

DAFTAR ISI

1. Aplikasi Model Kinetika Dalam Pengembangan Produk Baru Oleh : Gatot Priyanto	1
2. Pengaruh Karagenan terhadap <i>Yield</i> dan <i>Whey</i> Tahu Kedelai Oleh : Basuni Hamzah	9
3. Pemanfaatan Hasil Samping Pembuatan <i>Deorub</i> sebagai Filler dalam Pembuatan Kompon Karet Vulkanisir Oleh : Nuyah, Rahmaniar	13
4. Penggunaan Tanin Gambir (<i>Uncaria Gambir</i> Roxb) sebagai Absorben Logam Kromium pada Limbah Cair Oleh : Popy Marlina	23
5. Pengaruh Konsentrasi Gula dan Jenis Stabilizer terhadap Sirup Rosella (<i>Hibiscus Sabdariffa</i> L) sebagai Minuman Fungsional Oleh : Sri Agustini	32
6. Kinetika Laju Kecepatan Reaksi Perengkahan Minyak Jarak Pagar dengan Katalis Zeolit Teraktivasi Menjadi Bahan Bakar Hayati Oleh : Nasruddin	41
7. Pencegahan Penurunan Mutu pada Kompon Karet Lis Kaca Kendaraan Bermotor Oleh : Popy Marlina dan Hari Adi Prasetya	50
8. Pembuatan Kompon Karet dengan Penambahan Minyak Kemiri (<i>Candlenut Oil</i>) Epoksi Oleh : Rahmaniar, Gatot Priyanto dan Basuni Hamzah	59
9. Penggunaan Sir 20 Deorub untuk Kompon Vulkanisir Ban Oleh : Casri Nurhayati	69
10. Studi Perengkahan Minyak Jarak Pagar tanpa Katalis dan dengan Katalis Zeolit Oleh : Nasruddin, Gatot Priyanto, Basuni Hamzah dan Muhammad Said	80

STUDI PERENKAHAN MINYAK JARAK PAGAR TANPA KATALIS DAN DENGAN KATALIS ZEOLIT

Study On Cracking of Jatropha Curchas Oil Without Catalyst And With Zeolite Catalyst

Nasruddin¹⁾, Gatot Priyanto²⁾, Basuni Hamzah²⁾ dan Muhammad Said²⁾

1). Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang

2). Program Doktor Universitas Sriwijaya Palembang

0	5	0	7	0	5	0	4	0	9	0	3	0	1	0	0	1	0	4
Fakultas	Prodi	Publikasi	Penulis	Tahun	Sumber	Dana	Nomor Urut											

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses perengkahan minyak jarak pagar tanpa katalis dan dengan katalis zeolit. Katalis zeolit berukuran 100 mesh, dengan variasi 20 gram dan 25 gram dalam setiap 200 ml minyak jarak pagar. Proses perengkahan dikondisikan pada suhu 300 °C dan 350 °C dengan waktu 3 jam dan 4 jam. Hasil perengkahan didistilasi pada suhu 350 °C. Pengujian minyak jarak pagar dan minyak hasil distilasi dengan GC-MS. Hasil pengujian minyak jarak pagar menggunakan GC-MS didapat dari waktu retensi 23,358 menit dengan area kromatogram 23,36% adalah $C_{18}H_{31}ClO$ dengan berat molekul 298 yaitu 9,12-Octadecadiennoyl chloride, $C_{18}H_{34}O$ berat molekulnya 266 yaitu 9-Octadecenal. Hasil perengkahan minyak jarak pagar tanpa katalis selama 3 jam suhu 350 °C dari waktu retensi 23,558 menit dengan luas area kromatogram 12,71% adalah $C_{16}H_{32}O_2$ dengan berat molekulnya 256. Perengkahan minyak jarak pagar dengan katalis zeolit 25 g selama 3 jam suhu 300 °C waktu retensi 6,45 menit area kromatogram terluas 6,49% persenyawaan kimianya C_9H_{20} berat molekulnya 128.

Kata kunci: minyak jarak pagar, zeolit, perengkahan, distilasi, dan kromatogram.

ABSTRACT

The aim of this reasearch is to learn the cracking process of jatropha curchas oil without catalyst and with catalyst. Zeolit catalyst wich has 100 mesh in size, with 20 g and 25 g in variation is added in each 200 ml jatropha curchas oil. The cracking process is maintained at 300 °C and 350 °C for 3 and 4 hours. The result of cracking process is distilled in 350 °C. the testing of jatropha curchas oil and oil from distillation using GC-MS Instrument. The result of jatropha curchas oil wich has been use GC-MS at 23,358 minute of retention time, with 23,36% kromotogram area is $C_{18}H_{13}ClO$ and 298 for molecular weight is 19,12-Octadecadiennoyl chloride, $C_{18}H_{34}O$ with 266 for molecular weight is 9-Octadecenal. The result from cracking process of jatropha curcas without catalyst along 3 hours at 350 °C from 23,588 minute of relation time with 12,71% of kromatogram wide area is $C_{16}H_{32}O_2$ with 256 molecular weight. The craking process of jatropha curchas oil with 25 gr zeolit catalyst for 3 hours at 300 °C in 6,45 minute for retention time and 6,49 for the biggest cromatogram area, with C_9H_{10} for fusion of chemical compounds and 128 molecular weight.

Keyword: Jatropha curchas oil, Zeolite, cracking, distillation, and cromatrogram

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) merupakan trigliserida yang tersusun dari berbagai macam asam lemak yaitu: resinoleat (87%), oleat (7%), linoleat (3%), palmitat (2%), stearat (1%) dan sejumlah kecil dihidroksistearat (Marlina *et al.*, 2004). Asam resinoleat atau asam risinolein *cis*-12-hidroksioktadeka-9-enoat merupakan asam lemak utama yang terkandung dalam minyak jarak pagar. Komposisi kimia asam lemak minyak jarak terdiri dari: asam miristat 0,0%–0,1%; asam palmitat 14,1%–15,3%; asam stearat 3,7%–9,8%; asam arakidat 0,0%–0,3%; asam behenat 0,0%–0,2%; asam palmitoleat 0,0%–1,3%; asam oleat 34,3%–45,8%; asam linoleat 29,0%–44,2% dan asam linolenat 0,0%–0,3% (Gubitz *et al.*, 1998).

Asam lemak dominan yang terkandung dalam minyak jarak adalah asam oleat dan linoleat yang merupakan asam lemak tidak jenuh. Asam oleat memiliki satu ikatan rangkap, sedangkan asam linoleat memiliki dua ikatan rangkap. Tingginya kandungan asam lemak tidak jenuh dalam minyak jarak menyebabkan minyak jarak bersifat cair pada suhu ruang. Asam oleat dan linoleat memiliki titik cair yang rendah 14 °C untuk oleat dan 11 °C untuk asam linoleat (Ketaren, 1986).

Minyak jarak dan turunannya banyak digunakan dalam berbagai industri seperti: cat, *varnish*, *lacquer*, pelumas, tinta cetak, linoleum, oil cloth dan sebagai bahan baku dalam industri plastik dan nilon. Minyak jarak pagar dan turunannya dalam jumlah kecil banyak digunakan untuk pembuatan kosmetik, semir dan lilin (Ketaren, 1986).

Pengolahan minyak jarak pagar telah banyak dilakukan oleh para peneliti terdahulu, Widodo *et al.*, (2007) mengembangkan metode proses transesterifikasi minyak jarak pagar secara kontinyu dengan pemanasan melalui microwave. Pengolahan minyak jarak pagar untuk bahan bakar hayati melalui proses esterifikasi dan

transesterifikasi dengan katalis asam dan basa kuat menghasilkan metil ester dan gliserol telah banyak juga dilakukan. Katalis yang biasa digunakan pada proses ini adalah asam anorganik HCl dan H₂SO₄ (Juliati dan Tarigan, 2002). Reaksi transesterifikasi berkatalis asam umumnya berjalan lebih lambat, metode ini sesuai untuk minyak atau lemak yang memiliki kandungan asam lemak bebas relatif tinggi (Freedman, Pryde dan Mounts, 1984 ; dan Fukuda *et al.*, 2001).

Minyak jarak pagar sebelum digunakan untuk keperluan tertentu, perlu dilakukan proses terlebih dahulu. Proses yang banyak dilakukan antara lain: dehidrasi, oksidasi, hidrogenasi, sulfitasi, penyabunan dan sebagainya. Proses pengolahan tersebut mengakibatkan perubahan terhadap sifat fisika-kimia minyak jarak (Ketaren, 1986).

Minyak jarak pagar yang terdiri dari persenyawaan kimia dengan molekul rantai atom karbon panjang, untuk keperluan produksi bahan bakar hayati harus dilakukan proses perengkahan terlebih dahulu. Proses perengkahan dapat dilakukan secara fisik dengan pemanasan dan secara fisiko kimia dengan panas dan katalis.

Proses perengkahan secara fisika-kimia dengan katalis zeolit pada suhu tinggi (300°C dan 350°C) dan direfluks diduga dapat memotong persenyawaan kimia rantai atom karbon panjang menjadi persenyawaan kimia rantai atom karbon pendek. Proses perengkahan bertujuan untuk memotong molekul besar menjadi molekul-molekul kecil (Sukarmin, 2004).

Katalis merupakan zat atau senyawa yang dapat mempercepat terjadinya suatu reaksi tanpa turut bereaksi (Moore dan Pearson, 1981). Katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah zeolit. Zeolit saat ini banyak digunakan sebagai komponen aktif dalam katalis perengkahan (Hayati, 2006). Zeolit telah diketahui berperan penting sebagai katalis asam pada industri pengolahan minyak bumi dan petrokimia, termasuk untuk proses perengkahan dan isomerisasi hidrokarbon (Setyawan *et al.*, 2003). Mengingat zeolit alam sangat banyak dan murah terutama di Indonesia,

maka penggunaannya sebagai katalis dapat menurunkan biaya produksi (Trisunaryanti *et al.*, 1996).

Zeolit dengan komposisi utama kristal aluminosilikat yang tersusun dari kerangka tetrahedral dengan *order-sharing* antara $[\text{SiO}_4]$ dan $[\text{AlO}_4]$. Zeolit saat ini banyak digunakan sebagai komponen aktif dalam katalis *cracking* (Fitria Hayanti, 2006). Hamdan (1992) mengemukakan, zeolit adalah suatu mineral berupa kristal silika alumina yang terdiri dari tiga komponen, kation yang dapat dipertukarkan, kerangka aluminosilikat dan air. Zeolit berstruktur tiga dimensi dan mempunyai pori-pori atau ruang-ruang yang dapat diisi oleh kation lain atau molekul air tanpa merusak struktur zeolit (Sutarti dan Mursi, 1994).

Zeolit yang digunakan untuk penelitian ini berukuran 100 mesh. Zeolit berukuran kecil memiliki luas permukaan per satuan bobot bahan yang jauh lebih besar dibandingkan zeolit berukuran besar (Suharyanto, *et al.*, 2006). Butiran-butiran zeolit berukuran lebih kecil mampu menyerap dan melakukan proses perengkahan molekul-molekul minyak jarak pagar menjadi gugus-gugus yang lebih sederhana dengan rantai atom karbon yang lebih pendek dibandingkan dengan zeolit yang berukuran lebih besar.

Pemilihan minyak jarak pagar untuk penelitian ini dengan alasan, minyak jarak pagar sangatlah prospektif, disamping minyak jarak pagar bukan termasuk minyak untuk kebutuhan pangan. Minyak jarak pagar termasuk golongan minyak nabati dengan kandungan utamanya adalah senyawa trigliserida yang mempunyai nilai rasio H/C yang mirip dengan hidrokarbon minyak bumi (Setiadi dan Bayu Arifianto 2007).

Pengujian terhadap hasil distilasi dari proses perengkahan minyak jarak pagar menggunakan GC-MS. Pemilihan alat GC-MS dengan alasan, gas kromatografi telah banyak dilakukan dalam pengujian antara lain : gas-gas hidrokarbon ringan hingga lilin, aspal, dan minyak kasar (Sastrohamidjojo, 2001). Spektrometri massa merupakan suatu teknik analisa yang mendasarkan pemisahan berkas ion-ion yang sesuai

dengan perbandingan massa dengan muatan dan pengukuran intensitas dari berkas ion-ion tersebut (Sastrohamidjojo, H., 2001).

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mempelajari proses perengkahan minyak jarak pagar dengan katalis zeolit terhadap perubahan setruktur kimia dan berat moleklnya.
2. Memberikan alternatif penggunaan hidrokarbon minyak jarak pagar untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi bahan bakar hayati melalui proses perengkahan tanpa katalis dan dengan katalis zeolit.

Indikator keberhasilan dari penelitian ini adalah, bila terjadi proses perengkahan oleh katalis zeolit terhadap minyak jarak pagar dari gugus rantai atom karbon panjang menjadi gugus-gugus rantai atom karbon yang lebih sederhana.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di laboratorium proses Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang. Pengujian terhadap produk hasil perengkahan minyak jarak pagar dilakukan di Laboratorium Kimia Organik FMIPA-Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah minyak jarak pagar dari perkebunan Balai Agroteknologi Terpadu Jalan Raya Palembang - Prabumulih Km 42. Zeolit alam asal lampung dengan ukuran 100 mesh.

Alat yang digunakan adalah ayakan ukuran 100 mesh, oven Memmert-UM 400, refluks, distilasi, Taika haeting mantle AF 3-10, refrigerator Sibata Coolman C-503, neraca analitis Ohaus AR-2140, thermocople 0-600 °C Taylor

B1 Therm USA, GCMS-QP2010S Shimadzu, labu leher tiga dan gelas ukur.

C. Prosedur Percobaan

Minyak jarak pagar untuk masing-masing percobaan diambil sebanyak 200 ml dimasukkan dalam labu leher tiga ukuran 1000 ml selanjutnya dilakukan proses perengkahan dengan katalis zeolit. Zeolit yang digunakan terlebih dahulu direndam dalam air aquades selama 24 jam, difiltrasi, dicuci hingga pH netral, dan dijemur pada suhu udara luar selama 12 jam dan dikeringkan dalam oven pada suhu 120 °C sampai kadar air $\leq 1\%$. Zeolit dengan kadar air $\leq 1\%$ digerus dengan mortar dan diayak dengan ayakan ukuran 100 mesh.

Percobaan perengkahan minyak jarak pagar dilakukan dengan 3 cara yaitu: *Percobaan pertama*, minyak jarak pagar 200 ml tanpa katalis dilakukan perengkahan pada suhu 300 dan 350 °C selama 3 jam; *Percobaan kedua*, minyak jarak pagar 200 ml dengan katalis zeolit masing-masing 20 g dilakukan perengkahan pada suhu 300 dan 350 °C selama 3 jam dan *Percobaan ketiga*, minyak jarak pagar 200 ml dengan katalis zeolit masing-masing 25 g dilakukan perengkahan pada suhu 300 °C dan 350°C selama 3 jam.

Hasil dari masing-masing proses perengkahan dilakukan distilasi pada suhu 350 °C sampai mencapai volume 80% dari volume minyak jarak pagar 200 ml.

Minyak jarak pagar bahan baku, minyak jarak pagar hasil distilasi dari perengkahan tanpa katalis dan minyak jarak pagar hasil distilasi dari perengkahan dengan katalis zeolit dilakukan pengujian menggunakan instrumen analisis gas kromatografi spectrometri massa GCMS-QP2010S merek Shimadzu. Hasil pengujian bertujuan untuk mengetahui terjadinya persenyawaan kimia baru yang terbentuk dari proses perengkahan.

Kondisi operasi GCMS-QP2010S Shimadzu menggunakan kolom Rtx-5MS panjang 30 meter, ID 0,25 m, gas

pembawa Helium dan pengion EL. Suhu column oven 60 °C, suhu injection 320 °C, injection mode split, flow control mode pressure, pressure 10,9 kPa, total flow 60,0 mL/minit, column flow 0,50 mL/min, linear velocity 25,8 cm/sec, purge flow 3,0 mL/min. split ratio 113, high pressure injection off, carrier gas saver off dan splitter hold off.

Program suhu oven :

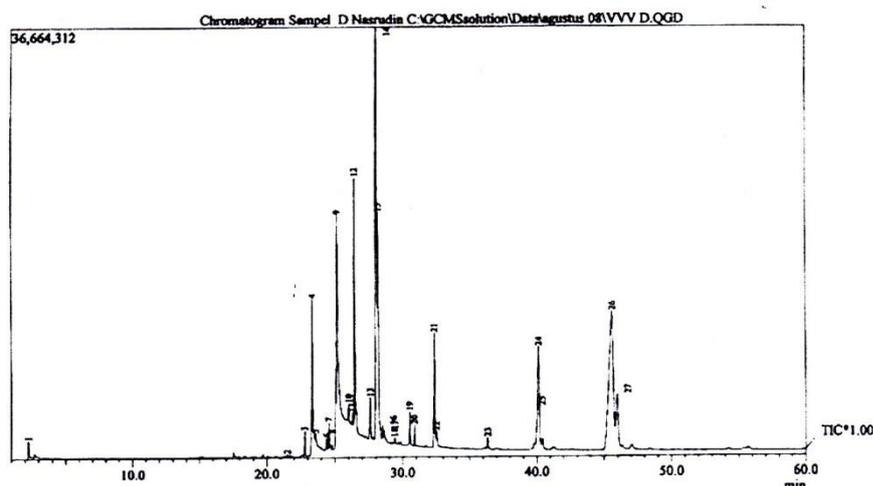
Rate	Suhu °C	Hold time (min)
-	60,0	5,00
10,0	300,0	21,00

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persenyawaan kimia dan berat molekul minyak jarak pagar

Hasil analisis persenyawaan kimia dan berat molekul minyak jarak pagar tanpa perlakuan dengan menggunakan GCMS-QP2010S disajikan dalam bentuk kromatogram dengan luas area untuk masing-masing kromatogram berbeda sangat nyata seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Hasil analisis menunjukkan ada 27 kromatogram yang dapat terdeteksi dengan keseluruhan waktu retensi selama 45,982 menit. Kromatogram yang terdeteksi mempunyai luas area yang berbeda dan waktu retensi yang berbeda sesuai dengan sifat fisika-kimia dari persenyawaan kimia dan berat molekul masing-masing persenyawaan kimia yang terkandung dalam minyak jarak pagar.

Hasil deteksi dengan GC-MS menunjukkan kromatogram minyak jarak pagar baru mulai tampil setelah pembacaan pada waktu retensi menit ke 21,516 berjumlah 2 kromatogram. Tampilan pembacaan kromatogram dan luas area dari masing-masing kromatogram oleh GC-MS berhubungan langsung dengan formula dari persenyawaan kimia, jumlah ikatan rantai atom karbon dan berat molekul dari masing-masing persenyawaan kimia yang terkandung dalam minyak jarak pagar.



Gambar 1. Kromatogram total ion senyawa kimia minyak jarak pagar

Minyak jarak pagar dari hasil deteksi dengan GC-MS termasuk dalam kelompok minyak nabati yang mempunyai rantai atom karbon panjang antara C_{11} sampai dengan C_{30} . Berat molekul dari masing-masing persenyawaan kimia penyusun minyak jarak pagar antara 200 sampai dengan 444. Persenyawaan kimia yang terdeteksi dengan rantai karbon C_{11} antara lain: $C_{11}H_{20}O_3$ (Decanoic acid, 2-oxo-, methyl ester (CAS) METHYL BETA-KETODECANOATE) dan persenyawaan kimia dengan rantai karbon C_{30} berat molekulnya 444 persenyawaan kimia dengan formula: $C_{30}H_{52}O_2$. Konsentrasi dari masing - masing persenyawaan kimia digambarkan dalam bentuk kromatogram dengan luas area kromatogram dan waktu retensi yang berbeda (Gambar 1).

Hasil analisis minyak jarak pagar dari data yang terbaca oleh GC-MS menunjukkan, terdapat enam area kromatogram terluas dengan waktu retensi dan ketinggian peak yang berbeda. Perbedaan ini menunjukkan adanya perbedaan dari persenyawaan kimia dan perbedaan berat molekul yang terkandung dalam minyak jarak pagar. Persenyawaan kimia dengan berat molekul lebih rendah dan rantai atom karbon pendek dari hasil pengujian muncul terlebih dahulu jika dibanding dengan persenyawaan kimia dengan berat molekul yang lebih tinggi dan rantai atom karbon panjang (Zuas, 2004).

Kromatogram minyak jarak pagar sebelum waktu retensi menit ke 21,516

tampil hanya 1 kromatogram dengan luas area 0,36% yaitu pada waktu retensi menit ke 2,268. Kromatogram minyak jarak pagar setelah waktu retensi menit ke 21,516 tampil sebanyak 26 kromatogram. Hal ini menunjukkan, komposisi utama dari persenyawaan kimia dan berat molekul minyak jarak pagar bahan baku terdiri dari persenyawaan kimia dengan rantai atom karbon panjang.

Hasil dari beberapa penelitian terdahulu menyatakan bahwa, minyak jarak banyak mengandung asam risinoleat dengan struktur molekul asam cis-12-hidroksioktadeka-9-enoat dengan satu gugus fungsi hidroksi (Annual Book of ASTM Standards, D961).

Persenyawaan kimia minyak jarak pagar dan berat molekulnya dari hasil analisis yang telah dilakukan, jika dibandingkan dengan hasil analisis dari beberapa penelitian terdahulu menunjukkan adanya perbedaan yang cukup signifikan. Perbedaan ini tentunya dapat menggambarkan bahwa, setiap persenyawaan kimia yang terkandung dalam minyak jarak pagar secara umum mempunyai karakteristik yang berbeda sesuai dengan kondisi lingkungan, umur tanaman dan dari mana minyak jarak pagar itu berasal.

Hasil dari pembacaan dengan GC-MS menunjukkan, persenyawaan kimia minyak jarak pagar berdasarkan luas area kromatogram dapat digolongkan menjadi 6 golongan persenyawaan kimia yang

dominan. Golongan pertama dengan luas area 23,36% dengan waktu retensi pada menit ke 28,108 terdiri dari tiga kelompok. *Kelompok pertama* dengan berat molekul 298 persenyawaan kimianya $C_{18}H_{31}ClO$ yaitu: 9,12-Octadecadienoyl chloride. *Kelompok kedua* berat molekul 210 dengan persenyawaan kimianya adalah: $C_{14}H_{26}O$ yaitu: 13-Tetradecenal.

Kelompok ketiga berat molekul 266 persenyawaan kimianya $C_{18}H_{34}O$ nama persenyawaan kimianya adalah: 9-Octadecenal. Golongan ke dua luas area kromatogram 19,66% waktu retensi menit ke 45,608 terbagi dalam tiga kelompok. *Kelompok pertama* berat molekul 444 persenyawaan kimianya adalah: $C_{30}H_{52}O_2$ (TRYCYCLO[20.8.OE7,16]TRIACONTAN) *Kelompok kedua* berat molekul 252 persenyawaan kimianya adalah: $C_{17}H_{32}O$ (R)-(-)-14-Methyl-8-Hexadecyn-1-ol. *Kelompok ketiga* berat molekul 310 persenyawaan kimianya adalah: $C_{20}H_{38}O_2$ (Ethanol, 2-(9,12-octadecadienyl)oxy).

Golongan ke tiga dengan luas area 14,43% waktu retensi menit ke 25,208 terbagi empat kelompok. *Kelompok pertama* berat molekul 280 persenyawaan kimianya adalah: $C_{18}H_{32}O_2$ (9,12-Octadecadienoic acid). *Kelompok ke dua* berat molekul 266 persenyawaan kimianya: $C_{18}H_{34}O$ (9-Octadecenal).

Kelompok ke tiga berat molekul 268 persenyawaan kimianya: $C_{18}H_{36}O$ persenyawaan kimianya: Oley Alcohol. *Kelompok ke empat* berat molekul 266 persenyawaan kimianya $C_{15}H_{30}O$ (6-Pentadecen-1-ol).

Golongan ke empat luas area 7,12 waktu retensi 26,475 terbagi lima kelompok. *Kelompok pertama* berat molekul 314 persenyawaan kimianya $C_{18}H_{34}O_4$ (Octadecanedioic acid). *Kelompok ke dua* berat molekul 314 persenyawaan kimianya $C_{16}H_{32}O_2$ nama persenyawaan kimianya Octadecanedioic acid. *Kelompok ke tiga* berat molekul 256 persenyawaan kimianya adalah $C_{16}H_{32}O_2$ (Hexadecanoic acid). *Kelompok ke empat* berat molekul 200 persenyawaan kimianya $C_{11}H_{20}O_3$ (Decanoic Acid). *Kelompok ke lima* berat molekul 218 persenyawaan kimianya $C_{12}H_{23}ClO$ (Dodecanoyl chloride).

Golongan ke lima dengan luas area 6,47 waktu retensi 32,392 terbagi dalam lima kelompok. *Kelompok pertama* berat molekul 268 persenyawaan kimianya $C_{18}H_{36}O$ (9-Octadecen-1-ol). *Kelompok ke dua* berat molekul 298 persenyawaan kimianya $C_{18}H_{31}ClO$ (9-12-Octadecadienoyl chloride). *Kelompok ke tiga* berat molekul 280 persenyawaan kimianya adalah: $C_{18}H_{32}O_2$ (9,12-Octadecadienoic acid). *Kelompok ke empat* berat molekul 278 persenyawaan kimianya adalah: $C_{20}H_{38}$ (9-Eicosyne). *Kelompok ke lima* berat molekul 250 persenyawaan kimianya adalah: $C_{18}H_{34}$ (9-Octadecyne).

Golongan ke enam luas area 6,47 waktu retensi 23,358 terbagi dalam dua kelompok. *Kelompok pertama* dengan berat molekul 256 persenyawaan kimianya $C_{16}H_{32}O_2$ (Hexadecanoic acid). *Kelompok ke dua* berat molekul 284 persenyawaan kimianya $C_{18}H_{36}O_2$ (Octadecanoic acid).

Minyak jarak pagar seperti telah diuraikan di atas dan dari Gambar 1 mempunyai persenyawaan kimia, berat molekul, waktu retensi, luas area kromatogram dan tampilan kromatogram yang berbeda. Menurut Marlina *et al.*, (2004) minyak jarak pagar memiliki gugus -OH, ikatan rangkap dan serapan -OH lebih lemah dibandingkan dengan ikatan rangkapnya. Serapan -OH yang lemah dapat berpengaruh langsung terhadap tampilan kromatogram dan luas area kromatogram dari pembacaan GC-MS. Hasil analisis minyak jarak pagar menunjukkan puncak tertinggi terjadi pada waktu retensi menit ke 28,107 dengan luas area 23,36% persenyawaan kimianya adalah 9,12-Octadecadienoyl chloride. Puncak tertinggi kedua terdeteksi pada waktu retensi menit ke 45,608 dengan luas area kromatogram 14,43% dengan persenyawaan kimianya adalah: TRICYCLO[20.8.OE7,16]TRIACONTAN.

Menurut Marlina *et al.*, (2004) minyak jarak pagar memperlihatkan puncak tertinggi pada waktu retensi 19,550 dan 21,258 detik yang merupakan asam-asam lemak bebas, seperti asam risinoleat, asam palmitat, asam linoleat

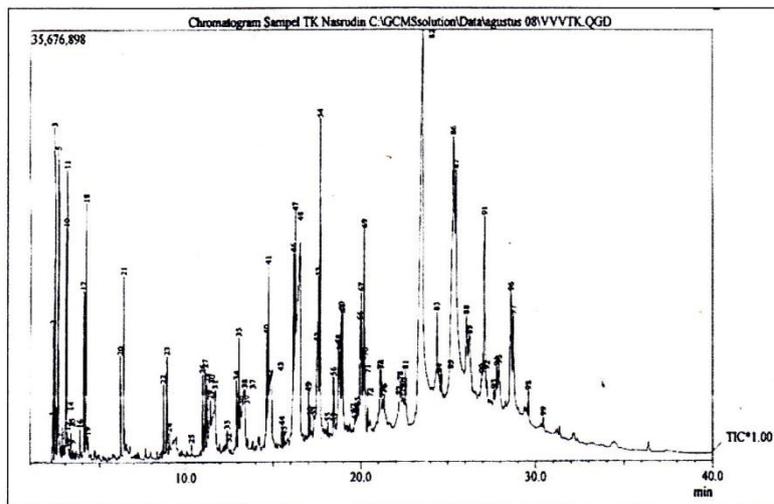
dan asam olet. Hal ini menunjukkan, persenyawaan kimia yang terkandung dalam minyak jarak pagar dapat dipengaruhi oleh umur tanaman, waktu pemanenan dan keadaan lingkungan tempat tumbuh tanaman jarak pagar.

B. Perengkahan minyak jarak pagar tanpa katalis selama 3 jam suhu 350 °C.

Hasil analisis GC-MS terhadap minyak jarak pagar tanpa katalis selama 3 jam diperlihatkan pada Gambar 2. Proses cracking dilakukan dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan pendingin tegak

bertingkat dialiri dengan air pendingin suhu yang dikondisikan 14 °C dari refrigerator.

Air pendingin suhu 14 °C pada proses refluks bertingkat, bertujuan untuk mengkondensasikan persenyawaan kimia yang bertitik didih rendah yang mudah menguap selama proses *cracking* berlangsung.



Gambar 2. Kromatogram minyak jarak pagar hasil perengkahan tanpa katalis selama 3 jam suhu 350 °C

Hasil perengkahan minyak jarak pagar pada suhu 350 °C selama 3 jam dari data GC-MS menunjukkan, telah terjadi proses perengkahan molekul-molekul hidrokarbon yang berantai atom karbon panjang menjadi rantai atom karbon yang lebih sederhana oleh pengaruh suhu 350 °C. Suhu perengkahan dapat memicu terjadinya kenaikan laju semua reaksi substitusi dan eliminasi. Reaksi eliminasi biasanya memiliki E_{akt} yang lebih tinggi, dan suhu 350 °C memungkinkan lebih banyak molekul untuk sanggup mencapai keadaan transisi eliminasi (Fessenden dan Fessenden, 1990).

Minyak jarak pagar yang telah mengalami perengkahan dengan perlakuan panas pada suhu 350 °C selama 3 jam, jika dibandingkan dengan minyak jarak pagar bahan baku (Gambar 1) terlihat perbedaan yang cukup signifikan terutama jika dilihat dari waktu retensi, tampilan kromatogram dan luas area masing-masing kromatogramnya.

Minyak jarak bahan baku dari Gambar 1 memperlihatkan, kromatogram baru tampil setelah pembacaan waktu retensi menit ke 21,516 dengan luas area kromatogramnya 0,36%, sedangkan jika dilihat dari tampilan Gambar 2 minyak jarak dengan perlakuan perengkahan tanpa katalis kromatogram yang tampil,

setelah menit ke 20,023 sebanyak 67 kromatogram.

Minyak jarak pagar yang dapat direngkahkan melalui perlakuan ini, dilihat dari jumlah kromatogram yang dihasilkan secara keseluruhan yaitu sebanyak 99 kromatogram dengan waktu retensi 30,438 menit, jika dibandingkan dengan minyak jarak pagar bahan baku (Gambar 1) hanya menghasilkan 27 kromatogram dengan waktu retensi yang lebih lama yaitu 45,982 menit. Hasil analisis dari tampilan Gambar 1 jika dibandingkan dengan tampilan Gambar 2, maka dapat dikatakan bahwa proses perengkahan pada perlakuan ini dapat menghasilkan persenyawaan kimia baru.

Indikator adanya persenyawaan kimia baru dapat dilihat dari jumlah kromatogram dan banyaknya rantai atom karbon yang dapat terpotong melalui proses perengkahan secara fisik tanpa katalis pada suhu 350 °C selama 3 jam (Gambar 2).

Persenyawaan kimia dominan yang dapat dihasilkan dari proses perengkahan tanpa katalis (Gambar 2) suhu 350 °C selama 3 jam berdasarkan luas area kromatogramnya maka dapat digolongkan menjadi tiga golongan. Pertama kromatogram dengan luas area antara 0,09%–2,18% terdapat 91 kromatogram. Ke dua kromatogram dengan luas area antara 2,18%–3,18% terdapat 3 kromatogram. Ke tiga kromatogram dengan luas area antara 3,18% - 12,71% terdapat 5 kromatogram.

Perengkahan secara fisik pada suhu 350 °C selama 3 jam menghasilkan kromatogram terluasnya adalah 12,71% dengan waktu retensi selama 23,554 menit terdiri dari tiga golongan persenyawaan kimia yaitu: *pertama* persenyawaan kimia dengan rumus molekul $C_{16}H_{32}O_2$ berat molekul 256 (Hexadecanoic acid). *Kedua* $C_{15}H_{30}O_2$ berat molekul 242 (Pentadecanoic acid), dan *ketiga* $C_{16}H_{32}O_2$ dengan berat molekul 256 nama dari persenyawaan kimianya adalah Hexadecanoic acid.

Indikator yang menyatakan telah terjadinya proses perengkahan minyak jarak pagar oleh perlakuan panas pada suhu 350 °C selama 3 jam ditandai dengan adanya proses pemutusan sejumlah persenyawaan kimia yang berantai atom karbon panjang seperti $C_{30}H_{52}O_2$ (TRYCYCLO[20.8.OE7,16]TRIACONTA) dengan berat molekul 444 menjadi beberapa rantai atom karbon pendek seperti: C_5H_{12} ; $C_5H_{10}O$ dan C_6H_{14} .

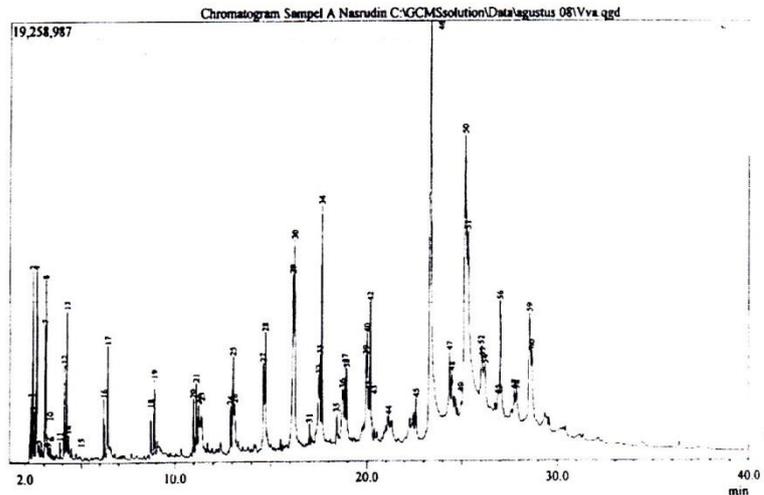
Proses perengkahan tanpa katalis mempunyai beberapa kelemahan, diantaranya persenyawaan kimia baru yang terbentuk masih ada yang berantai atom karbon panjang seperti: $C_{15}H_{32}$; $C_{14}H_{30}$; $C_{16}H_{32}O_2$; $C_{18}H_{34}O_2$; $C_{18}H_{36}O_2$; $C_{19}H_{38}$; $C_{18}H_{36}$, dan $C_{23}H_{46}$.

Rantai atom karbon panjang yang tidak terpotong pada proses perengkahan minyak jarak pagar untuk perlakuan ini disebabkan oleh kinerja suhu 350 °C tanpa bantuan katalis selama 3 jam mempunyai keterbatasan melakukan pemotongan persenyawaan kimia yang berantai atom karbon panjang yang terkandung dalam minyak jarak pagar.

C. Perengkahan minyak jarak pagar dengan katalis zeolit selama 3 jam suhu 350 °C

Perubahan sifat fisika kimia minyak jarak pagar dengan katalis zeolit 20 g yang tidak diaktifasi melalui proses perengkahan secara fisika-kimia pada suhu 350 °C selama 3 jam seperti disajikan pada Gambar 3.

Hasil pembacaan GC-MS dari proses perengkahan minyak jarak pagar selama waktu retensi 28,681 menit dapat menghasilkan 60 kromatogram yang masing-masing kromatogramnya mempunyai karakteristik dan luas area yang berbeda sesuai dengan konsentrasi dan berat molekul dari masing-masing persenyawaan kimia yang terdeteksi.



Gambar 3. Kromatogram minyak jarak pagar hasil perengkahan dengan katalis zeolit suhu 350 °C selama 3 jam

Persenyawaan kimia yang dapat terdeteksi dari hasil perengkahan minyak jarak dengan 20 g katalis zeolit umumnya terdiri dari persenyawaan kimia dengan rantai atom karbon C_5 sampai dengan C_{39} . Hasil perengkahan dengan katalis zeolit pada perlakuan ini berdasarkan luas area kromatogramnya dapat digolongkan menjadi tiga golongan. Golongan pertama dengan luas area kromatogram antara 0,14%-2,20% berjumlah 51 kromatogram. Golongan kedua luas area kromatogram 2,20% - 3,85% berjumlah 6 kromatogram. Golongan ketiga luas area kromatogram 3,85%-16,52% berjumlah 3 kromatogram.

Kromatogram-kromatogram yang terbentuk dari hasil perengkahan umumnya berasal dari persenyawaan kimia yang berantai atom karbon pendek terutama dari persenyawaan kimia seperti Butane, 2-metyl dengan berat molekul 72, Hexane (CAS) n-Hexane, $n-C_6H_{14}$ dengan berat molekulnya 86.

Proses perengkahan minyak jarak pagar dengan 20 g katalis zeolit pada suhu 350 °C selama waktu perengkahan 3 jam seperti terlihat pada Gambar 2 diatas untuk waktu retensi 28,681 menit dapat menghasilkan 60 kromatogram. Menurut Handayani *et al.*, (2004) semakin tinggi suhu reaksi, maka konversi semakin bertambah sebab tenaga kinetik yang dimiliki oleh molekul-molekul reaksi semakin besar.

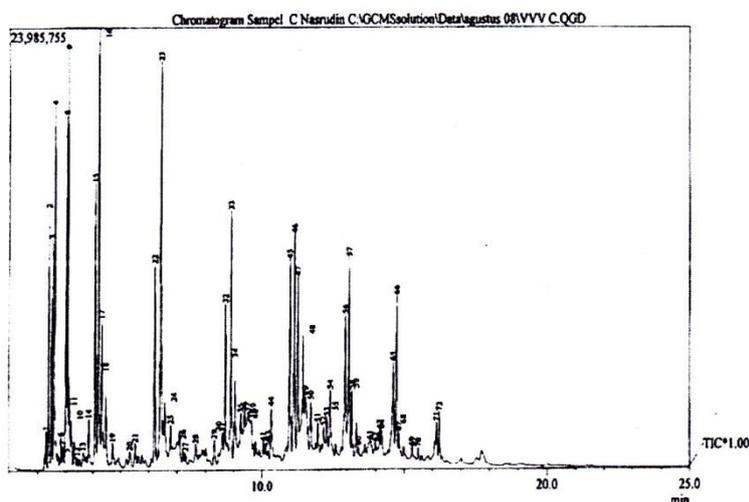
Suhu reaksi yang tinggi dapat meningkatkan tumbukan antara molekul-molekul pereaksi, sehingga kemungkinan untuk menghasilkan reaksi kimia semakin besar. Profil dari masing-masing kromatogram yang ditampilkan umumnya mempunyai perbedaan yang cukup signifikan sesuai dengan waktu retensi, profil kromatogram, luas area kromatogram dan sesuai pula dengan persenyawaan kimia dan konsentrasi persenyawaan kimia yang terkandung dari masing-masing kromatogram.

Komposisi kimia minyak jarak pagar hasil dari deteksi dengan GC-MS seperti diperlihatkan pada Gambar 1, berbeda cukup signifikan jika dibandingkan dengan kromatogram yang ditampilkan dari hasil perengkahan minyak jarak pagar tanpa katalis seperti diperlihatkan pada Gambar 2 dan dengan kromatogram hasil perengkahan minyak jarak pagar dengan katalis zeolit yang tidak diaktivasi (Gambar 3). Perbedaan ini tentunya dapat dipakai sebagai salah satu indikator untuk menyatakan bahwa, proses perengkahan persenyawaan kimia minyak jarak pagar dengan katalis zeolit yang tidak diaktivasi dapat memotong persenyawaan kimia yang berantai atom karbon panjang minyak jarak pagar seperti $C_{30}H_{52}O_2$, menjadi persenyawaan kimia baru yang lebih sederhana seperti butana.

Mekanisme terjadinya proses perengkahan minyak jarak pagar dari gugus rantai atom karbon panjang seperti asam risinoleat dengan struktur molekul asam cis-12-hidroksioktadeka-9-enoat menjadi persenyawaan kimia baru antara lain adalah butana (C_5H_{12}), 2-methyl (CAS) Isopentane, 2-Methylbutane. Mekanisme terjadinya proses perengkahan tidak terlepas dari peranan aktif katalis zeolit, tingginya suhu perengkahan dan lamanya waktu perengkahan.

D. Perengkahan minyak jarak pagar dengan katalis zeolit selama 3 jam suhu 300 °C

Perengkahan terhadap 200 ml minyak jarak pagar dengan katalis zeolit



Gambar 4. Kromatogram minyak jarak pagar perengkahan dengan katalis zeolit suhu 300 °C selama 3 jam

Proses selama 3 jam dengan 25 g katalis zeolit pada suhu 350 °C selama 3 jam waktu retensi 10,968 hanya menghasilkan 20 kromatogram, demikian juga jika dibandingkan perengkahan katalis sela selama 3 jam suhu 350 °C untuk waktu retensi 10,341 menit hanya menghasilkan 25 kromatogram. Minyak jarak pagar tanpa perlakuan untuk waktu retensi yang sama yaitu 10 menit kromatogramnya belum terdeteksi secara nyata. Kromatogram minyak jarak pagar baru terdeteksi setelah waktu retensi menit ke 21,516 yaitu hanya 2 kromatogram.

25 g selama waktu retensi 16,245 menit dapat menghasilkan 72 kromatogram dengan tampilan dan luas area dari masing-masing kromatogram yang berbeda seperti disajikan pada Gambar 4. Jumlah kromatogram yang dihasilkan dari proses perengkahan minyak jarak pagar dengan katalis zeolit 25 g pada suhu 300°C selama 3 jam untuk waktu retensi 10,051 menit berjumlah 41 kromatogram. Jumlah kromatogramnya jauh lebih besar dibandingkan proses perengkahan dengan 20 g katalis zeolit suhu 350°C selama 3 jam dengan waktu retensi yang sama yaitu 10,968 (Gambar 3).

Perengkahan minyak jarak pagar dengan 25 g katalis zeolit suhu 350 °C selama 3 jam pada 10 menit waktu retensi dapat menghasilkan jumlah kromatogram yang lebih banyak. Hal ini terlihat bahwa, jumlah katalis sangat berpengaruh signifikan terhadap terjadinya proses perengkahan yang dapat menghasilkan persenyawaan kimia baru dengan rantai atom karbon yang lebih sederhana dan dengan jumlah kromatogram yang lebih banyak. Perengkahan dengan katalis zeolit 25 g suhu 300 °C selama 3 jam, secara keseluruhan mampu menghasilkan 72

kromatogram, sedangkan untuk perengkahan dengan katalis zeolit 20 g suhu 350 °C selama 3 jam hanya menghasilkan 60 kromatogram.

Peningkatan konsentersasi katalis yang ditambahkan pada perlakuan proses perengkahan ini sangat berpengaruh nyata terhadap jumlah persenyawaan kimia, kromatogram, luas area puncak, karakteristik dan sifat fisika-kimia dari persenyawaan kimia yang dihasilkan. Menurut Handayani, *et al.*, (2004) semakin tinggi jumlah katalisator, maka konversi makin meningkat. Katalis dapat mengubah reaktan menjadi produk dalam jumlah yang lebih banyak (Septiawati, 1999).

Katalis zeolit dalam proses perengkahan, dari hasil analisis menunjukkan, zeolit sebagai katalis perengkah mempunyai kemampuan untuk memotong persenyawaan kimia dengan rantai atom karbon panjang menjadi persenyawaan kimia dengan rantai atom karbon sederhana. Proses perengkahan yang terjadi berlangsung melalui pori-pori zeolit yang tersedia dalam jumlah yang besar. Zeolit berstruktur tiga dimensi dan mempunyai pori-pori atau ruang-ruang yang dapat diisi oleh kation lain atau molekul air tanpa merusak struktur zeolit (Sutarti dan Nursi, 1994).

Persenyawaan kimia baru yang dihasilkan dari perlakuan ini berasal dari persenyawaan kimia yang terdiri dari 1-Hexanol $C_6H_{14}O$ berat molekul 102; Butane $C_5H_{12}O$ dengan berat molekul 72; 1-Hexanol (CAS) n-Hexanol berat molekul 102; Cyclopentene C_5H_8 berat molekul 68; Butanal, 2-methyl- (CAS) 2-Methylbutanal berat molekul 86; Hexane (CAS) n-Hexane C_6H_{14} berat molekul 86 dan Octane C_8H_{18} berat molekul 114; Nonane (C_9H_{20}) berat molekul 128 waktu retensi 6,425 menit; Tridekane ($C_{13}H_{28}$) berat molekul 184, pentadecane ($C_{15}H_{32}$) berat molekul 212, tridecane ($C_{13}H_{28}$) berat molekul 184 dan Decane ($C_{10}H_{22}$) berat molekul 142.

Proses perengkahan dengan katalis zeolit dari perlakuan ini, umumnya menghasilkan persenyawaan kimia dari golongan butana. Butan dalam spectra massa 1-butana dan 2-butana ion

molekuler adalah merupakan puncak dasar, tetapi puncak ion molekuler untuk anggota yang lebih tinggi adalah lemah (Sastohamidjojo, 2001).

Area kromatogram terluas pada perlakuan ini adalah 6,49% dari waktu retensi pada menit ke 6,426 disusul oleh kromatogram dengan luas area 5,28% dan kromatogram dengan luas area 4,02% waktu retensi menit ke 8. Luas area dari masing-masing kromatogram dapat dipakai sebagai indikator besarnya konsentrasi dari masing-masing persenyawaan kimia yang ada.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, perlakuan proses perengkahan minyak jarak pagar dengan pemanasan tanpa katalis suhu 350 °C selama 3 jam, perlakuan dengan katalis zeolit 20 gram suhu 350 °C selama 3 jam, dan dengan katalis zeolit 25 gram 300 °C selama 3 jam dapat melakukan proses perengkahan dari persenyawaan kimia rantai atom karbon panjang menjadi persenyawaan kimia rantai atom karbon pendek dan sederhana.

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses perengkahan dari perlakuan ini adalah: konsentersasi reaktan, konsentrasi katalis, suhu perengkahan waktu perengkahan.

Penelitian lanjutan disarankan untuk menentukan persenyawaan kimia yang dihasilkan secara kuantitatif dari masing-masing kromatogram.

DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book of ASTM Standards, D961, Washington, D.C. (1976)
- Fessenden dan Fessenden, 1990. Kimia Organik. Penerbit Erlangga Jakarta. (3) hal 210.
- Fitria, H., 2006. Sintesis Zeolit Y Sebagai Komponen Katalis Cracking. Tesis Magister Teknik Kimia ITB.
- Freedman, B., Pryde, E.H. dan Mounts, T.L., (1984). Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1638-1643.

- Fukuda, H., Kondo, A. dan Noda.H., 2001. Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils, *J. Biosci. Bioeng.*, 405-416.
- Gubitz, G.M., M.Mittelbach dan M.Trabi. 1999. Exploitation of the tropical seed plant *Jatropha curcas* L., *Bioresource Technology* (67).
- Hamdan, H., 1992. Introduction to zeolites Synthesis, Characterization, and Modification, Univeriti Teknologi Malaysia.
- Handayani, P.A., P. Suryo dan Saputra., 2004. Kinetika Reaksi Hidrolisis Poliakrilamid dalam Suasana Basa. Program Studi Teknik Kimia. Program Pascasarjana Universitas Gajah Mada. *Teknosains*, 17(3), Hal 427-439.
- Hayati, F. 2006. Sintesis Zeolit Y Sebagai Komponen Katalis Cracking. Master Theses.<http://digilib.itb>.
- Juliati dan Tarigan. 2002. Ester Asam Lemak. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sumatera Utara.
- Ketaren, S. 1986. Pengantar teknologi minyak dan lemak pangan. UI Press, Jakarta.
- Marlina, N.M., Saedia., C.L. Radiman., dan S. Achmad. 2004. Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Sulfat pada Proses Hidroklasi Minyak Jarak (Castor Oil). *Jurnal Matematika dan Sains* Vol.9. No. 2, Hal 249-253
- Moore, J.W. dan Pearson R.G., 1981, *Kinetic and Mechanism*, third edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Sastrohamidjojo, H., 2001. Kromatografi. Penerbit : Liberty, Yogyakarta, (2) hal 106.
- Sastrohamidjojo, H., 2001. Spektroskopi. Penerbit : Liberty, Yogyakarta, (2) hal 186.
- Septiyawati. E., 2000. Pembuatan Katalis Nikel-Karbon Aktif dan Pemanfaatannya untuk Hidrogenasi Benzen, Tesis Pascasarjana Unuversitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Setiadi dan Bayu Arifianto, 2007. Cracking Molekul Trigliserida Minyak Sawit Menjadi Hidrokarbon Fraksi Gasoline Menggunakan Katalis $(B_2)_3/Al_2)_3$. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Setyawan, D., 2002. Pengaruh Perlakuan Asam, Hidrotermal dan Impregnasi Logam Kromium Pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis *dalam* *Jurnal Ilmu Dasar* Vol.3. No.2, FMIPA UNEJ, Jember.
- Sukarmin. 2004. Hidrokarbon dan Minyak Bumi. Departemen Pendidikan Nasional
- Sutarti dan Mursi, 1994. Zeolit: Tinjauan Literatur, Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, Jakarta.
- Suharyanto, T. Panji., M. Irfani dan K. Sayamsu., 2006: Biokonversi CPO dengan Desaturase Amobil Sistem Kontinu pada Skala Semipilot untuk Produksi Minyak mengandung GLA. *Menara Perkebunan*. 74(2), 97-108.
- Studi Penggunaan Mikrowave pada Proses Transesterifikasi Secara Kontinu untuk Menghasilkan Biodiesel. *Jurnal Teknik Mesin* Vol. 9, No. 2 : 54 – 58.
- Trisunaryanti, W., Shiba, R., Miura, M., Nomura, M., Nishiyama, M., dan Matsukata, M., 1996, Characterization and Modification of Indonesian Natural Zeolites and Their Properties for Hydrocracking of Paraffin, *Journal of The Japan Petroleum Institute*, Volume 39, hal 20-25.
- Zuas, O., 2004. Identifikasi dan Karakterisasi Senyawa Nitrogen Mustards Secara Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Jurnal Ilmu Dasar* Vol. 5 No. 2, 91-96.