

PEMBUATAN BAHAN BAKAR CAIR DARI TREMBOSO (SISA SADAPAN LATEKS) MENGGUNAKAN KATALIS ZEOLIT HY DAN ZSM-5

Ane Rokhana Sari (L2C308003) dan Nur Rovi Aprianingtyas (L2C308028)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Pembimbing: Dr. Ir. Didi Dwi Anggoro, M. Eng

Abstrak

Produksi karet terus meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini mengakibatkan limbah tremboso (sisa sadapan lateks) menjadi semakin meningkat. Masalah ini semakin besar dikarenakan tremboso (sisa sadapan lateks) tidak dapat terurai dengan mudah apabila hanya dibiarkan begitu saja. Oleh karena itu, diperlukan usaha untuk mengubah limbah tremboso (sisa sadapan lateks) menjadi sesuatu yang lebih berguna. Salah satunya adalah membuat bahan bakar cair dengan memanfaatkan tremboso. Di dalam tremboso terdapat rantai karbon makromolekul yang dapat diubah menjadi hidrokarbon rantai pendek melalui proses catalytic cracking menggunakan katalis zeolit Y atau ZSM-5 komersial. Dipilih proses cracking menggunakan katalis karena katalis yang tepat dapat mengontrol yield produk, distribusi produk, dan menurunkan suhu dan waktu reaksi sehingga menghemat biaya produksi. Proses perengkahan menggunakan katalis dilakukan dalam reaktor unggun tetap dengan variasi suhu dan berat katalis, tremboso diletakkan antara katalis HY dan ZSM – 5 dalam reaktor. Produk gas dikondensasikan menjadi produk cair. Produk cair terbanyak dihasilkan 7 ml, yang dihasilkan dari 40 gr tremboso dan 1,5 gr katalis HY serta 1,5 gr ZSM – 5 dijalankan pada suhu 500 °C. Hasil percobaan yang berupa produk cairan dianalisa menggunakan analisa gas chromatography (GC). Kondisi yang optimum tercapai pada suhu 550 °C dan berat katalis 1 gram. Pada kondisi ini banyak dihasilkan premium. Sebagai kesimpulan penelitian ini adalah tremboso dapat dikonversi menjadi bahan bakar cair.

Kata kunci : *catalitic cracking, tremboso, bahan bakar cair*

Abstract

Produce of rubber from year to year always experiences improvement, Hence the waste of tremboso has increases. This ever greater problem because of tromboso cannot loose to easily if in letting only. Therefore, required to effort change waste tromboso becomes things more useful. One of them is to make liquid fuel by exploiting tromboso. In tremboso there is macromolecules carbon chain which can be turned in to short chain hydrocarbon passed process cracking to apply zeolite Y catalyst or ZSM-5 comersial. Selected process cracking to used catalyst because catalyst and reactor correctly can control yield product, distribution of product, and reduced temperature and reaction time causing costs effective production. The catalytic pyrolysis process carried out in packed bed reactor at various of temperature and weight of catalys by putting down the tremboso between HY and ZSM-5, where HY is placed in underside and ZSM-5 is on the top reactor. The gas product was condensed to liquid product. The highest liquid yield obtained from catalytic pyrolysis which is 7 ml, comes from 40 gr tremboso and catalyst HY and ZSM-5 both are 1,5 gr at temperature 500°C. Result of attempt which in the form of liquid product analysed to use analysis chromatography gas (GC). The reaction temperature at 550°C and 1 gram of catalyst weight are optimum condition, because under this condition the high gasoline range are obtained. The concluded of this study is the tremboso could be converted into liquid fuel.

Key words : *catalitic cracking, tremboso, liquid fuel*

1. Pendahuluan

Penggunaan energi di Indonesia secara umum meningkat pesat sejalan dengan pertumbuhan penduduk, pertumbuhan perekonomian maupun perkembangan teknologi. Pemakaian energi mix di Indonesia saat ini lebih dari 90 % menggunakan energi yang berbasis fosil, yaitu minyak bumi 54,4 %, gas 26,5 % dan batubara 14,1 %. Untuk energi dengan Panas bumi 1,4 %, PLTA 3,4 %, sedangkan energi baru dan terbarukan (EBT) lainnya 0,2 %. Cadangan minyak bumi terbukti saat ini diperkirakan sebesar 9 miliar barel, dengan tingkat produksi rata-rata 0,5

milyar barel per tahun, maka cadangan tersebut dapat habis dalam waktu sekitar 18 tahun. Cadangan yang diperkirakan untuk gas 170 TSCF (*trillion standart cubic feed*) sedangkan kapasitas produksi mencapai 8,35 BSCF (*billion standart cubic feed*) yang dibagi untuk ekspor 4,88 BSCF dan untuk domestik 3,47 BSCF. Cadangan batubara di Indonesia diperkirakan ada 57 miliar ton dan merupakan cadangan yang sudah dieksplorasi sebesar 19,3 miliar ton, dengan kapasitas produksi sebesar 131,72 juta ton per tahun. Sehingga jika tidak ada penambahan eksplorasi, cadangan batubara tersebut akan dapat bertahan selama 147 tahun.

Pemerintah RI mengeluarkan peraturan pemerintah untuk menanggulangi lonjakan kebutuhan energi tersebut yaitu PP. No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi Nasional. Salah satu butir PP tersebut menyebutkan tentang pemanfaatan energi baru dan terbarukan khususnya tenaga air, surya, biomasa, nuklir, tenaga angin menjadi lebih dari 5 % dalam bauran energi nasional pada tahun 2025, sementara kelompok energi terbarukan tersebut menyumbang 17 % pemenuhan kebutuhan energi nasional. Dalam kelompok energi terbarukan terdapat pula geothermal yang dalam bauran energi tahun 2025 ditargetkan mencapai (5 %), Batubara Cair (2 %) dan biomasa, Nuklir, tenaga air, sinar matahari serta angin (5 %).

Getah karet diperoleh dengan menyadap kulit batang karet dengan pisau sadap sehingga keluarlah getah yang disebut lateks. Pada saat proses penyadapan, lateks akan tertampung di dalam wadah yang sudah disiapkan. Wadah ini selanjutnya akan dikumpulkan lagi kedalam wadah yang lebih besar. Lateks tersebutpun tidak semuanya masuk kedalam wadah tetapi ada lateks yang masih menetes di permukaan kulit pohon. Menempelnya lateks dipermukaan pohon ini biasanya oleh penduduk sekitar disebut *tremboso*. *Tremboso* oleh perusahaan perkebunan biasanya tidak dimanfaatkan lagi sehingga banyak penduduk yang mengambil *tremboso* ini untuk dijual dengan harga murah.

Tremboso memiliki kandungan senyawa kimia sama dengan lateks hasil tampingan penyadap, hanya saja *tremboso* ini memiliki impuritas (pengotor) sehingga perlu dilakukan *pre-threatment* lebih lanjut. *Pre-threatment* akan membutuhkan biaya, sehingga perusahaan perkebunan hanya mengambil lateks tampingan oleh penyadap untuk diolah. Karena kandungan senyawa kimia yang sama maka *tremboso* masih digunakan untuk pembuatan karet dengan kualitas rendah. Oleh karena pemanfaatan *tremboso* yang kurang maksimal maka perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan nilai *tremboso*.

Lateks termasuk isoprenoid adalah hormon seperti Giberelin, asam absisat, farnesol xaktoksin, sterol karetonoid, terpenin dan fitol dari klorofil. Ribuan isoprenoid telah ditemukan di dunia tumbuhan. Karet adalah polimer yang mengandung 3000 sampai 6000 satuan isoprene (Robinson, 1991, Salisbury dan Ross, 1992). Bentuk utama dari karet alam, terdiri dari 97 % *cis*-1,4-poliisoprena, dikenal sebagai hevea rubber. Ketika dipanaskan di atas suhu 450 °C maka polimer akan terurai menjadi molekul yang lebih kecil serta senyawa hidrokarbon cair. Proses ini dinamakan proses cracking dan berlangsung dengan bantuan katalis Jenis Zeolite Y atau ZSM-5 komersial, karena katalis ini paling cocok digunakan dengan kelebihan tersendiri yaitu mampu mengarahkan reaksi, dan mengontrol yield produk sehingga mampu menghemat biaya produksi.

Untuk itu, perlu kiranya dibuat suatu alat yang dapat digunakan dalam proses pengolahan *tremboso*. Dengan dua keuntungan sekaligus yaitu dapat membantu pemerintah dalam pengadaan bahan bakar cair, serta mampu menambah nilai guna hasil pertanian dari *tremboso*, maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa rancang bangun alat proses pembuatan bahan bakar cair dengan memanfaatkan *tremboso* ini bernilai guna apabila berhasil diterapkan dan dilaksanakan di Indonesia.

Pembuatan bahan bakar cair dengan memanfaatkan *tremboso* merupakan suatu upaya pendayagunaan yang bernilai tinggi yang dapat memecahkan masalah krisis bahan bakar didalam negeri serta menambah nilai guna hasil pertanian dari *tremboso*. Dimana di dalam *tremboso* terdapat rantai karbon makromolekul yang akan diubah menjadi hidrokarbon rantai pendek melalui proses cracking menggunakan katalis zeolit Y atau ZSM-5 komersial. Dipilih proses cracking menggunakan katalis karena katalis dan reaktor yang tepat dapat mengontrol yield produk, distribusi produk, dan menurunkan suhu dan waktu reaksi sehingga menghemat biaya produksi.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai studi eksperimen terhadap potensi *tremboso* sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar cair selain itu diharapkan dapat mengetahui konversi yang dihasilkan pada proses pengolahan *tremboso* menjadi bahan bakar cair

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi masyarakat, industri penghasil bahan bakar, perusahaan perkebunan karet dan mahasiswa terutama dalam hal memberikan alternatif penghasil sumber bahan bakar cair yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat, meningkatkan nilai guna hasil pertanian. Sehingga akan meningkatkan pendapatan perusahaan perkebunan karet yang ada hingga saat ini dan menumbuhkan jiwa *problem solver* mahasiswa untuk membantu pemerintah mengatasi masalah semakin menipisnya sumber bahan bakar minyak bumi dan gas serta bagaimana meningkatkan nilai guna hasil pertanian.

2. Bahan dan Metode Penelitian.

Penetapan Variabel

Variabel yang akan kita gunakan pada penelitian ini adalah Tremboso (lateks), katalis zeolit HY dan ZSM-5 komersial. Tekanan operasi 1 atm dan berat tremboso 40 gram sebagai variabel tetap, serta suhu dan berat katalis sebagai variabel berubah.

Rancangan percobaan ditunjukkan pada (Tabel 1) seperti dibawah ini :

Tabel 1. Rancangan Percobaan

RUN	Suhu (°C)	Berat Katalis (gram)
1	500,00	0,50
2	600,00	0,50
3	550,00	0,29
4	550,00	1,00
5	550,00	1,00
6	479,30	1,00
7	620,00	1,00
8	500,00	1,50
9	600,00	1,50
10	550,00	1,70

Respon

Setelah waktu operasi tertentu, akan didapatkan produk berupa cairan dari hasil kondensasi dan gas serta produk sisa (residu padatan). Produk cairan diukur volume dan dianalisa dengan Gas Chromatography (GC) untuk mengetahui komponen penyusunnya serta komposisinya sedangkan produk sisa padatan diukur beratnya. Kemudian untuk produk cairan dihitung persen komposisinya sedangkan produk sisa padatan dihitung yieldnya. Pada penelitian ini, bahan yang digunakan untuk setiap tempuhan adalah 40 gr potongan *tremboso*, katalis HY dan ZSM-5 sesuai variabel. Kemudian untuk masing-masing tempuhan dihitung persen komposisi dan yield residunya, dengan persamaan seperti berikut :

Tremboso yang terkonversi menjadi gas = (berat tremboso awal + berat katalis HY + berat katalis ZSM-5) – (berat cairan yang dihasilkan + berat residu padatan yang dihasilkan)

$$\% \text{ Komposisi} = \frac{\text{Luas dari ret.time tertentu}}{\text{Luas Total}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Residu} = \frac{\text{Berat residu} - (\text{berat katalis HY} + \text{berat katalis ZSM-5})}{\text{Berat Sampel Tremboso}} \times 100 \%$$

Analisis Data

Hasil yang diperoleh dan faktor-faktor yang berpengaruh dibuat model matematis empiris dan dioptimasi dengan menggunakan *Central Composite Design* pada metode RSM (*Response Surface Methodology*) yang dibantu program komputer STATISTICA versi 6. Metode RSM adalah teknik statistika yang meliputi perancangan percobaan yang menyediakan perhitungan yang akurat, pembuatan model matematika dan penentuan nilai optimum dari variabel bebas.

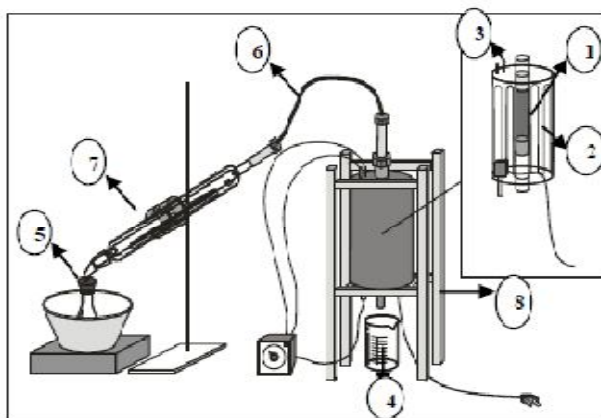
Kurva *response surface* dan *Contour plot* digunakan untuk mempresentasikan pengaruh variabel percobaan pada hasil yang diperoleh. Variabel bebasnya meliputi berat katalis dan suhu operasi sedangkan variabel tidak bebasnya meliputi waktu operasi dan berat tremboso. Koefisien-koefisien pada model empirik diestimasi dengan menggunakan analisis regresi multi arah. Kesesuaian model empirik dengan data eksperimen dapat ditentukan dari koefisien determinasi (R^2). Untuk menguji signifikan atau tidaknya model empirik yang dihasilkan digunakan ANOVA (*Analysis of Variance*).

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tremboso yang dipotong kecil-kecil, katalis zeolite HY dan ZSM-5. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah stainless tube reaktor dengan panjang 50 cm dengan diameter 3 cm. Reaktor ini dihubungkan dengan pendingin liebig oleh sebuah selang tahan panas yang dilengkapi adaptor dan sebuah erlenmeyer vacuum. Reaktor tersebut dimasukkan kedalam sebuah furnace elektrik yang sudah dilengkapi dengan pengontrol suhu. Keluaran reaktor yang berupa cairan hasil dari kondensasi disimpan dalam botol sampel untuk kemudian dianalisa dengan menggunakan GC (*Gas Chromathography*).

Prosedur Percobaan

Alat dirangkai sesuai dengan gambar rangkaian alat kemudian reaktor diletakkan dalam furnace elektrik yang dilengkapi dengan kontrol suhu. Di bagian bawah reaktor diletakkan beaker glass untuk menampung wax. Masukkan bahan baku ke dalam reaktor dengan susunan sebagai berikut : katalis zeolite HY dibagian bawah reaktor, *raw material* (tremboso), katalis zeolite ZSM-5 dibagian atasnya. Ujung bagian atas reaktor dihubungkan dengan selang tahan panas untuk mengalirkan uap kedalam pendingin kemudian dari pendingin dihubungkan ke erlenmeyer vaccum sebagai penampung cairan. Produk yang keluar dari atas berupa gas yang setelah didinginkan akan menjadi cairan. Setelah didapatkan cairan, kemudian diukur volumenya. Sisa reaktan yang ada dalam reaktor ditimbang beratnya yang merupakan wax dan sisa katalis. Produk cairan dianalisa menggunakan GC-832470 kolom Rtx-1301. Gambar rangkaian alat percobaan ditampilkan dalam gambar 1



Keterangan gambar :

1. Stainless Tube Reaktor
Spesifikasi : Panjang = 50 cm
Diameter = 3 cm
Bahan = stainless steel
2. *Furnace electric*
3. Pengatur suhu
4. Beaker glass penampung wax
5. Erlenmeyer vacum
6. Selang tahan panas
7. Pendingin
8. Frame Penyangga

Gambar 1. Gambar Rangkaian Alat Utama

3. Hasil dan Pembahasan

Pada proses ini digunakan variabel tetap, yaitu 40 gram tremboso (sisa sadapan lateks) dan tekanan 1 atm. Sedangkan variabel bebas yaitu suhu operasi dan berat katalis. Katalis zeolite HY diletakkan di bagian bawah dalam reaktor, sedangkan zeolite ZSM-5 diletakkan dibagian atas dalam reaktor, karena zeolite HY berfungsi untuk membantu proses perengkahan zat padat (*wax*) sedangkan katalis ZSM-5 berfungsi untuk membantu reformasi gas yang dihasilkan pada proses perengkahan katalitik menjadi hidrokarbon cair. Hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil analisa *Gas Chromatography* (GC) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Percobaan Proses Perengkahan Katalitik Tremboso

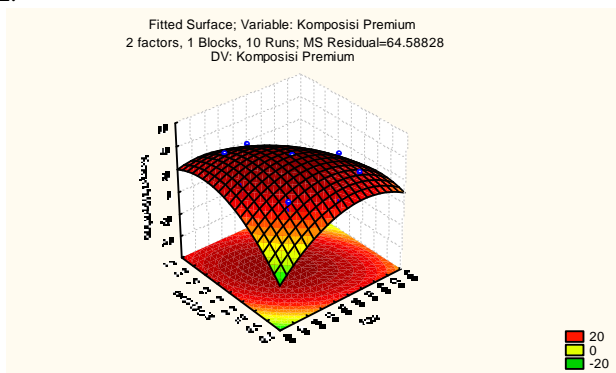
Run	Suhu (°C) X_1	Berat Katalis (gram) X_2	Volume Hasil Cairan (ml)	Berat Hasil Padatan (Wax) (gram)	Tremboso yang Terkonversi Menjadi Gas (gram)
1	500,00	0,50	3,8	28,24	6,91
2	600,00	0,50	5,8	25,14	9,23
3	550,00	0,29	3	28,45	6,5
4	550,00	1,00	6,6	23,46	11,39
5	550,00	1,00	6,6	23,45	11,42
6	479,30	1,00	6,2	22,3	12,46
7	620,00	1,00	6	24,5	10,77
8	500,00	1,50	7	20,76	15,03
9	600,00	1,50	6,2	20,55	15,52
10	550,00	1,70	6,8	20,75	15,71

Tabel 3. Hasil Percobaan Proses Perengkahan Katalitik Berdasarkan Hasil Analisa *Gas Chromatography* (GC)

Run	Variabel Bebas		Variabel Bergantung		
	Suhu (°C) X_1	Berat Katalis (gram) X_2	Komposisi Premium Y_1 (%)	Komposisi Minyak Tanah Y_2 (%)	Komposisi Solar Y_3 (%)
1	500,00	0,50	29,73	59,12	24,52
2	600,00	0,50	28,66	57,94	21,15
3	550,00	0,29	16,23	25,66	21,81
4	550,00	1,00	38,44	36,27	33,06
5	550,00	1,00	38,44	36,27	33,06
6	479,30	1,00	22,48	57,08	20,30
7	620,00	1,00	28,28	69,21	26,59
8	500,00	1,50	35,18	56,66	28,88
9	600,00	1,50	3,02	6,93	11,58
10	550,00	1,70	22,92	58,71	25,45

Optimasi Kondisi Operasi Produk Premium

Pengaruh antara suhu dan berat katalis terhadap komposisi premium dari reaksi pirolisis katalitik polistirene ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh suhu dan berat katalis terhadap komposisi produk premium

Kondisi operasi optimal diperoleh pada suhu 550 °C dan berat katalis 1 gram. Semakin tinggi suhu operasi akan memberikan komposisi premium yang semakin besar tetapi setelah mencapai suhu optimum (550 °C), komposisi premium akan turun karena pada suhu diatas 550 °C katalis zeolit mengalami deaktivasi. Semakin tinggi suhu reaksi akan dihasilkan senyawa rantai karbon yang lebih pendek. Demikian juga dengan berat katalis, semakin besar berat katalis maka komposisi premium akan semakin besar. Hal ini dikarenakan aktivitas katalis pada suhu ini dapat merengahkan rantai karbon menjadi senyawa yang menyerupai fraksi premium.

Dengan metode ini, kondisi operasi optimum dari produk premium yang dihasilkan dari proses pirolisis katalitik tremboso (getah karet) dengan menggunakan katalis zeolit HY dan ZSM-5 dapat ditentukan. Berdasarkan hasil percobaan yang ditampilkan di Tabel 4 dapat dibuat model matematika empiris dengan menggunakan teknik analisa regresi multi arah. Model matematika dari komposisi produk premium yang dihasilkan ditunjukkan oleh persamaan (1).

$$Y_1 = -1006,82 + 3,46 X_1 + 237,98 X_2 - 34,93 X_2^2 - 0,31 X_1X_2 \dots\dots\dots(1)$$

Dimana : Y_1 = komposisi premium (%)
 X_1 = suhu operasi (°C)
 X_2 = berat katalis (gram)

Signifikansi dari model tersebut diuji dengan menggunakan ANOVA seperti yang ditampilkan pada Tabel 4. dibawah ini.

Tabel 4. Tabel ANOVA untuk produk premium

Sumber Variasi	SS	df	MS	F-value
SS regresi	992,015	5	992,015	15,359046
SS eror	258,353	4	64,5883	
SS total	1073,330	9		
R^2	0,7593			

Hasil dari percobaan model menunjukkan bahwa perhitungan F-value sebesar 15,359046 lebih besar dibandingkan F-tabel ($F_{0,05; 5,4} = 6,26$), sehingga persamaan tersebut signifikan pada tingkat kepercayaan 5%.

Hasil dari pencocokan model dengan menggunakan metode ANOVA diperoleh harga $R^2 = 0,7593$. Dari harga R^2 yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa R^2 mendekati satu sehingga model matematik yang diperoleh signifikan dengan data percobaan.

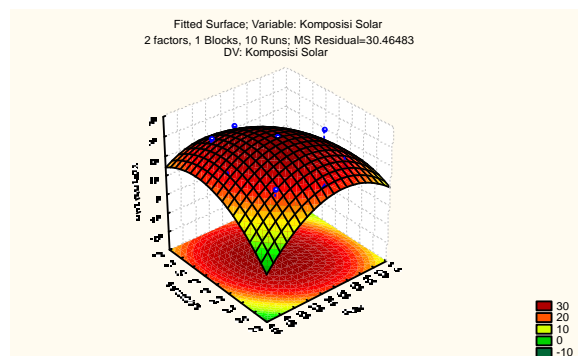
Optimasi Produk Solar

Pengaruh antara produk solar dari reaksi pirolisis katalitik polistirene terhadap suhu operasi dan berat katalis ditunjukkan pada Gambar 3. Kondisi operasi optimal diperoleh pada suhu 550 °C dan berat katalis 1 gram. Semakin tinggi suhu operasi akan memberikan komposisi solar yang semakin besar tetapi setelah mencapai suhu optimum (550 °C), komposisi solar akan turun karena pada suhu diatas 550 °C katalis zeolit mengalami deaktivasi. Semakin tinggi suhu reaksi akan dihasilkan senyawa rantai karbon yang lebih pendek. Demikian juga dengan berat katalis, semakin besar berat katalis maka komposisi solar akan semakin besar. Hal ini dikarenakan aktivitas katalis pada suhu ini dapat merengahkan rantai karbon menjadi senyawa yang menyerupai fraksi solar.

Model matematika dari komposisi produk solar yang dihasilkan ditunjukkan oleh persamaan (2).

$$Y_2 = -702,399 + 2,49 X_1 - 0,002 X_1^2 + 118,681 X_2 - 21,098 X_2^2 - 0,139 X_1X_2 \dots\dots\dots(2)$$

Dimana : Y_2 = komposisi premium (%)
 X_1 = suhu operasi (°C)
 X_2 = berat katalis (gram)



Gambar 3. Pengaruh suhu dan berat katalis terhadap komposisi produk solar

Signifikansi dari model tersebut diuji dengan menggunakan ANOVA seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 Hasil dari pencocokan model menunjukkan bahwa perhitungan F-value sebesar 10,865643 lebih besar dibandingkan F – tabel ($F_{0,05; 5,4} = 6,26$). Sehingga persamaan tersebut signifikan pada tingkat kepercayaan 5 %.

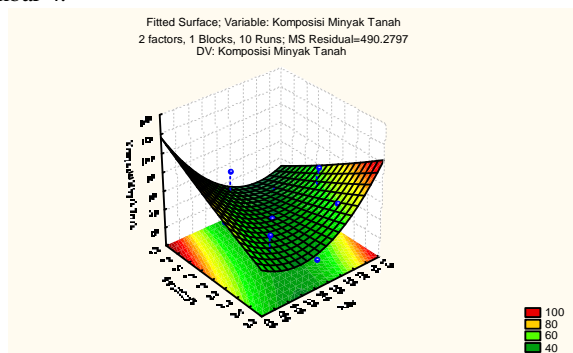
Tabel 5. Tabel ANOVA untuk produk solar

Sumber Variasi	SS	df	MS	F-value
SS regresi	331,0199	5	331,0199	10,865643
SS eror	121,8593	4	30,4648	
SS total	373,1027	9		
R^2	0,6616			

Hasil dari pencocokan model dengan menggunakan metode ANOVA diperoleh harga $R^2 = 0,6616$. Dari harga R^2 yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa nilai R^2 mendekati satu, sehingga model matematik yang diperoleh signifikan dengan data percobaan.

Minimasi Produk Minyak Tanah

Pengaruh antara komposisi minyak tanah dari reaksi pirolisis katalitik tremboso terhadap suhu operasi dan berat katalis ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh suhu dan berat katalis terhadap komposisi produk minyak tanah

Minimasi produk minyak tanah dilakukan karena hasil yang diinginkan adalah produk premium. Kondisi operasi minimum untuk produk minyak tanah diperoleh pada suhu 600 °C dan berat katalis 1,5 gram. Produk minyak tanah pada proses pirolisis katalitik tremboso harus minimum supaya diperoleh komposisi produk premium yang tinggi. Semakin tinggi suhu reaksi akan dihasilkan senyawa rantai karbon yang lebih pendek dan semakin banyak katalis yang digunakan proses perengkahan yang terjadi akan semakin baik sehingga fraksi minyak tanah yang di dihasilkan akan semakin rendah.

Model matematika dari komposisi produk minyak tanah yang dihasilkan ditunjukkan oleh persamaan (3).

$$Y = 1199,303 - 4,612 X_1 + 0,005 X_1^2 + 259,238 X_2 + 3,03 X_2^2 - 0,485 X_1 X_2 \dots\dots\dots(3)$$

Dimana : Y_3 = komposisi premium (%)
 X_1 = suhu operasi (°C)
 X_2 = berat katalis (gram)

Karakteristik Produk Hidrokarbon Cair

Dari hasil proses pirolisis *trembo* (getah karet) yang dilakukan pada variabel suhu dan katalis yang telah ditentukan diperoleh hasil berupa produk hidrokarbon cair yang kemudian dianalisa identifikasinya dengan menggunakan analisa *Gas Chromatography* (GC). Hasil range dari difractogram *Gas Chromatography* (GC) untuk produk premium, optimum pada suhu 550°C dan berat katalis 1 gram. Hasil analisa *Gas Chromatography* (GC) berupa gambar chromatogram untuk produk cairan ditampilkan pada Gambar 5. Produk premium yang beredar dipasaran ditunjukkan oleh chromatogram pada Gambar 6. Sedangkan untuk produk solar yang beredar dipasaran ditunjukkan oleh chromatogram pada Gambar 7.

Dari hasil percobaan, diperoleh bahwa dengan jumlah katalis yang tetap dan suhu yang semakin tinggi dihasilkan produk cair yang semakin banyak, hal ini disebabkan jumlah *trembo* yang dapat terdegradasi menjadi hidrokarbon cair menjadi semakin besar. Demikian pula dengan suhu yang tetap dan berat katalis yang semakin besar, hidrokarbon cair yang dihasilkan pun semakin banyak, ini dikarenakan semakin banyaknya gugus asam (yang berasal dari katalis zeolit) maka reaksi peruraian *trembo* menjadi senyawa yang lebih sederhana akan menjadi semakin baik.

Hasil dari *Gas Chromatography* dapat dilihat bahwa kondisi optimum untuk menghasilkan bahan bakar cair yang setara dengan premium adalah pada suhu operasi 550°C dan berat katalis masing-masing 1 gram.

4. Kesimpulan

Dari hasil percobaan yang diperoleh, dapat disimpulkan :

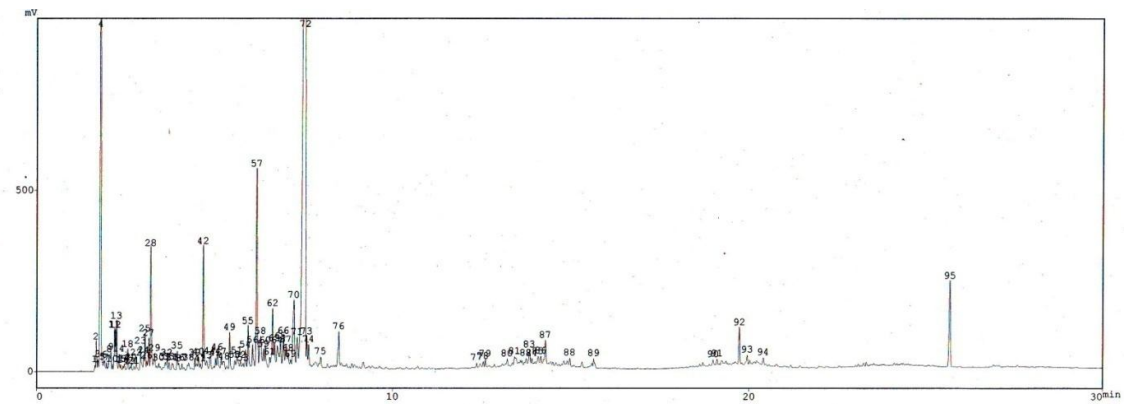
1. Trembo (sisa sadapan lateks) dapat dikonversi menjadi bahan bakar cair.
2. Semakin tinggi suhu yang digunakan semakin banyak produk cairan yang dihasilkan.
3. Semakin besar jumlah katalis yang digunakan semakin banyak produk cairan yang didapat.
4. Model persamaan empiris yang diperoleh dari hasil percobaan untuk jenis bahan bakar premium adalah :
 $Y_1 = -1006,82 + 3,46 X_1 + 237,98 X_2 - 34,93 X_2^2 - 0,31 X_1 X_2$
5. Model persamaan empiris yang diperoleh dari hasil percobaan untuk jenis bahan bakar solar adalah :
 $Y_2 = -702,399 + 2,49 X_1 - 0,002 X_1^2 + 118,681 X_2 - 21,098 X_2^2 - 0,139 X_1 X_2$
6. Model persamaan empiris yang diperoleh dari hasil percobaan untuk jenis bahan bakar minyak tanah adalah :
 $Y_3 = 1199,303 - 4,612 X_1 + 0,005 X_1^2 + 259,238 X_2 + 3,03 X_2^2 - 0,485 X_1 X_2$
7. Bahan bakar jenis premium optimum didapat pada suhu 550 °C dan berat katalis 1 gram.

Ucapan Terima Kasih

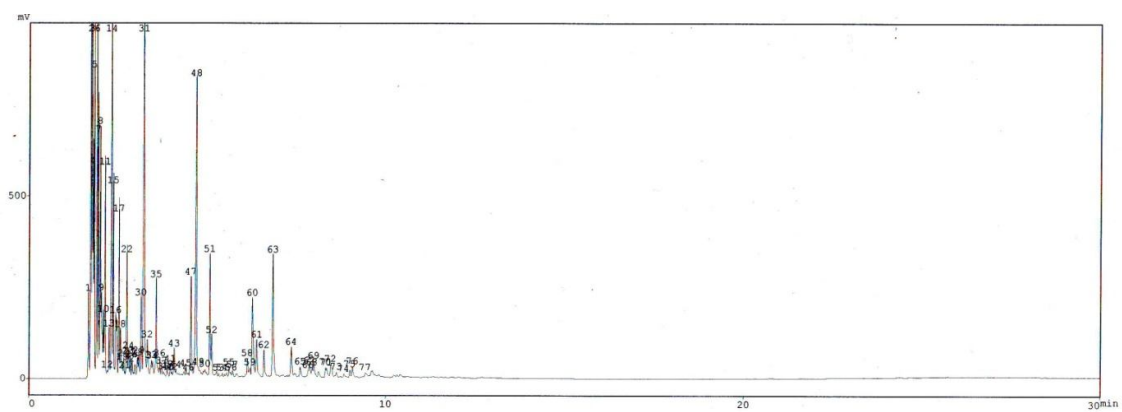
Terima kasih kami sampaikan kepada Dr. Ir. Didi Dwi Anggoro, M. Eng, selaku dosen pembimbing penelitian. Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia Undip dan semua pihak atas dukungan dan bantuan yang diberikan.

Daftar Pustaka

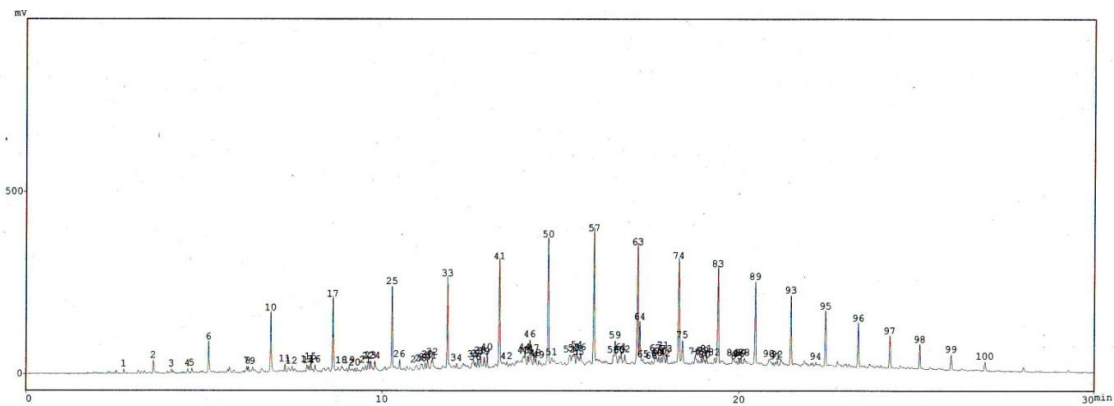
- Belltrame, P. Et.al. 1989. *Catalytic Degradation of Polymers*.
 Busser, H. 1990. *Pengantar ke Kimia Organik*. Penerbit Djambatan. Jakarta. Hal.37
 Chen, et.al. 1978. *United States Patent : Method for Treatment of Rubber and Plastic Wastes*. Japan.
 Harborne, J.B. 1987. *Metode Fotokimia. Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Penerbit ITB. Bandung. Hal. 123-147
 Hess, D. 1992. *Plant Phycology*. Spinger International. Student Edition. Page 99-116
<http://www.wikipedia.com> (Cracking, 2008)
<http://www.wikipedia.com> (Latex, 2008)
 Kusnawijaya, K. 1983. *Biokimia*. Penerbit Alumni. Bandung. Hal. 57-58
 Manitto, P. 1981. *Biosintesis Produk Alami*. Ellis Horwood Limited. Hal. 223-320
 Robinson, T. 1991. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Penerbit ITB Bandung. Hal.168-174
 Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1992. *Fisiologi Tumbuhan jilid II. Tejemahan dari Plant Physiology*. Oleh D.R. Lukman dan Sumaryono. Penerbit ITB Bandung. Hal. 91-103
 W. Scherzer, H. Kaminsky. 1990. *Hydrocarbon Process*. 74, 109



Gambar 5. Hasil chromatogram pada variabel 550 °C dan berat katalis 1 gr.



Gambar 6. Gambar chromatogram untuk produk premium



Gambar 7. Gambar chromatogram untuk produk solar