika.

Sintesis Natrium Silikat

Abu sawit yang telah dibuat dari limbah arang PKS dicuci dengan aquadest, di oven dengan suhu 130⁰C kemudian digiling dengan ukuran 2,5 mm. Abu sawit dengan perlakuan asam pada larutan HCl 3M, dengan perbandingan abu sawit dan larutan HCl yaitu 1:10 direndam selama 24 jam pada suhu ruangan. Sampel disaring dengan corong Buchner didapat residu, kemudian dicuci dengan aquadest dan dioven dengan suhu 130⁰C, kemudian

ditambahkan larutan NaOH 2,5M dengan perbandingan 1:10, dioven dengan suhu 80⁰C selama 24 jam. Didapat produk Natrium Silikat (Nazarudin, dkk. 2006).

Pembuatan Katalis Cr/SiO₂

Natrium silikat yang dihasilkan dicampurkan dengan aquadest dengan perbandingan 1:5, kemudian ditambah asam sulfat hingga pH mencapai netral (pH=7), silika dipisahkan dari natrium sulfat yang terbentuk dengan cara disaring vakum dengan suhu 50⁰C pada penangas air (Moreno, N. 2004). Silika yang telah terpisah direndam dalam larutan Cr(NO₃)₃.9H₂O sambil diaduk menggunakan magnetic stirer. Kemudian disaring dan selanjutnya dikeringkan dengan pemanasan pada suhu 120⁰C selama 16 jam. Selanjutnya dikalsinasi pada suhu 550⁰C selama 16 jam (Brando, P. 2002) lalu didiamkan sampai katalis dingin. Larutan Cr(NO₃)₃.9H₂O yang digunakan pada konsentrasi Cr 3%. Waktu perendaman dilakukan selama 24 jam.

Karakterisasi Katalis

Karakterisasi katalis Cr/SiO₂ penentuan kandungan logam (Cr, Si, Al, Na, K, Ca) dan bentuk morfologi dengan metode SEM dan EDS serta sistem kristal katalis Cr/SiO₂ dengan X-ray diffraction (XRD)

Proses Perengkahan Katalitik

Pada penelitian ini dilakukan perengkahan termal dan perengkahan katalitik. Langkah kerja perengkahan termal dan katalitik yang dilakukan sama, hanya saja pada perengkahan katalitik furnace vertikal diisi dengan katalis Cr/SiO₂ sedangkan perengkahan termal dibiarkan kosong. Waktu perengkahan yang dilakukan perengkahan termal maupun perengkahan katalitik adalah 1 jam dengan suhu perengkahan (reaktor perengkahan) 273 K sedangkan furnace horizontal (reaktor gasifikasi) dan furnaca vertikal pada suhu 623 K. Sebagai pembanding dilakukan perengkahan termal (tanpa katalis).

Sampel CPO disuntikkan ke dalam reaktor horizontal yang sudah dipanaskan. CPO dengan sendirinya akan mengalir ke reaktor furnace vertikal. setelah melewati furnace vertikal maka akan dihasilkan Cairan Hasil Perengkahan (CHP). CHP yang dihasilkan ditampung pada penampung CHP, kemudian ditimbang. CHP total yang didapat serta padatan yang berupa campuran katalis dan kokas ditimbang.

Analisis Gravimetri

Berat produk perengkahan yaitu gas, cairan hasil perengkahan (CHP), kokas, serta berat sisa CPO yang dapat dari proses perengkahan dianalisis secara gravimetri. Analisis gravimetri dilakukan untuk menentukan persen konversi masing-masing produk perengkahan (yang terdiri dari bensin, solar) dan rasio konversi (gas + CHP)/kokas yang diberi simbol H/K (Nazarudin, 2000).

$$a. \text{ \% produk perengkahan} = \left(\frac{\text{berat produk perengkahan}}{\text{berat feed mula - mula}} \right) \times 100 \%$$

$$b. \text{ \% total} = \left(1 - \frac{\text{berat feed sisa}}{\text{berat feed mula - mula}} \right) \times 100 \%$$

$$c. \text{ H/K} = \frac{(\text{konversi gas} + \text{konversi CHP})}{\text{konversi kokas}}$$

$$d. \text{ presentase sisa} = \left(\frac{\text{berat feed sisa}}{\text{berat feed mula - mula}} \right) \times 100 \%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Katalis

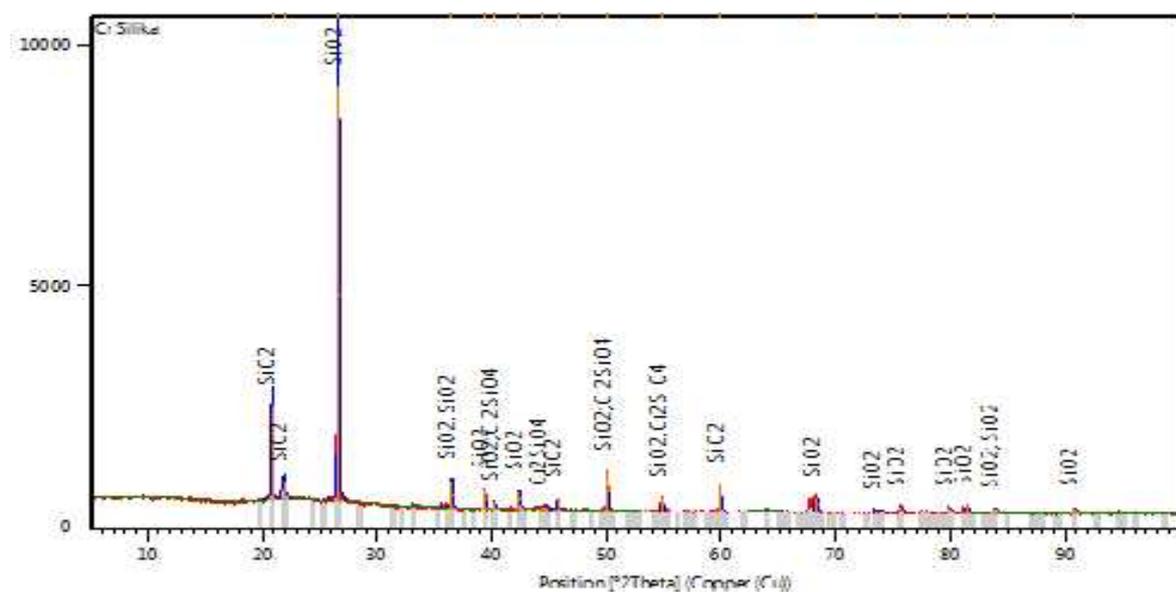
Analisis X-ray Diffraction (XRD)

Analisis katalis menggunakan XRD jenis X'PERT POWDER type PW3040/60 yang dilengkapi dengan perangkat software highscore plus dengan database ICDD (international centre data difraksi). Hasil XRD diperoleh berupa difraktogram, kemudian untuk mengetahui sistem kristal difraktogram katalis Cr/SiO₂ tersebut dibandingkan dengan difraktogram standar Cr/SiO₂ dari ICDD. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan data standar ICDD dan Katalis Cr/SiO₂

Data standar ICDD		Data katalis Cr/SiO ₂	
Posisi 2	d-spacing	Posisi 2	d-spacing
40.265	2.23800	40.2351	2.24144
44.416	2.03800	44.4881	2.03654
50.197	1.81600	50.0888	1.82117
54.937	1.67000	54.8254	1.67451

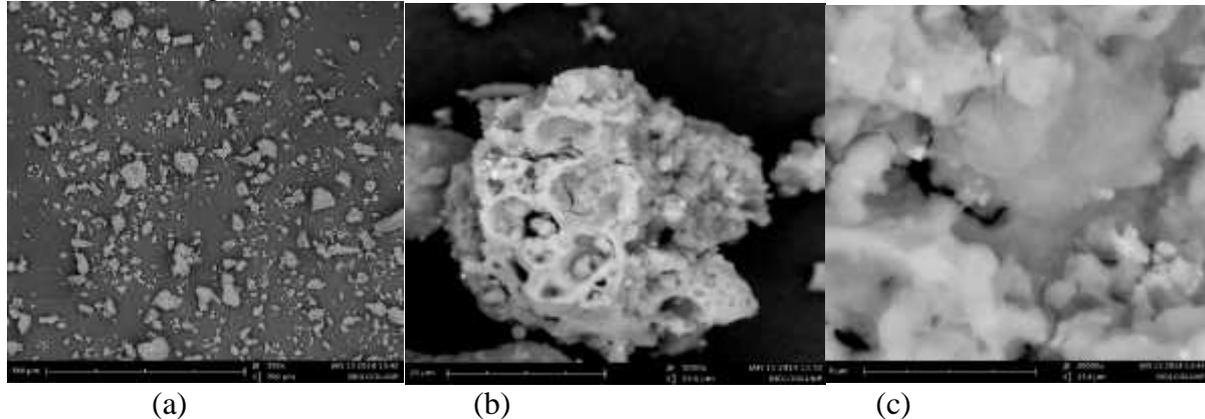
Dari Tabel 1 dapat dilihat antara data standar ICDD Cr/SiO₂ dan data katalis Cr/SiO₂ yang dianalisis dengan XRD. Dari data tersebut teridentifikasi ada empat posisi 2 yang sesuai dengan data standar ICDD Cr/SiO₂. Komponen utama yang dianalisis yaitu Cr₂SiO₄, dan SiO₂. Untuk Cr₂SiO₄ mempunyai system Kristal orthorhombic sedangkan SiO₂ mempunyai system Kristal hexagonal. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa komponen utama katalis Cr/SiO₂ sebagian besar mengandung SiO₂ yang dibuktikan hampir disetiap puncak-puncak difraktogram XRD puncak SiO₂ terdeteksi, selain SiO₂ juga terdeteksi Cr₂SiO₄ sebanyak empat puncak. Dari jumlah difraktogram yang dideteksi dapat dikatakan bahwa logam Cr termanan pada SiO₂. Meskipun intensitas yang dimiliki Cr₂SiO₄ tidak setinggi dan setajam yang dimiliki SiO₂, namun dari empat puncak yang ada sudah mewakili difraktogram Cr/SiO₂. Dalam penelitian ini tidak diuji tingkat kristalinitas katalis.



Gambar 1. XRD Difraktogram Katalis Cr/SiO₂

Analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Analisis bentuk morfologi permukaan dan material penyusun permukaan katalis Cr/SiO₂ menggunakan *Scanning Electron Spectroscopy* (SEM) dan *Energy dispersive spectroscopy* (EDS) yang ada di laboratorium biologi Universitas Negeri Padang. Gambar 2. menunjukkan bentuk morfologi katalis Cr/SiO₂ dari analisis SEM.



Gambar 2. Bentuk morfologi permukaan katalis Cr/SiO₂, (a)350X, (b)5000X, (c)20.000X

Struktur permukaan katalis Cr/SiO₂ yang terlihat dari gambar 4.2a, tidak beraturan dan tidak homogen, jika gambar 4.2a diperbesar, terlihat bahwa katalis terdapat pori atau rongga hal ini diperkuat dengan pembesaran 20.000X (gambar 4.2c) terlihat adanya pori pada katalis meskipun porinya tidak beraturan dan sedikit, sedangkan ukuran rata-rata rongga tersebut berukuran 3 mikro meter.

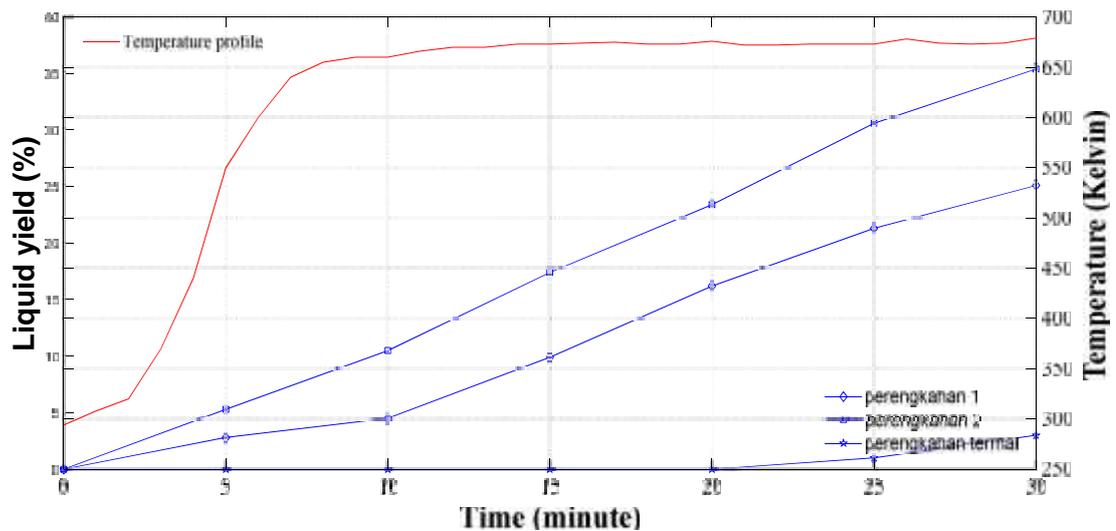
Perengkahan Katalitik (*Catalytic Cracking*)

Perengkahan dilakukan dengan memvariasikan perbandingan katalis dengan *crude palm oil* (CPO) 1: 30. Katalis diletakan pada furnace perengkahan vertikal. Tujuannya adalah untuk melihat seberapa besar pengaruh penambahan katalis pada proses perengkahan. Proses perengkahan juga dilakukan selama satu jam. Diperoleh hasil konversi berupa cairan hasil perengkahan (CHP), gas.

Tabel 2. Hasil Perengkahan CPO

	Persentase (%)			
	CHP	Gas	Kokas	Sisa
Perengkahan termal	3	10	-	83
Perengkahan Katalitik 1	25	40	-	35
Perengkahan Katalitik 2	36	36	-	28

Gambar 3 merupakan grafik konversi kumulatif dari CHP, yang menggambarkan tingkat efektifitas proses perengkahan, dimana terlihat perengkahan katalitik menggunakan katalis Cr/SiO₂ memberikan pengaruh yang sangat baik dibandingkan dengan tanpa katalis, baik dilihat dari konversi per lima menit maupun dilihat dari konversi total. Namun secara keseluruhan, konversi CHP yang dihasilkan masih sangat kecil (25% dan 36%) bila dibandingkan konversi CHP yang dihasilkan dari perengkahan CPO menggunakan katalis Cr/Karbon aktif (70- 80%) sebagaimana dilaporkan oleh Nazarudin, dkk pada tahun 2006.



Gambar 3. Grafik konversi CHP komulatif dari perengkahan termal dan perengkahan katalitik CPO menggunakan katalis Cr/SiO₂

KESIMPULAN

1. Limbah pabrik kelapa sawit dapat dijadikan sumber silika dan bisa disintesis menjadi katalis amorphous Cr/SiO₂.
2. Aktivitas katalis Cr/SiO₂ untuk menghasilkan cairan hasil perengkahan cukup signifikan bila dibandingkan dengan perengkahan termal, namun tingkat konversi yang dihasilkan masih sangat rendah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Program PGMIPAU yang telah membantu penelitian ini melalui dana PNBPU Universitas Jambi 2014 untuk sintesis katalis dan Dikti melalui Hibah Ipteks tahun 2016 untuk pembuatan rangkaian reaktor perengkahan. Penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada para mahasiswa yang telah terlibat dalam proyek penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Brando, P, Valente, A, Philippou, A, Ferreira, A, Anderson, MW, Rocha, J, 2002, *A novel Large-Pore Framework Titanium Silicate Catalyst*, J. Mater. Chem, 12,3819-3822.
- Dini. 2010. *Penerapan Manajemen Teknologi Dan Ekoefisiensi Pada Pabrik Kelapa Sawit*. Program pascasarjana manajemen dan industri. Institut pertanian bogor.
- Elinur, dkk. 2010. *Perkembangan Konsumsi Dan Penyediaan Energi Dalam Perekonomian Indonesia*. Indonesian Journal of Agricultural Economics (IJAE). Institut Pertanian Bogor.
- Erlanda. 2008. *Pengaruh penambahan logam (K, Li, Na) dalam katalis Ni-karbon terhadap konversi perengkahan katalitik CPO (Crude Palm Oil) menjadi bensin*. Jambi. Universitas Jambi.

-
- Firdaus, A, 2012. Pembuatan Silika Gel dari Abu Pembakaran Cangkang Kelapa Sawit di PT. Sinar Alam Permai. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Kartiasih, F, 2009. *Neraca Energi Indonesia Periode 2006-2008*. Jakarta. Badan Pusat Statistik.
- Kemenperindag. 2011. *Peningkatan Daya Saing Industri Nasional Dan Program Masterplan Percepatan Dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI)*. Menteri Perindustrian Republik Indonesia.
- Mayawati, T, 2012. *Statistik Pertambangan Minyak dan Gas Bumi*. Jakarta. Badan Pusat Statistik.
- Moreno, N, Queorol, X, Soler, AL, Andres, JM, Janssen, M, Nugteren, H, Towler, M, Stanton, K, 2004, *Determining Suitability of Fly Ash For Silica Extraction and Zeolite Synthesis* ,Journal of chemical Technology and Biotechnology 79:1009-1018.
- Nazarudin. 2000. *Optimasi kondisi reaksi perengkahan katalitik Fraksi Bert Minyak Bumi dengan Katalis Cr-Zeolit Alam dan Zeolit Alam*. Yogyakarta: UGM
- Nazarudin, dkk. 2006, *Optimasi Dengan Response Surface Methodology Pada Kondisi Reaksi Perengkahan Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Katalis Cr-Carbon dan Ni-Carbon*, Laporan Penelitian Hibah Pekerti, LPPM Unja
- Nazarudin, dkk. 2007. *Optimasi Dengan Response Surface Methodology Pada Kondisi Reaksi Perengkahan Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Katalis Cr-Carbon*. Lampung. Jurnal Sains MIPA.
- Nazarudin, 2012, *Catalytic Cracking of Plastic Waste Using Nanoporous materials*, doctoral thesis, University College London
- Nazarudin, Abu Bakar, Sony Prawoto. 2013. *Sintesis Natrium Silikat Dari Limbah Abu Sawit*.
- Silitonga, J. dkk. 2012. *Esterifikasi Pfad (Palm Fatty Acid Distillate) Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis H-Zeolit Dengan Variabel Waktu Reaksi Dan Kecepatan Pengadukan*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Sucianti, I, 2008. *Pengaruh Penambahan Logam (K, Li, Na) Dalam Katalis Cr-Karbon Terhadap Konversi Perengkahan Katalitik CPO (Crude Palm Oil) Menjadi Bensin*. Jambi. Universitas Jambi.
- Trisunaryati, W ,Sudiono S. Dan Triyono .2001. *Variasi temperatur dan Waktu perengkahan fraksi Sampah Plastik menjadi bensin dengan menggunakan katalis 3% Cr/Zeolit Alam*. Yogyakarta: FMIPA-Uii.