

**SINTESIS SnO_2 /ZEOLIT ALAM MENGGUNAKAN METODE SONIKASI SEBAGAI
KATALIS PADA REAKSI ESTERIFIKASI ASAM OLEAT**

SKRIPSI

**Oleh:
RISMA DWI WULANDARI
NIM. 20063110071**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**SINTESIS SnO_2 /ZEOLIT ALAM MENGGUNAKAN METODE SONIKASI SEBAGAI
KATALIS PADA REAKSI ESTERIFIKASI ASAM OLEAT**

SKRIPSI

**Oleh:
RISMA DWI WULANDARI
NIM. 200603110071**

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**SINTESIS SnO_2 /ZEOLIT ALAM MENGGUNAKAN METODE SONIKASI SEBAGAI
KATALIS PADA REAKSI ESTERIFIKASI ASAM OLEAT**

SKRIPSI

Oleh:
RISMA DWI WULANDARI
NIM 200603110071

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 19 Desember 2024

Pembimbing I



Susi Nurul Khalifah, M.Si
NIP. 19851020 201903 2 012

Pembimbing II



Ahmad Hanapi, M.Sc
NIP. 19851225 202321 1 021

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Rachmawati Wingsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

**SINTESIS SnO_2 /ZEOLIT ALAM MENGGUNAKAN METODE SONIKASI SEBAGAI
KATALIS PADA REAKSI ESTERIFIKASI ASAM OLEAT**

SKRIPSI

Oleh:
RISMA DWI WULANDARI
NIM 200603110071

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 19 Desember 2024**

Ketua Penguji : Himmatul Barroroh, M.Si
NIP. 19750730 200312 2 001

(.....)

Anggota Penguji I : Lulu'atul Hamidatu Ulya, M.Sc
NIP. 19900906 202321 2 003

(.....)

Anggota Penguji II : Susi Nurul Khalifah, M.Si
NIP. 19851020 201903 2 012

(.....)

Anggota Penguji III : Ahmad Hanapi, M.Sc
NIP. 19851225 202321 1 021

(.....)

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi**



Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Risma Dwi Wulandari
NIM : 200603110071
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Sintesis SnO_2 /Zeolit Alam Menggunakan Metode Sonikasi Sebagai Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Asam Oleat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 19 Desember 2024
Yang membuat pernyataan



Risma Dwi Wulandari
NIM. 200603110071

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, skripsi ini penulis persembahkan kepada:

Pertama, Kedua Orang Tua Tercinta Serta Keluarga

Ayah Suparno dan Ibu Sri Wahyuni, sosok luar biasa yang menjadi sumber kekuatan dan inspirasi dalam setiap langkah hidup penulis. Terima kasih atas cinta tanpa syarat, doa-doa yang tak pernah putus, dan segala pengorbanan yang Ayah dan Ibu berikan sejak penulis kecil hingga saat ini. Keringat dan air mata Ayah dan Ibu adalah semangat penulis untuk menyelesaikan perjalanan ini. Skripsi ini tak akan pernah ada tanpa kasih sayang dan dukungan Ayah dan Ibu yang tulus. Tak lupa untuk nenek penulis tercinta yaitu Ibu Sumiati, penulis mengucapkan banyak terimakasih telah senantiasa menyayangi penulis dengan tulus dan sepenuh hati hingga saat ini.

Kedua, Diri Sendiri

Untuk penulis, yang telah bertahan melalui malam-malam panjang penuh perjuangan, ketidakpastian, dan kelelahan. Terima kasih telah berusaha menjadi lebih baik setiap hari. Skripsi ini adalah bukti bahwa penulis mampu melampaui keterbatasan diri.

Ketiga, Sahabat-Sahabat Tercinta, Terutama Anggota “Calon Sarjana S. Si”

Aisyah, Ummu, Nisa, Pinky, Nurul, Balqis, Dewi yang telah mewarnai hidup penulis dengan canda tawa, dukungan, dan semangat yang tak pernah padam. Kepada sahabat “Adiwidia”, sosok sahabat luar biasa yang selalu ada di sisi penulis dalam suka maupun duka, terima kasih atas semua motivasi, diskusi panjang, dan kata-kata penghiburan yang membuat penulis bertahan di masa-masa sulit. Kehadiran kalian adalah salah satu anugerah terindah dalam hidup penulis.

Keempat, Semua Pihak yang Membantu dalam Proses Ini

Dosen pembimbing, teman seperjuangan Mbak Risa, Mbak Rifa, dan semua orang yang secara langsung maupun tidak langsung telah menjadi bagian dari perjalanan panjang ini.

Terima kasih atas segala bimbingan, ilmu, dan semangat yang telah diberikan kepada penulis.

MOTTO

“Barang siapa bertakwa kepada Allah, niscaya Dia akan membukakan jalan keluar baginya dan memberinya rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka”

(Q.S At-Talaq: 2-3)

“No struggle is ever wasted. Every sweat and every tear is proof of unwavering determination. Though the road is full of thorns and storms rage on, I will stand tall and keep walking toward my dreams”

"Aku percaya bahwa kesuksesan bukan milik mereka yang tidak pernah gagal, tetapi milik mereka yang tidak pernah berhenti mencoba. Setiap hari adalah perjuangan, setiap perjuangan adalah cerita, dan setiap cerita adalah bukti bahwa aku pantas untuk menang"

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah Swt. atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Sintesis SnO_2 /Zeolit Alam Menggunakan Metode Sonikasi Sebagai Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Asam Oleat”**. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada nabi Agung Muhammad saw. yang telah membuka jalan keselamatan untuk kita semua. Tujuan dari penyusunan skripsi untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan strata satu (S1) di Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Penyelesaian skripsi ini dapat disusun dan diselesaikan atas kontribusi, bantuan, doa, semangat, motivasi, dan bimbingan dari banyak pihak. Oleh karena itu penulis menyadari dan menyampaikan terimakasih dan hormat kepada :

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Susi Nurul Khalifah, M.Si selaku dosen pembimbing utama, karena berkat bimbingan, arahan, dan kesabarannya penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc selaku pembimbing agama yang telah memberikan arahan, nasihat, dan bimbingan kepada penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Seluruh dosen pengajar Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmu, pengetahuan dan wawasan yang bermanfaat bagi penulis.
7. Kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan doa dan semangat dalam setiap langkah proses perjalanan penulis dari kecil hingga sekarang
8. Seluruh teman-teman terutama sahabat “ADIWIDIYA” yang senantiasa memberikan bantuan serta *support* kepada penulis
9. Semua pihak yang berpartisipasi membantu penulis baik dalam hal moral, maupun spiritual sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan baik

Atas segala bimbingan dan bantuan serta kerjasama yang baik yang telah diberikan selama kuliah, maka penulis ucapkan banyak terimakasih dan hanya dapat mendo'akan semoga kebaikan tersebut dibalas oleh Allah Swt dengan pahala yang berlipat ganda

Aamiin. Selain itu, penulis menyadari bahwa di dalam penulisan penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka dengan segala kerendahan hati penulis memohon kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata penulis berharap dengan adanya penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Wasalamualaikum Wr. Wb

Malang, 19 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ix
MOTTO.....	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
ABSTRAK	xxiii
ABSTRACT	xxv
مستخلص البحث.....	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Zeolit Alam	5
2.2 Timah(II) klorida (SnCl_2)	7
2.3 Asam Oleat	8
2.4 Katalis	9
2.5 Reaksi Esterifikasi	10
2.6 Karakterisasi	11
2.6.1 Analisis Kristalinitas Katalis dengan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	11
2.6.2 Analisis Kristalinitas Katalis dengan <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	12
2.6.3 <i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i> (GC-MS)	13
2.6.4 <i>Surface Area Analyzer</i> (SAA).....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan	15
3.3 Rancangan Penelitian	15
3.4 Tahapan Penelitian.....	16
3.5 Prosedur Penelitian	16
3.5.1 Preparasi Zeolit Alam	16
3.5.2 Aktivasi Zeolit Alam	16
3.5.3 Sintesis Katalis.....	16
3.5.4 Karakterisasi	17
3.5.5 Analisis Menggunakan GC-MS	18
3.5.6 Analisis Data	18

BAB IV PEMBAHASAN	21
4.1 Karakteristik Zeolit Alam	21
4.2 Karakteristik Sn/Zeolit Alam Hasil Sintesis dengan Metode Sonikasi.....	22
4.3 Analisis GC-MS Produk Hasil Reaksi Esterifikasi Asam Oleat dengan Bantuan Katalis.....	25
4.5 Hasil Penelitian Menurut Prespektif Islam.....	28
BAB V PENUTUP.....	31
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variasi Katalis.....	17
Tabel 4.1 Kandungan Unsur dalam Zeolit Alam sebelum dan sesudah aktivasi	21
Tabel 4.2 Kandungan unsur Zeolit Alam Teraktivasi dan setelah modifikasi Sn/Zeolit Alam	24
Tabel 4.3 Luas Permukaan Katalis Hasil Karakterisasi Menggunakan SAA	24
Tabel 4.4 Dugaan komposisi senyawa pada produk hasil reaksi esterifikasi menggunakan katalis zeolit alam.....	26
Tabel 4.5 Dugaan komposisi senyawa pada produk hasil reaksi esterifikasi menggunakan katalis SnO ₂ /Zeolit alam.....	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kerangka zeolit yang terbentuk dari ikatan SiO_4 dan AlO_4 yang saling dihubungkan oleh atom-atom oksigen	5
Gambar 2.2	Pola difraktogram standard zeolit.....	6
Gambar 2.3	Kerangka struktur zeolit MOR.....	6
Gambar 2.4	Difraktogram zeolit MOR tanpa templet organik.....	7
Gambar 2.5	Struktur Molekul Asam Oleat	9
Gambar 2.6	Reaksi Esterifikasi	10
Gambar 2.7	Mekanisme reaksi esterifikasi	11
Gambar 4.1	Difraktogram XRD (a) Standar Mordenit (JCPDS 00-049-0924), (b) Zeolit Alam Bandung Sebelum Teraktivasi, (c) Zeolit Alam Teraktivasi HF 1%	22
Gambar 4.2	Difraktogram XRD (a) Standar SnO_2 (00-041-1445), (b) SnO_2 /Zeolit Alam (c) Zeolit Alam Terktivasi	23
Gambar 4.3	kromatogram produk reaksi esterifikasi menggunakan katalis (a) zeolit alam (b) SnO_2 /Zeolit alam	25
Gambar 4.4	Spektra massa senyawa puncak asam linoleat pada waktu retensi pada m/z 280	27
Gambar 4.5	Spektra massa senyawa puncak metil oleat pada waktu retensi pada m/z 296	28
Gambar 4.6	Dugaan Pola Fragmentasi Metil Oleat	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tahapan Penelitian	37
Lampiran 2. Diagram Alir	38
Lampiran 3. Perhitungan	41
Lampiran 4. Perhitungan Hasil Penelitian	43
Lampiran 5. Data hasil XRF.....	45
Lampiran 6. Hasil karakterisasi menggunakan XRD	47

ABSTRAK

Wulandari, R. D. 2024. **Sintesis SnO_2 /Zeolit Alam Menggunakan Metode Sonikasi Sebagai Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Asam Oleat**. Skripsi. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Susi Nurul Khalifah, M.Si; Pembimbing II: Ahmad Hanapi, M.Sc.

Kata Kunci: SnO_2 /Zeolit Alam, Sonikasi, Esterifikasi, Asam Oleat, Metil Ester

Penelitian ini membahas mengenai sintesis Sn /zeolit alam menggunakan metode sonikasi sebagai katalis pada reaksi esterifikasi asam oleat. Zeolit alam dimodifikasi dengan penambahan Sn untuk meningkatkan aktivitas katalitiknya. Metode sonikasi digunakan untuk mempercepat proses sintesis dan meningkatkan penyebaran Sn pada zeolit alam. Katalis yang dihasilkan diuji dalam reaksi esterifikasi asam oleat, yang merupakan tahap yang penting dalam produksi biodiesel. Karakterisasi katalis melibatkan teknik XRD, XRF, dan *surface area analyzer* (SAA) untuk menganalisis struktur kristal, komposisi, serta sifat katalitik. Serta penggunaan GC-MS untuk menganalisis hasil reaksi esterifikasi. Pengujian reaksi esterifikasi asam oleat dilakukan dengan variasi katalis yakni katalis zeolit alam dan SnO_2 -Zeolit alam. Hasil karakterisasi XRD Zeolit alam menunjukkan bahwa zeolit alam tersebut merupakan zeolit jenis mordenit. Sintesis SnO_2 /Zeolit alam menunjukkan keberhasilan dengan hasil XRD dan XRF yang memiliki puncak baru dan dengan adanya unsur Sn sebesar 48% setelah proses pengembunan. Luas permukaan yang didapat pada karakterisasi menggunakan *surface area analyzer* menunjukkan penurunan pada katalis zeolit alam setelah SnO_2 diembankan. Reaksi esterifikasi menggunakan variasi katalis zeolit alam dan SnO_2 /zeolit alam menghasilkan konversi metil oleat sebesar 15.56% asam linoleat sebesar 82.60% pada katalis zeolit alam, metil oleat 14.06% asam linoleat 73.14% pada katalis SnO_2 / zeolite alam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai dari metil ester dipengaruhi oleh katalis zeolit alam dan SnO_2 / zeolit alam yang digunakan.

ABSTRACT

Wulandari, R. D. 2024. **Synthesis of SnO₂/Natural Zeolite Using the Sonication Method as a Catalyst in the Oleic Acid Esterification Reaction**. Thesis. Chemistry Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor I: Susi Nurul Khalifah, M.Si; Supervisor II: Ahmad Hanapi M,Sc

Keywords: SnO₂/Natural Zeolite, Sonication, Esterification, Oleic Acid, Methyl Ester

This research discusses the synthesis of natural Sn/zeolite using the sonication method as a catalyst in the oleic acid esterification reaction. Natural zeolite was modified with the addition of Sn to increase its catalytic activity. The sonication method is used to speed up the synthesis process and increase the distribution of Sn in natural zeolites. The resulting catalyst was tested in the oleic acid esterification reaction, which is an important step in biodiesel production. Catalyst characterization involves XRD, XRF and Surface Area Analyzer (SAA) techniques to analyze the crystal structure, composition and catalytic properties. As well as the use of GC-MS to analyze the results of the esterification reaction. Testing of the oleic acid esterification reaction was carried out with a variety of catalysts, namely natural zeolite and natural SnO₂-Zeolite catalysts. The results of XRD characterization of natural zeolite show that the natural zeolite is a mordenite type zeolite. The synthesis of SnO₂/Natural Zeolite showed success with XRD and The surface area obtained from characterization using the Surface Area Analyzer shows a decrease in the natural zeolite catalyst after SnO₂ is applied. The esterification reaction using a variety of natural zeolite catalysts and SnO₂/natural zeolite produces a conversion of 15.56% methyl oleate, 82.60% linoleic acid on the natural zeolite catalyst, 14.06% methyl oleate, 73.14% linoleic acid on the SnO₂/zeolite catalyst natural. These results show that the value of the methyl ester is influenced by the natural zeolite catalyst and SnO₂/natural zeolite used.

مستخلص البحث

ولانداري، ريسما ديوي. 2024. تخليق SnO_2 / الزيوليت الطبيعي باستخدام طريقة الصوتنة كمحفز في تفاعل أسترة حمض الأوليك. بحث جامعي. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة الأولى: سوسي نور الخليفة، الماجستير؛ المشرف الثاني: أحمد حني، الماجستير.

الكلمة الرئيسية: SnO_2 / الزيوليت الطبيعي، صوتنة، الأسترة، حمض الأوليك، إستر الميثيل

تناقش هذه الدراسة تخليق Sn / الزيوليت الطبيعي باستخدام طريقة الصوتنة كمحفز في تفاعل أسترة حمض الأوليك. يتم تعديل الزيوليت الطبيعي مع إضافة Sn لزيادة نشاطه التحفيزي. يتم استخدام طريقة الصوتنة لتسريع عملية التوليف وزيادة تشتت Sn في الزيوليت الطبيعي. يتم اختبار المحفز الناتج في تفاعل أسترة حمض الأوليك، وهو مرحلة مهمة في إنتاج وقود الديزل الحيوي. يتضمن توصيف المحفز تقنيات XRD و XRF ومحلل مساحة السطح (SAA) لتحليل البنية البلورية وتكوينها وخصائصها التحفيزية. واستخدام GC-MS لتحليل نتائج تفاعلات الأسترة. تم إجراء اختبار تفاعلات أسترة حمض الأوليك باستخدام مجموعة متنوعة من المحفزات، وهي محفزات الزيوليت الطبيعية و SnO_2 -zeolites الطبيعية. تظهر نتائج توصيف XRD للزيوليت الطبيعي أن الزيوليت الطبيعي هو زيوليت من نوع الموردينيت. أظهر تخليق SnO_2 / الزيوليت الطبيعي نجاحا مع نتائج XRD و XRF التي لها قمم جديدة ومع وجود عناصر Sn بنسبة 48٪ بعد عملية التطوير. أظهرت مساحة السطح التي تم الحصول عليها في التوصيف باستخدام محلل مساحة السطح انخفاضا في محفز الزيوليت الطبيعي بعد تطبيق SnO_2 . أدى تفاعل الأسترة باستخدام اختلافات محفز الزيوليت الطبيعي و SnO_2 / الزيوليت الطبيعي إلى تحويل ميثيل أوليك بنسبة 15.56٪، وحمض اللينوليك بنسبة 82.60٪ في محفز الزيوليت الطبيعي، وميثيل أوليات 14.06٪، وحمض اللينوليك 73.14٪ في محفز SnO_2 / الزيوليت الطبيعي. تظهر النتائج أن قيمة إستر الميثيل تتأثر بالمحفز المستخدم.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zeolit merupakan padatan kristalin mikropori yang tersusun atas unit bangun dasar tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 (Breck, 1974). Zeolit mempunyai rongga-rongga yang biasanya diisi oleh ion logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas (Chetam, 1992). Zeolit terbagi menjadi dua macam, yaitu zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit alam terbentuk karena adanya proses vulkanik didalam perut bumi. Zeolit alam mempunyai cukup banyak pori yaitu sekitar 30% lebih besar dari volumenya dan banyak bercampur dengan materi pengotor. Zeolit merupakan contoh mineral yang mudah dijumpai di Indonesia, salah satunya terdapat di daerah Bandung, Jawa Barat. Mengenai manfaat dan kekayaan hasil bumi bagi manusia dan makhluk lainnya, Allah berfirman dalam surat Shaad ayat 27:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۚ فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ

Artinya: "Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. Yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka." (QS. Shaad: 27).

Menurut tafsir Al-Misbah, ayat ini merupakan petunjuk Allah kepada manusia bahwa segala yang ada di langit dan di bumi dan yang ada diantara keduanya seperti udara, bebatuan, tanah, mineral, dan lain-lain yaitu semua ciptaan Allah tidak ada yang sia-sia melainkan memiliki hikmah. Ayat ini menjelaskan bahwa Allah Swt. menciptakan segala sesuatu baik di langit maupun di bumi masing-masing memiliki manfaat untuk setiap makhluknya. Salah satu ciptaan-Nya adalah zeolit alam. Aktivasi dan modifikasi zeolit alam dengan penambahan logam dapat memaksimalkan potensi zeolit alam menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat sebagai katalis.

Zeolit alam banyak digunakan sebagai molekul penyaring (*molecular sieve*) dalam proses adsorpsi yang melibatkan komponen asam tetapi dalam perkembangannya zeolit alam banyak digunakan sebagai katalis (Cheng *et al.* 2014). Zeolit alam memiliki kandungan silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan oksigen (O), serta kation-kation tertentu yang terkait dengan struktur zeolit. Selain itu, zeolit alam juga memiliki kemampuan untuk menyerap dan melepaskan air serta kemampuan untuk bertindak sebagai penukar ion (Kalvachev *et al.*, 2021). Zeolit alam memiliki banyak pengotor, sehingga diperlukan aktivasi. Selain untuk menghilangkan pengotor, proses aktivasi juga dapat meningkatkan luas permukaan.

Proses aktivasi bisa dilakukan dengan cara pemanasan atau penambahan asam maupun basa. Perlakuan aktivasi terhadap zeolit alam dilakukan agar mempunyai kemampuan adsorpsi yang tinggi sehingga menghasilkan luas permukaan yang juga besar. Berdasarkan

penelitian Wulan, (2017) menyatakan aktivasi secara kimia menggunakan aktivator HCl 5M memiliki luas permukaan sebesar 44,054 m²/g. Hasil penelitian lain mengenai aktivasi secara kimia menggunakan aktivator HCl yang dilakukan oleh Renaldy, (2017) menunjukkan hasil luas permukaan sebesar 25 m²/g. Pada penelitian Bani (2023) proses aktivasi zeolit alam menggunakan HF menghasilkan luas permukaan sebesar 74,57m²/g. Beberapa penelitian yang dilakukan tersebut, menunjukkan bahwa penggunaan aktivator HF menghasilkan luas permukaan yang lebih besar dari pada HCl.

Selain aktivasi untuk meningkatkan aktivitas katalis juga dilakukan modifikasi yaitu dengan pengembanan pada zeolit. Penggunaan zeolit sebagai pengemban karena struktur kristalnya berpori dan luas permukaan yang besar. Penggunaan zeolit sebagai pengemban berfungsi sebagai tempat logam-logam aktif katalis sehingga dapat dipergunakan secara efektif. Selain itu, menyebabkan luas permukaan yang relatif besar sehingga reaksi dapat berjalan dengan cepat (Arjek, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh (Ahnaf dkk 2019) mengenai pengaruh penambahan oksida logam terhadap sisi keasaman pada zeolit ZSM-5, Salah satu hasil sintesis zeolitnya adalah Zeolit Socony Mobile 5 (ZSM-5). Penambahan oksida logam pada zeolit ZSM-5 semakin meningkatkan sisi keasaman katalis sehingga dapat digunakan sebagai katalis asam (Setiadi, 2018).

Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Erlina, (2013) dengan mensintesis Sn-beta dan Sn-MCM 41 yang digunakan untuk isomerisasi glukosa menjadi fruktosa yang membutuhkan katalis asam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa katalis Sn-beta memiliki aktivitas katalitik 80% dan selektivitas 30%, sedangkan katalis Sn-MCM 41 memiliki aktivitas katalitik 31% dan selektivitas 41%. Modifikasi dengan penambahan logam pada zeolit diharapkan dapat meningkatkan sisi aktif sebagai katalis. Zeolit dapat digunakan sebagai katalis logam juga dapat digunakan sebagai katalis. Pengembangan logam pada zeolit dapat meningkatkan aktivitas katalitik menjadi katalis multifungsional (Erlynata 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh Adrati (2013) modifikasi zeolit alam menggunakan besi (Fe) dan kobalt (Co) dengan metode impregnasi menghasilkan katalis Fe₂O₃-zeolit dan katalis Co-zeolit memiliki luas permukaan 38,3918 m² /g, dan 28,6209 m² /g. Sintesis katalis Sn/zeolit alam yang dilakukan oleh Yustira (2015) menunjukkan adanya peningkatan rasio Si/Al pada katalis Sn/zeolit seiring dengan penambahan jumlah logam Sn, dan efisiensi pengembangan Sn pada zeolit dapat mencapai 90,79% pada katalis dengan rasio 1:4. Teknik pengembangan yang banyak dikembangkan saat ini yaitu teknik sonikasi.

Teknik sonikasi merupakan penggunaan ultrasonik dengan frekuensi 20 KHz–10 MHz, dan telah berhasil digunakan dalam proses preparasi zeolit sintesis. Teknik ini dinilai lebih efektif dan efisien dalam preparasi zeolit sintesis karena memerlukan waktu yang relatif lebih singkat dan tidak banyak bahan kimia yang terbuang. Metode ini tergolong aman karena menggunakan frekuensi yang tidak terlalu tinggi. Selain itu, pada reaksi yang menggunakan bahan padat, ultrasonik dapat memecah padatan dari energi yang ditimbulkan akibat

pecahnya kavitasi. (Suslick, 1989; Purnama dkk, 2014). Pengembangan logam dengan metode sonikasi banyak digunakan pada material yang nantinya dapat dimanfaatkan sebagai katalis pada beberapa reaksi kimia, salah satunya yaitu pada reaksi esterifikasi.

Reaksi esterifikasi merupakan reaksi bolak balik yang berjalan lambat maka diperlukan katalis untuk mempercepat pembentukan esternya. Penggunaan katalis pada reaksi esterifikasi diperlukan untuk mengurangi energi aktivasi serta meningkatkan kecepatan reaksi. Esterifikasi merupakan metode untuk menghasilkan biodiesel dari bahan baku yang memiliki keasaman yang tinggi, sehingga diperlukan suatu katalis yang bersifat asam untuk mempercepat terjadinya pembentukan produk yang diinginkan (Astar, 2011). Yustira, dkk (2018) telah melakukan penelitian reaksi transesterifikasi-esterifikasi minyak kelapa sawit simultan dengan zeolit imediasi Sn. Hasil yang diperoleh pada reaksi transesterifikasi-esterifikasi simultan ini dengan katalis Sn-ATKKS/zeolit A adalah 53,26% dan 49,79% dan dengan katalis Sn-ATKKS/zeolit B adalah 57,74% dan 41,69%. Penelitian lain juga dilakukan oleh Handayani, dkk (2016) mengenai reaksi esterifikasi asam oleat dan gliserol menggunakan katalis asam dan menghasilkan konversi maksimum 93,75%.

Pada penelitian ini akan dilakukan aktivasi zeolit alam dan modifikasi dengan penambahan logam Sn dengan metode sonikasi. Selanjutnya, zeolit alam hasil sintesis akan dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Fluorocence* (XRF) untuk mengetahui banyaknya Sn yang berhasil diimbangkan ke dalam zeolit alam, *X-Ray Diffraction* (XRD)) untuk mengetahui fasa dari masingmasing katalis, *Surface Area Analyzer* (SAA) untuk analisis luas permukaan dan GC-MS untuk mengetahui hasil konversi biodiesel.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan, rumusan masalah pada penelitian ini diantaranya

1. Bagaimana karakterisasi XRD,XRF dan SAA dari zeolit alam dan SnO₂/zeolit alam ?
2. Bagaimana persen metil ester dari hasil uji katalis zeolit alam dan SnO₂/zeolit alam pada reaksi esterifikasi asam oleat ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diajukan, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil karakterisasi XRD,XRF dan SAA dari zeolit alam dan SnO₂/zeolit alam
2. Untuk mengetahui persen metil ester dari hasil uji katalis zeolit alam dan SnO₂/zeolit alam pada reaksi esterifikasi asam oleat ?

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini akan dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Pembuatan biodiesel dalam penelitian menggunakan asam oleat komersil
2. Sintesis biodiesel menggunakan katalis dari zeolit alam termodifikasi
3. Karakterisasi biodiesel hasil reaksi esterifikasi dilakukan menggunakan instrumen GC-MS
4. Karakterisasi katalis menggunakan XRD, XRF dan SAA

1.5 Manfaat Penelitian

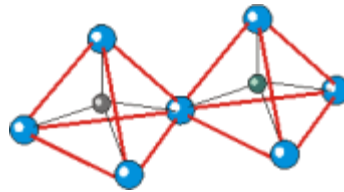
Manfaat dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang proses sintesis zeolit dari bahan alam yang efektif menggunakan metode sonikasi sehingga bahan alam dapat lebih dimanfaatkan oleh masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zeolit Alam

Zeolit merupakan suatu mineral kristal aluminosilikat berpori yang tersusun dari unit-unit tetrahedral silikat dan alumina. Kedua tetrahedral tersebut dihubungkan oleh atom-atom oksigen dan membentuk struktur 3 dimensi terbuka dan berongga yang didalamnya terdapat logam-logam alkali atau alkali tanah sebagai kation pengimbang (chetam, 1992).



Gambar 2.1 Kerangka zeolit yang terbentuk dari ikatan SiO_4 dan AlO_4 yang saling dihubungkan oleh atom-atom oksigen (Georgiev dkk., 2009)

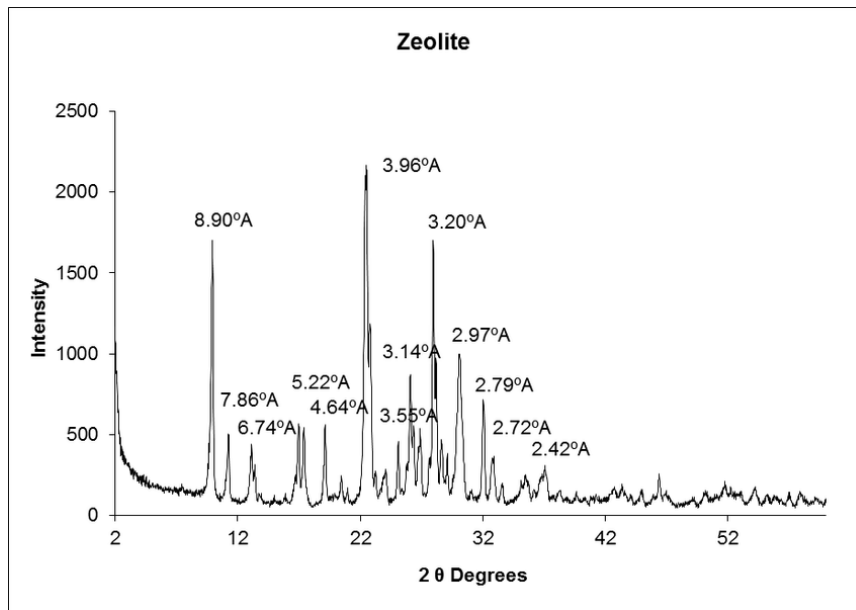
Secara umum, zeolit terbagi menjadi zeolit sintetis dan zeolit alam. Zeolit alam digunakan sebagai pengemban karena mempunyai aktivitas katalitik yang tinggi, stabil terhadap temperatur tinggi, mempunyai porositas yang luas, serta menyebabkan katalis tidak mudah menggumpal. Selain harganya murah, kelebihan zeolit alam sebagai pengemban antara lain memiliki stabilitas termal yang tinggi, struktur kristalnya berpori, luas permukaan yang besar dan keberadaannya melimpah (Yustira, dkk. 2015). Mengenai manfaat dari kekayaan hasil bumi bagi manusia dan makhluk lainnya Allah SWT menunjukkan tandatandanya dalam surat Ali Imron ayat 190-191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ * الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya : " sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata) " ya Tuhan kami, tiadalah engkau menciptakan ini dengan sia-sia, maha suci engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka " "

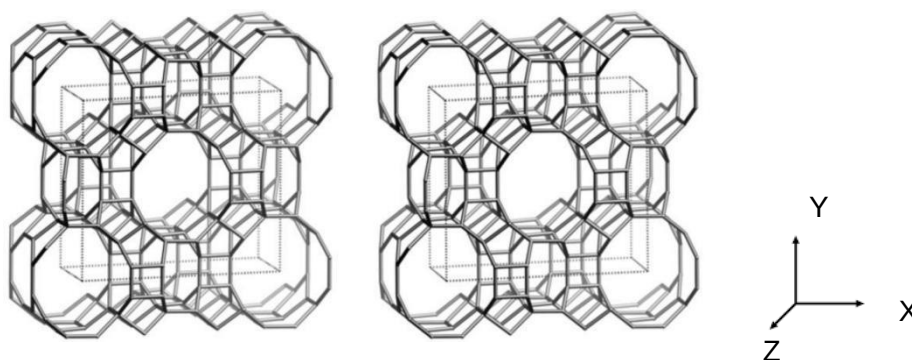
Imam as-Suyuthi dalam kitab Tafsir Jalalain menjelaskan penciptaan keduanya (langit dan bumi) serta segala yang ada didalamnya adalah bukti (tanda-tanda) bahwa Allah Maha Pencipta lagi Maha Kuasa. Hal ini menunjukkan bahwa Allah swt satu-satunya Tuhan yang wajib disembah bagi orang-orang yang beriman (untuk kaum yang meyakini Keesaan Allah swt). Ayat ini menjelaskan manfaat penciptaan langit, bumi dan isinya dapat diambil oleh orang beriman yang percaya bahwa tidak ada zat yang dapat menciptakan semua itu kecuali Allah

swt. dengan cara memperhatikan tanda-tanda kekuasaan Allah swt. yang ada di langit dan di bumi serta mempercayai Al-Qur'an benar-benar wahyu Allah swt. yang diturunkan kepada Rasulullah saw. agar diterapkan dalam kehidupan mukmin sebagai pemandu jalan menuju akhirat. Salah satu tanda kekuasaan Allah swt. adalah bebatuan zeolit alam yang jumlahnya sangat melimpah yang jika dimanfaatkan dengan maksimal dapat menghasilkan nilai ekonomi yang lebih tinggi. Oleh karena itu, sebagai mukmin yang beriman dan berakal sudah seharusnya mempelajari dan mengimplementasikan Al-Qur'an dalam kehidupan sehari-hari. Difraktogram hasil karakterisasi menggunakan XRD zeolit dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pola difraktogram standard zeolit (Nadim, 2015)

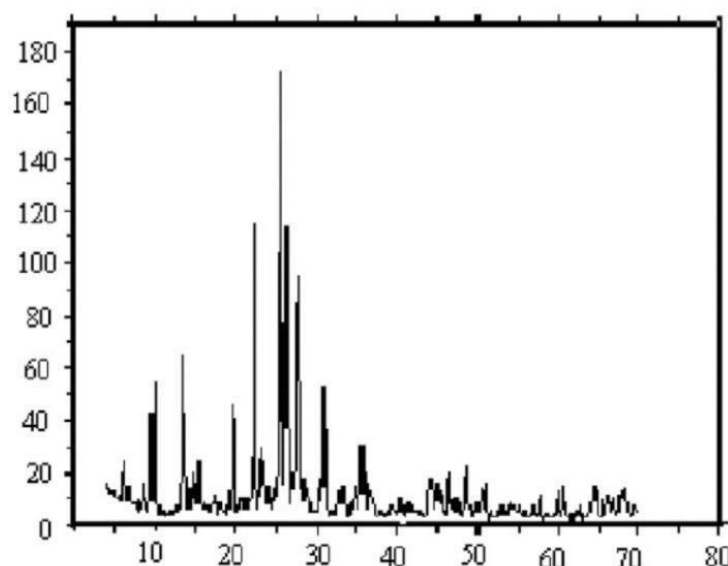
Zeolit alam memiliki berbagai macam jenis salah satunya adalah zeolit jenis mordenit. Mordenit adalah zeolit dengan komposisi ideal $\text{Na}_8\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96} \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Kerangka struktur MOR dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Kerangka struktur zeolit MOR (Mignoni et al., 2008).

MOR adalah zeolit dengan struktur ortorombik dengan satu dimensi dari $x = 18.13 \text{ \AA}$, $y = 29.49 \text{ \AA}$, $z = 7.52 \text{ \AA}$. Zeolit MOR memiliki rasio $\text{Si/Al} \geq 5$ yang membuatnya tahan terhadap temperatur tinggi. Strukturnya terdiri dari dua saluran sistem; saluran pori elips ($12\text{-MR } 6,7 \times$

7,0 Å) yang berjalan paralel dengan sumbu-z, dan saluran lainnya yang berjalan paralel dengan sumbu y ($8\text{-MR } 2,6 \times 5,7 \text{ Å}$) (Mignoni *et al.*, 2008). Cincin pertama beranggota 12 dengan diameter 7,5 Å diklasifikasikan sebagai pori-pori besar, sedangkan cincin kedua beranggota 8 merupakan saluran yang sempit dan tegak lurus dengan yang pertama, memiliki pori-pori bukaan $3,4 \times 4,8 \text{ Å}$, sehingga dapat membatasi difusi molekul besar dan memungkinkan lalu lintas molekul hanya satu dimensi (Santos *et al.*, 2018). Bentuk difraktogram standar zeolit MOR dapat dilihat pada **Gambar 2.4**



Gambar 2.4 Difraktogram zeolit MOR tanpa templat organik (Aly *et al.*, 2012).

Berdasarkan Gambar 2.4 menunjukkan pola difraksi sinar-X dari MOR hasil sintesis tanpa templat organik. Pola difraksi zeolit MOR hasil sintesis tersebut sesuai dengan pola difraksi standar acuan zeolit MOR yang memiliki puncak-puncak karakteristik pada 2θ yaitu $6,5^\circ$; $9,8^\circ$; $13,4^\circ$; $23,2^\circ$; dan $27,1^\circ$ (Aly *et al.*, 2012), $31,1^\circ$; $36,4^\circ$ dan $37,0^\circ$ (Gao *et al.*, 2019).

2.2 Timah(II) klorida (SnCl_2)

Timah atau stannum (Sn) merupakan logam berwarna putih. Logam ini dapat larut dalam asam klorida encer dan asam sulfat encer, dengan membentuk garam-garam timah(II). Dalam larutan asam, terdapat ion-ion timah (II) Sn^{2+} , sedangkan dalam larutan basa, terdapat ion-ion tetrahidroksostanat (II) atau ion stanit $[\text{Sn}(\text{OH})_4]^{2-}$. Dalam larutan asam, kesetimbangan bergeser ke arah kiri, sedangkan dalam suasana basa kesetimbangan bergeser ke kanan (Vogel, 1990). Timah mempunyai titik didih 2270°C dan titik lebur $231,97^\circ\text{C}$. Di Indonesia pemanfaatan timah dalam senyawa sintesis seperti organologam belum berkembang pesat. Logam timah dimanfaatkan sebagai bahan baku cendera mata, industri, dan elektronik. Selain itu, timah (II) klorida (SnCl_2) bisa juga digunakan sebagai katalis yang efektif untuk reaksi esterifikasi, terutama dalam produksi biodiesel dan sintesis organik. Hal tersebut dikarenakan SnCl_2 memiliki aktivitas katalitik yang tinggi. Pada penelitian Kusumanngtyas *et al.*, 2016 SnCl_2

telah menunjukkan tingkat konversi yang tinggi dalam esterifikasi minyak jatropha asam lemak bebas tinggi (FFA), mencapai konversi hingga 90% dalam kondisi yang dioptimalkan dengan menggunakan perbandingan rasio molar metanol terhadap FFA pada 1:6 dengan konsentrasi katalis 5%, pada suhu 60°C.

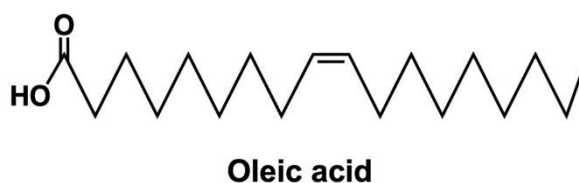
Penelitian yang dilakukan oleh Yustira,dkk (2015) menunjukkan bahwa logam Sn yang terimpreg pada zeolit tidak hanya meningkatkan aktivitas katalitik tetapi juga mempengaruhi sifat fisik dan kimia dari zeolit. Misalnya, penambahan Sn dapat mengubah rasio Si/Al, yang berpotensi meningkatkan kekuatan asam dari katalis tersebut. Pada struktur zeolit yang diimpregnasikan dengan logam timah (Sn), terdapat beberapa jenis ikatan yang terbentuk, yang berkontribusi terhadap sifat katalitik dan fisik dari material. Logam Sn dalam zeolit umumnya terikat melalui ikatan koordinasi dengan atom oksigen dari kerangka zeolit. Ketika SnCl_2 diimpregnasikan ke dalam zeolit, ion Sn^{2+} berinteraksi dengan atom oksigen dalam gugus SiO_4 dan AlO_4 , membentuk ikatan koordinasi yang stabil. Hal ini memungkinkan Sn untuk berfungsi sebagai pusat aktif dalam reaksi katalitik. Selain ikatan koordinasi, terdapat juga ikatan ionik yang dapat terjadi antara ion Sn^{2+} dan kation lain yang ada dalam struktur zeolit, seperti Na^+ atau K^+ . Ketika Sn^{2+} menggantikan kation tersebut, ini dapat meningkatkan rasio Si/Al dalam zeolit, yang berpengaruh pada sifat asam dan aktivitas katalitik (Dongoran, 2021).

2.3 Asam Oleat

Asam oleat adalah asam lemak tak jenuh tunggal (monounsaturated fatty acid) yang secara kimia dikenal sebagai asam oktadek-9-enoat. Asam ini termasuk dalam kelompok asam lemak omega-9 dan memiliki satu ikatan rangkap pada posisi karbon ke-9, sehingga disebut asam lemak tak jenuh tunggal. Asam oleat secara alami banyak terdapat dalam minyak nabati, seperti minyak zaitun, minyak kanola, dan minyak kacang tanah, serta juga ditemukan dalam lemak hewani. Dalam struktur molekulnya, asam oleat memiliki ujung hidrofilik (gugus karboksilat) dan rantai hidrokarbon hidrofobik, yang membuatnya berperan penting dalam berbagai reaksi kimia, termasuk reaksi esterifikasi. Asam oleat merupakan asam lemak yang paling banyak ditemukan di hampir seluruh bahan makanan baik hewani maupun nabati. Asam oleat merupakan komponen utama penyusun minyak zaitun. Asam oleat dapat dikategorikan sebagai asam lemak esensial, yang berarti kehadirannya dibutuhkan oleh tubuh namun asam oleat tidak dapat diproduksi di dalam tubuh dan hanya bisa didapat melalui sumber eksternal tubuh (Lu dkk, 2019).

Asam oleat merupakan senyawa kimia yang merupakan komponen penyusun lemak pada umumnya, pertama ditemukan oleh Chevreul pada tahun 1815. Kata oleat berasal dari kata "olein" yang berarti berasal dari olive karena minyak zaitun merupakan sumber utama dari asam oleat. Klasifikasi asam oleat dilakukan berdasarkan sumbernya dan jumlah ikatan rangkap yang dimilikinya. Kandungan asam oleat terdapat dalam bahan makanan secara

alami. Oleh karena itu, asam oleat dapat dikategorikan sebagai asam lemak bebas alami, atau asam lemak yang bersumber dari alam. Asam oleat memiliki rumus molekul $C_{18}H_{34}O_2$, merupakan asam lemak rantai lurus beratom karbon 18 yang memiliki satu buah gugus karboksilat pada salah satu ujungnya. Asam oleat termasuk monosaturated fatty acid, merupakan asam lemak tak jenuh yang memiliki satu buah ikatan rangkap yang berada antara atom karbon nomor 9 dan 10. Pada Gambar 2.5 disajikan struktur molekul asam oleat (Mora, 2013).



Gambar 2.5 Struktur Molekul Asam Oleat

2.4 Katalis

Katalis merupakan zat yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan laju reaksi kimia agar dapat berjalan lebih cepat dengan cara menurunkan energi aktivasi reaksi yang terjadi akibat interaksi dari katalis dengan reaktan. Katalis ikut terlibat dalam reaksi tersebut, namun katalis terbentuk kembali pada akhir reaksi dikarenakan katalis tidak memberikan tambahan energi pada sistem dan secara termodinamika tidak dapat mempengaruhi keseimbangan. Katalis juga menyediakan situs-situs aktif yang dapat berperan pada proses reaksi, yang mana situs-situs aktif ini berasal dari logam-logam yang terdeposit pada pengemban atau juga yang berasal dari pengemban itu sendiri. Logam-logam tersebut umumnya logam-logam transisi, yang mana orbital d kosong atau elektron tunggal logam transisi akan disumbangkan kepada molekul reaktan, sehingga terbentuk ikatan baru yang kuat (Campbell, 1998).

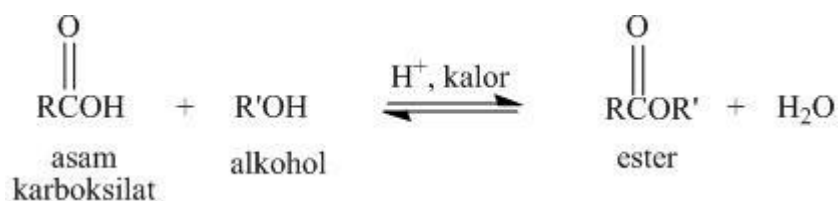
Katalis asam homogen seperti H_2SO_4 , HF ataupun HNO_3 sering digunakan sebagai katalis yang juga dapat menunjukkan aktivitas katalitik yang tinggi ketika minyak mentah mengandung sejumlah besar asam lemak bebas. Namun, katalis tersebut memiliki kekurangan yaitu sulit didapatkan kembali setelah digunakan dan dapat menghasilkan produk samping yang dapat menyebabkan korosi serta menghasilkan air limbah dalam jumlah besar. Sehingga, katalis yang murni dan ramah lingkungan sangat diperlukan dalam memproduksi biodiesel). Katalis homogen tidak dapat dioperasikan dalam proses berkelanjutan dan diregenerasi, sedangkan katalis heterogen bersifat ramah lingkungan dan dapat dioperasikan dalam proses berkelanjutan dan diregenerasi, sehingga katalis heterogen lebih diminati untuk sintesis biodiesel saat ini (Qiu *et al.*, 2016).

Katalis heterogen menyediakan suatu permukaan di mana pereaksi ataupun substrat untuk sementara terjerap. Ikatan dalam substrat-substrat menjadi lemah sedemikian, sehingga memadai terbentuknya produk baru dan ikatan antara produk dan katalis makin

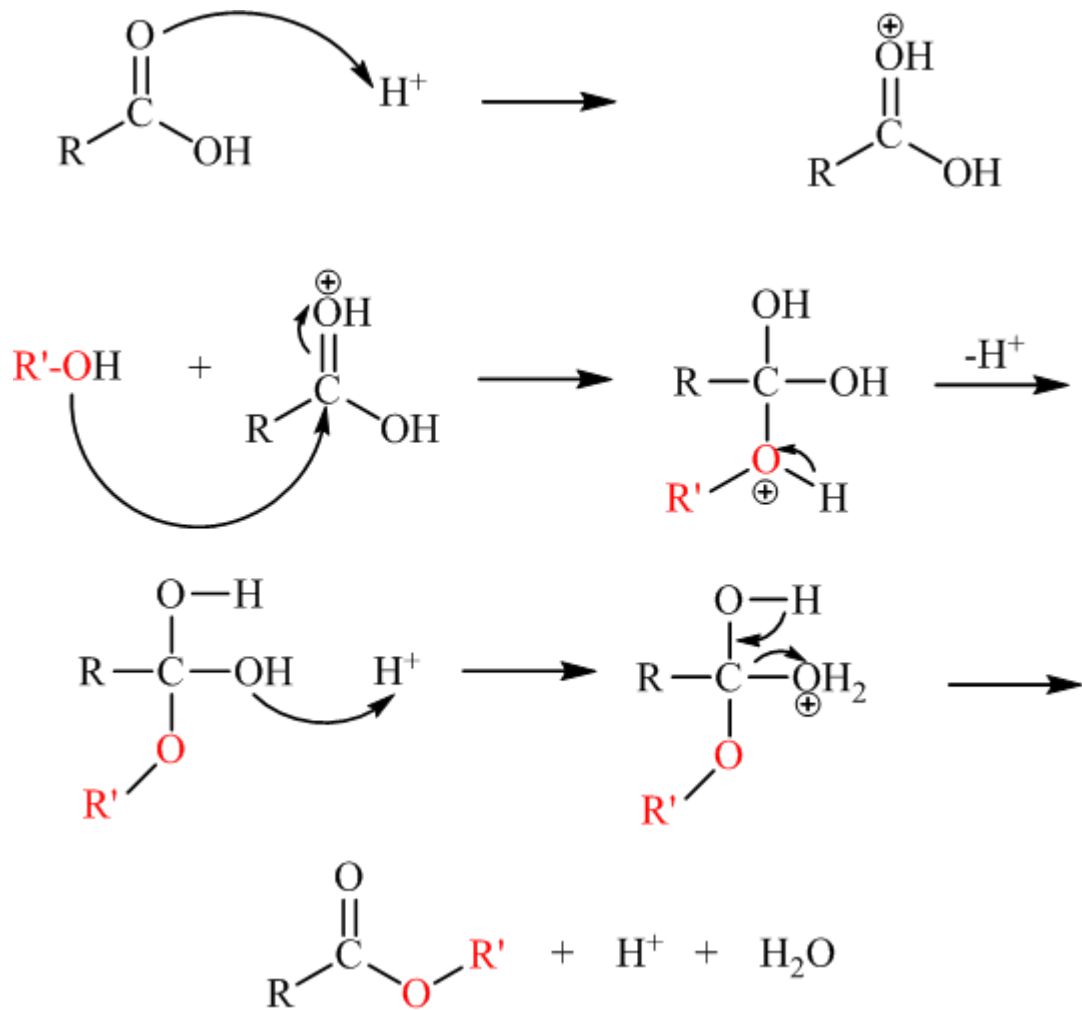
melemah dan akhirnya terlepas (Purnami *et al.*, 2015). Zeolit berperan sebagai katalis asam padat (katalis asam heterogen) yang umum untuk reaksi perengkahan katalitik seperti sintesis biodiesel. Zeolit menunjukkan aktivitas asam yang relatif besar dan sifat selektivitasnya (*shape selective*) sebagai katalis (Chung dan Park, 2019).

2.5 Reaksi Esterifikasi

Esterifikasi merupakan reaksi kimia antara asam karboksilat dan alkohol yang menghasilkan ester dan air. Keasaman katalis dapat menunjukkan aktivitas katalis dalam reaksi serta berpengaruh pada konversi reaksi, terutama reaksi yang membutuhkan katalis asam seperti reaksi esterifikasi. Esterifikasi adalah suatu reaksi pembentukan ester yang terjadi melalui reaksi kondensasi. Golongan asam karboksilat (asam lemak) dan alkohol merupakan dua reaktan yang diperlukan dalam reaksi esterifikasi. Reaksi esterifikasi dapat dipercepat dengan katalis asam homogen atau katalis heterogen. Rendemen yang tinggi dari ester dapat diperoleh dengan menggeser kesetimbangan ke sisi ester, yaitu dengan melakukan penambahan reaktan alkohol dalam jumlah yang sangat berlebih dan air sebagai hasil samping harus dihilangkan dari fasa reaksi. Reaksi esterifikasi dengan katalis asam dapat ditunjukkan sebagai berikut (Solomon dan Fryhle, 2002) :



Gambar 2.6 Reaksi Esterifikasi



Gambar 2.7 Mekanisme reaksi esterifikasi (Holilah, 2013)

2.6 Karakterisasi

2.6.1 Analisis Kristalinitas Katalis dengan *X-Ray Diffraction* (XRD)

Metode XRD (*X-Ray Diffraction*) merupakan suatu metode analisis kualitatif yang memberikan informasi mengenai kekristalan suatu mineral tertentu. Hal ini dikarenakan setiap mineral mempunyai pola difraktogram yang karakteristik. Kristalinitas sampel dapat dilihat dari difraktogramnya. Difraktogram yang memiliki pola pemisahan puncak-puncak yang jelas dan intensitas ketajaman puncaknya tinggi memiliki kristalinitas yang baik. Prinsip kerja dari XRD adalah Sinar-X dihasilkan dari tabung sinar-X yang terjadi akibat adanya tumbukan elektron-elektron yang bergerak sangat cepat dan mengenai logam sasaran elektron ini membawa energi foton yang cukup untuk mengionisasikan sebagian elektron di kulit K (1s), sehingga elektron yang berada pada orbital kulit luar akan berpindah dan mengisi orbital 1s dengan memancarkan sejumlah energi berupa sinar-X. Radiasi yang dihasilkan orbital K ke orbital yang lain disebut sinar-X deret K, dimana K1 adalah eksitasi elektron ke kulit L. K2 adalah eksitasi elektron ke kulit M. Demikian juga untuk K3 dan seterusnya. Sinar-X yang dipakai dalam analisa suatu kristal biasanya memancarkan pita-pita radiasi K1 dan K2. sebagai contoh

adalah penggunaan logam Cu sebagai sasaran dan logam Ni sebagai filter, dimana K₂ akan diserap oleh Ni dan Cu K₁ dengan panjang gelombang 1,54 Å akan lolos dan digunakan untuk suatu analisa. Berkas sinar radiasi Cu K₁ ini jika mengenai bidang kristal dari suatu mineral, maka akan dipancarkan oleh atom-atom dalam kristal (Ewing, 1985). Selain digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material XRD juga dapat digunakan untuk mendapatkan ukuran partikel. Dasar dari penggunaan XRD untuk mempelajari kisi kristal adalah berdasarkan persamaan Bragg (Aji dkk., 2019):

$$n\lambda = 2d \cdot \sin \theta \dots\dots\dots (2.1)$$

keterangan :

λ : panjang gelombang sinar-X yang digunakan

d : jarak antara dua bidang kisi

θ : sudut antara sinar datang dengan bidang normal,

n : bilangan bulat yang disebut sebagai orde pembiasan

Identifikasi spesies dari pola difraksi didasarkan pada posisi garis (dalam θ dan 2θ) dan intensitas relatifnya. Harga 2θ ditentukan oleh harga d . Dengan bantuan persamaan Bragg, maka harga d dapat dihitung dari panjang gelombang yang diketahui dan sudut terukur. Intensitas garis tergantung pada jumlah dan jenis pusat atom pemantul yang ada pada setiap lapisan. Identifikasi kristal dilakukan secara empiris dimana diperlukan data standar mengenai harga d dan garis intensitas dari senyawa murni. Dengan mengukur intensitas dari garis difraksi dan membandingkannya dengan standar maka analisis kuantitatif dari campuran kristal dapat dilakukan (Skoog dan West, 1980).

2.6.2 Analisis Kristalinitas Katalis dengan X-Ray Fluorescence (XRF)

XRF merupakan instrumen yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu sampel dengan menggunakan metode spektrometri. XRF biasanya digunakan untuk menganalisa elemen dengan kemampuan yang unik, antara lain dapat menentukan elemen utama dengan akurasi yang tinggi dan analisis kualitatif terhadap sampel dilakukan tanpa menggunakan standar serta minimalnya preparasi terhadap sampel. Limit deteksi untuk mendeteksi elemen berat sekitar 10 – 100 ppm, sedangkan untuk elemen yang lebih ringan daripada natrium sangat sulit bahkan tidak mungkin terdeteksi (Aurelia, 2015).

Prinsip kerja XRF adalah foton yang memiliki energi tinggi (X-rays) menembak elektron pada kulit dalam (biasanya kulit K atau L) yang menyebabkan elektron tersebut berpindah ke lapisan kulit luarnya. Pada saat yang bersamaan, kulit dalam terjadi kekosongan elektron dan menyebabkan keadaan yang tidak stabil sehingga elektron dari kulit di atasnya berpindah mengisi kekosongan dengan mengemisikan sinar (fluorescence), dengan energi sebesar perbedaan energi dari kedua keadaan dan panjang gelombang yang sesuai dengan

karakteristik dari tiap elemen. Intensitas sinar yang diemisikan sebanding dengan konsentrasi dari tiap elemen (Aurelia, 2015).

2.6.3 Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS)

Kromatografi gas merupakan metode pemisahan dan deteksi senyawa-senyawa yang mudah menguap dalam suatu campuran. Kegunaan umum dari kromatografi gas adalah untuk melakukan pemisahan dinamis dan identifikasi semua jenis senyawa organik yang mudah menguap dan juga untuk melakukan analisis kualitatif dan kuantitatif senyawa dalam suatu campuran (Hendayana, 2016). Data kromatogram dari campuran senyawa yang dihasilkan oleh instrumen GCMS, dapat digunakan untuk memperkirakan senyawa yang dihasilkan dengan library yang ada dalam instrumen tersebut (Setyawati, 2015).

GCMS merupakan gabungan dari instrumen Gas Chromatography yang dipadukan dengan detektor berupa Mass Spectrometry. Paduan keduanya dapat menghasilkan data yang lebih akurat untuk mengidentifikasi senyawa yang dilengkapi dengan struktur molekulnya. Gas Chromatography merupakan metode dinamis yang digunakan untuk memisahkan dan mendeteksi senyawa-senyawa yang mudah menguap dalam suatu campuran (Gandjar & Rohman, 2017). Sedangkan Mass Spectrometry adalah suatu metode untuk mendapatkan berat molekul dengan cara mencari perbandingan massa terhadap muatan dari ion yang muatannya diketahui dengan mengukur jari-jari orbit melingkarnya dalam medan magnetik seragam (Silvester et al., 1986).

Mekanisme kerja kromatografi gas yaitu gas dalam silinder baja bertekanan tinggi dialirkan melalui kolom yang berisi fase diam, cuplikan berupa campuran yang akan dipisahkan, biasanya dalam bentuk larutan, disuntikkan kedalam aliran gas tersebut kemudian cuplikan dibawa oleh gas pembawa kedalam kolom dan di dalam kolom terjadi proses pemisahan. Komponen-komponen campuran yang telah terpisahkan satu persatu meninggalkan kolom kemudian terdeteksi oleh detektor. (Hendayana, 2016)

2.6.4 Surface Area Analyzer (SAA)

Surface Area Analyzer (SAA) merupakan salah satu alat utama dalam karakterisasi material. Analisis luas permukaan spesifik material dilakukan menggunakan alat berupa SAA. Luas permukaan diperoleh dari adanya interaksi zat padat dengan zat yang mengelilinginya seperti cairan dan gas. Luas permukaan dapat dihasilkan dari ukuran kristal yang direduksi seperti proses penggerusan dan penghalusan yang baik akan menghasilkan bahan berpori. Hal yang paling penting dalam menentukan ukuran luas permukaan adalah gas molekul yang diserapnya. Luas permukaan diperoleh dari analisis benda padat secara Fisika dari gas yang diserap permukaan padat dan dijumlahkan keseluruhan gas yang diserap bidang molekuler pada permukaan.

Prinsip kerja SAA didasarkan pada siklus adsorpsi dan desorpsi isotermik gas N₂ oleh sampel berupa bubuk serbuk pada suhu N₂ akan cair. Dengan cara sejumlah volume gas nitrogen yang diketahui dimasukkan ke dalam tabung sampel maka sensor tekanan akan menghasilkan data tekanan proses yang bervariasi. Data volume gas yang dimasukkan dengan jumlahnya telah diketahui dan data hasil kenaikan tekanan dibuat ke dalam persamaan dalam teori BET (*Brunauer-Emmett-Teller*). Teori BET dilandasi oleh beberapa hal, antara lain:

- a) Molekul dapat teradsorpsi pada permukaan zat padat hingga beberapa lapis. Teori ini lebih umum dari teori adsorpsi satu molekul dari Langmuir.
- b) Dianggap juga tidak ada interaksi antar molekul gas yang teradsorpsi pada permukaan zat padat.

Teori adsorpsi satu lapis dari Langmuir dapat diterapkan untuk masing-masing lapis gas. Dengan teori tersebut BET memiliki persamaan umum yang menerangkan keadaan molekul yang teradsorpsi pada permukaan zat padat. Teori ini menjelaskan bagaimana molekul gas, biasanya nitrogen pada suhu nitrogen cair, teradsorpsi ke permukaan benda padat untuk membentuk lapisan. Jumlah gas yang teradsorpsi diukur pada berbagai tekanan, yang memungkinkan konstruksi isoterm adsorpsi. Luas permukaan spesifik kemudian dapat dihitung dari data ini menggunakan persamaan BET, yang menghubungkan volume gas yang teradsorpsi dengan tekanan relatif gas. Karakterisasi menggunakan alat SAA metode BET dilakukan untuk menentukan luas permukaan zat padat berupa zeolit.

$$\frac{1}{v [(P/P_o)-1]} = \frac{c-1}{V_m \times c} \left(\frac{P}{P_o} \right) + \frac{1}{V_m \times c}$$

(Pires, Joao. 2001)

Dimana:

- P = Nilai tekanan keseimbangan
- P_o = Tekanan dalam kondisi saturasi
- V = Volume gas yang mengalami adsorpsi
- V_m = Volume gas yang mengalami adsorpsi pada satu lapis
- c = Konstanta BET yang memenuhi

Untuk menghitung luas permukaan menggunakan rumus:

$$St = \frac{W_m \times N}{W} \times Acs$$

Dimana:

- St = Luas permukaan total
- N = Bilangan Avogadro (6,02 x 10²³ molekul/mol)
- V_m = lapisan monolayer
- W = Berat gas yang teradsorpsi
- Acs = Cross sectional (1,62 x 10⁻²⁰ m²)

(Lowell and Joan, 1984)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Maret 2024 di Laboratorium Kimia Anorganik, Laboratorium Instrumentasi Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Greenlab Indonesia, Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju FMIPA di Universitas Negeri Malang, dan Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas, ayakan 200 mesh, spatula, neraca analitik, hotplate, magnetic stirrer, oven, sonikator probe, tanur, indikator pH, botol aquades, cawan porselin, *X-Ray Diffractometer (XRD)*, XRF, GC-MS dan *Surface Area Analyzer*.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit alam, kertas saring halus, akuades, SnCl_2 , HF 1%, aluminium foil, asam oleat

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan diawali dengan preparasi sampel zeolit alam yang kemudian diaktivasi menggunakan larutan HF1% (Mu'arifatussolikah, 2024). Hasil aktivasi dan SnCl_2 dikarakterisasi menggunakan XRD, XRF dan SAA. Tahap berikutnya yaitu memodifikasi katalis Sn/Zeolit alam dengan menggunakan metode sonikasi. Perbandingan Sn:zeolit alam yang digunakan yaitu 1:4 (Yustira, 2015) hasil sintesis selanjutnya dikarakterisasi menggunakan XRD, XRF dan SAA. Tahap selanjutnya yaitu melakukan reaksi esterifikasi untuk menghasilkan produk ester pada asam oleat dengan menggunakan dua macam katalis yaitu zeolit alam dan SnO_2 /zeolit alam. Waktu yang digunakan dalam reaksi yaitu selama 5 jam dengan suhu 60°C. Katalis yang digunakan sebanyak 5% dan asam oleat sebanyak 10% masing-masing sebanyak 0.4475 gram dan 8.95 gram. Perbandingan rasio mol asam oleat : metanol yang digunakan yaitu 1: 6. Hasil reaksi selanjutnya dianalisis menggunakan GC-MS

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Preparasi sampel zeolit alam
2. Aktivasi zeolit hasil preparasi
3. Sintesis katalis zeolit alam, SnO_2 /zeolit alam dengan metode sonikasi
4. Karakterisasi zeolit alam, SnO_2 /zeolit menggunakan XRD, XRF dan SAA
5. Reaksi esterifikasi dengan katalis zeolit alam, SnO_2 /zeolit
6. Karakterisasi hasil reaksi esterifikasi menggunakan GC-MS
7. Analisis Data

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Preparasi Zeolit Alam (Bani, 2023)

Sampel zeolit alam dihaluskan kemudian diayak menggunakan pengayak ukuran 200 mesh.

3.5.2 Aktivasi Zolit Alam (Mu'arifatussolikah, 2024)

Aktivasi zeolit alam dilakukan dengan perendaman hasil preparasi zeolit menggunakan larutan HF 1% selama 1 jam. Setelah itu didiamkan selama 4 jam. Tahap berikutnya yakni pencucian menggunakan aquades sampai mendekati pH netral kemudian dikeringkan pada suhu 110°C dalam oven selama 4 jam. Berikutnya hasil aktivasi ditanur pada suhu 450° selama 4 jam.

3.5.3 Sintesis Katalis

Sintesis katalis Sn pada zeolite dilakukan dengan mereaksikan Sn dan Zeolit dengan perbandingan 1:4 yaitu 2,5 gram Sn dan 10 gram zeolit dalam 100 ml akuades. Reaksi dilakukan pada temperature kamar dibantu dengan pengadukkan menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam. Kemudian sampel dipindahkan kedalam sonikator probe dan diberi radiasi ultrasonik sebesar 42 KHz selama 2 jam. Lalu dikeringkan pada suhu 110°C selama 24 jam dan dikalsinasi pada suhu 450°C selama 4 jam

3.5.4 Karakterisasi

3.5.4.1 Analisis Kristalinitas dengan *X-Ray Diffraction* (XRD)

Karakterisasi dengan XRD dilakukan terhadap zeolit alam dan SnO₂/Zeolit. Mula-mula sampel dihaluskan hingga menjadi serbuk yang halus, kemudian ditempatkan pada preparat dan dipress dengan alat pengepres. Selanjutnya ditempatkan pada sampel holder dan disinari pada sudut $2\theta = 5^\circ - 90^\circ$ dengan kecepatan scan 0,02°/detik.

3.5.4.3 Analisis Komponen dengan *X-Ray Fluorescence* (XRF)

Karakterisasi XRF pada zeolit alam sebelum dan sesudah aktivasi SnO₂/zeolit dilakukan dengan cara sebagai berikut: sampel yang dikarakterisasi dihaluskan kemudian diletakkan dalam sample holder, selanjutnya disinari dengan sinar-X. Setelah itu akan diperoleh data berupa presentase unsur yang terkandung pada sampel yang diuji

3.5.4.4 Karakterisasi Menggunakan Surface Area Analyzer (SAA) (Gustama, 2020)

Karakterisasi SAA pada zeolit alam dan Sn-Zeolit dilakukan dengan cara sampel sebanyak 0,1-0,5 gram ditimbang dalam tube kosong. Tube berisi sampel diletakkan dalam *heating mantle* pada *vacuum degasser*. Dilakukan *degassing* dengan suhu 250-300° C.

3.5.4.5 Reaksi Esterifikasi dengan katalis zeolit alam dan Sn/zeolit (Muhajir, 2023)

Konversi asam oleat menjadi metil ester melalui reaksi esterifikasi dibantu katalis zeolit alam, Sn/zeolit dilakukan dengan mereaksikan metanol dan minyak asam oleat menggunakan rasio molar methanol : asam oleat 6:1 pada temperatur 60°C dan pengadukan menggunakan *magnetic stirer* 600 rpm selama 5 jam. Setelah proses selesai, katalis dipisahkan terlebih dahulu dengan cara di sentrifugasi selama 15 menit dengan putaran 5000 rpm terlebih dahulu. Setelah disentrifugasi akan terlentuk 2 lapisan. Lapisan atas merupakan lapisan metil ester. Variasi katalis yang digunakan dalam reaksi esterifikasi ditunjukkan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Variasi Katalis

Katalis	Jumlah Katalis (%)	Volume Metanol	Volume Asam Oleat	Suhu	Waktu Kontak
Zeolit Alam	5	7.7 mL	10 mL	60°C	5 Jam
Sn-Zeolit	5	7.7 mL	10 mL	60°C	5 Jam

Untuk mengetahui yield biodiesel (metil oleat) hasil konversi dan reaksi esterifikasi dikarakterisasi menggunakan GC-MS. Untuk mengetahui yield biodiesel (metil oleat) hasil konversi dan reaksi esterifikasi dikarakterisasi menggunakan GC-MS digunakan rumus berikut

$$(\%) \text{Metil Oleat} = \frac{\text{Luas Area}}{\text{Total Luas Area}} \times 100\%$$

3.5.5 Analisis Menggunakan GC-MS

Produk hasil reaksi esterifikasi dianalisis menggunakan GC-MS (*Gas Chromtography-Mass Spectroscopy*) yang dikondisikan sebagai berikut :

Jenis kolom	: Rtx-5MS
Panjang kolom	: 30 meter
ID	: 0.25 mm
Gas Pembawa	: Helium
Sistem ionisasi	: Electron impact
Energi ionisasi	: 70 eV
Suhu kolom	: 60 °C
Suhu injector	: 240 °C
Mode injeksi	: Split
Tekanan gas pembawa	: 13.7 kPa
Kecepatan aliran gas	: 0.5
mL/menitSuhu detektor	: 250 °C

Instrumen ini digunakan untuk memisahkan campuran senyawa organik menjadisatu komponen-komponen dan meramalkan struktur kimia dari masing-masing komponen tersebut.

3.5.6 Analisis Data

3.5.6.1 Analisis Data Hasil Karakterisasi Katalis zeolit alam dan Sn/zeolite XRD (*X-Ray Diffraction*)

Dari hasil karakterisasi katalis zeolit alam dan Sn/zeolite menggunakan XRD yang diperoleh adalah berupa difraktogram. Kristalinitas katalis zeolit alam dan Sn/zeolit ditentukan oleh kemunculan pada daerah 2θ pada difragtogram. Selanjutnyaa puncak- puncak yang terbentuk pada difragtogram dibandingkan dengan referensi untuk mengetahui kesesuai katalis zeolit alam dan Sn/zeolit dengan referensi. Semakin rendah puncak katalis zeolit alam, Sn/zeolit yang terbentuk pada daerah 2θ data dikatakan bahwa Sn telah teremban pada zeolit alam.

3.5.6.2 Analisis Data Hasil Karakterisasi Katalis zeolit alam dan Sn/zeolit XRF (X-Ray Fluorescence)

Dari hasil karakterisasi zeolit alam dan Sn/zeolit menggunakan XRF yang diperoleh adalah berupa difraktogram. Puncak yang muncul pada difraktogram tersebut menunjukkan bahwa Sn telah terlembam ke dalam zeolit alam. Tinggi puncak menunjukkan banyaknya Sn yang telah terlembam ke dalam zeolit alam untuk mempermudah pemahaman data hasil difraktogram dari hasil analisis XRF akan disajikan dalam bentuk Tabel sehingga presentasi kadar Sn lebih jelas.

3.5.6.3 Analisis Data Hasil Karakterisasi Katalis zeolit alam dan Sn/zeolit SAA (Surface Area Analyzer)

Data yang didapatkan dari analisis berupa data tekanan relatif (P/P_0) berupa gas N_2 yang diadsorpsi dan didesorpsi per gram sampel. Langkah selanjutnya yaitu dibuat grafik penentuan luas permukaan dari sampel yang menghubungkan tekanan relatif (P/P_0) sebagai sumbu x dan $(1/[W((P/P_0))])$ sebagai sumbu y. kemudian diperoleh grafik dan didapatkan sebuah persamaan $y = ax + b$ dimana melalui persamaan tersebut diperoleh slope (s) dan intersep (i)

$$W_m = \frac{1}{s + i}$$

Selanjutnya dihitung luas permukaan (St) menggunakan persamaan

$$St = \frac{W_m \times N \times Acs}{W}$$

(Lowell and Joan, 1984)

Dengan N adalah Bilangan Avogadro (6.0225×10^{23} molekul/mol), W_m merupakan berat gas nitrogen (g), W merupakan berat gas yang teradsorpsi dan Acs adalah molecular cross section area dari N_2 yang besarnya $16.2 \times 10^{-20} m^2$.

3.5.6.4 Analisis Data Karakterisasi Metil Ester Hasil dari Reaksi Esterifikasi Asam Oleat Menggunakan GC-MS

Data hasil karakterisasi metil oleat hasil reaksi esterifikasi asam oleat menggunakan GC-MS yang diperoleh adalah berupa kromatogram puncak yang muncul pada kromatogram dicocokkan dengan standar untuk mengetahui bahwa metil Ester telah terbentuk dari reaksi esterifikasi asam oleat dibantu katalis zeolit alam dan SnO_2 /zeolit

BAB IV PEMBAHASAN

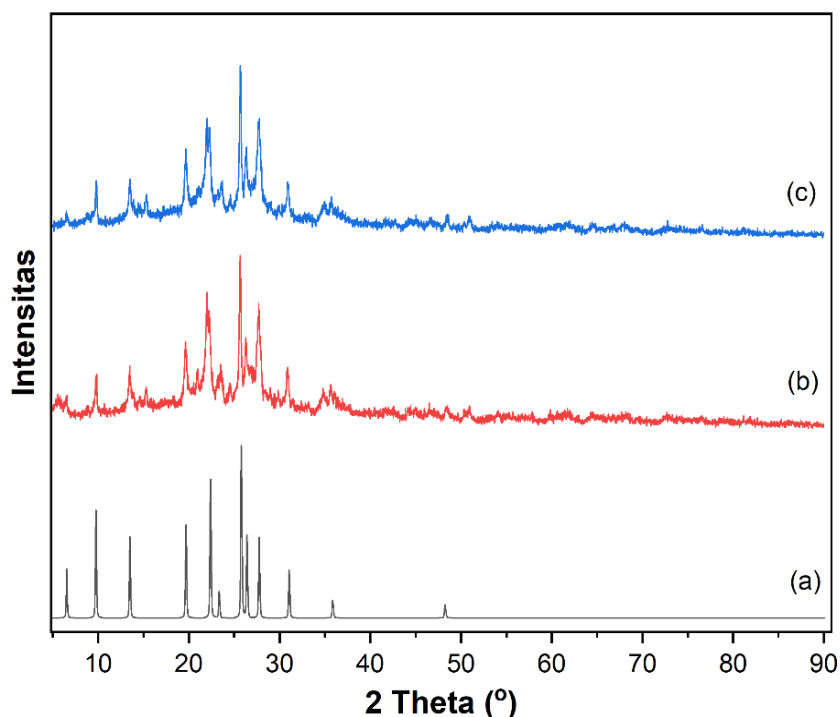
4.1 Karakteristik Zeolit Alam

Karakteristik zeolit alam dilakukan menggunakan instrumen XRF dan XRD. Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui struktur zeolit dan unsur-unsur yang terkandung di dalamnya. Katalis berfungsi untuk mempercepat reaksi. Zeolit memiliki ukuran partikel yang sedikit besar sehingga zeolit diperkecil dengan perlakuan penghalusan. Zeolit alam juga mengandung banyak pengotor sebagai penyeimbang muatan, sehingga perlu dilakukan aktivasi dan penambahan asam untuk mengurangi kandungan pengotor tersebut. Hasil karakterisasi zeolit alam menggunakan XRF disajikan pada **Tabel 4.1**

Tabel 4.1 Kandungan Unsur dalam Zeolit Alam sebelum dan sesudah aktivasi

Unsur	Sebelum Aktivasi (%)	Setelah Aktivasi (%)
Mg	0.4	0.5
Si	37	38.4
Al	3.9	7.8
K	11	10.5
Ca	11	9.64
Ti	1.2	0.98
V	0.05	0.04
Cr	0.060	-
Mn	0.54	0.36
Fe	15.3	11.3
Cu	0.14	0.096
Zn	0.06	0.03
Sr	1.1	0.88
Ba	0.1	0.1
Eu	0.2	0.1
Re	0.2	0.2

Pada **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa penambahan asam pada zeolit alam dapat mengurangi kandungan logam (sebagai kation penyeimbang / pengotor). Ratio mol Si/Al pada zeolit alam mengalami penurunan dari 9 menjadi 4 dikarenakan berkurangnya kandungan logam akibat aktivasi dengan asam. Berkurangnya ratio mol Si/Al pada zeolit setelah aktivasi masih dalam rentang ratio mol Si/Al zeolit mordenit, yaitu 1-17 (Koradia, *etc al* 1980). Logam yang berkurang diantaranya K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Sr dan Eu. Proses ini efektif dalam menghilangkan bahan pengotor yang terdapat dalam zeolit alam, seperti ion logam dan mineral lain (Prasdiantika dkk, 2019).



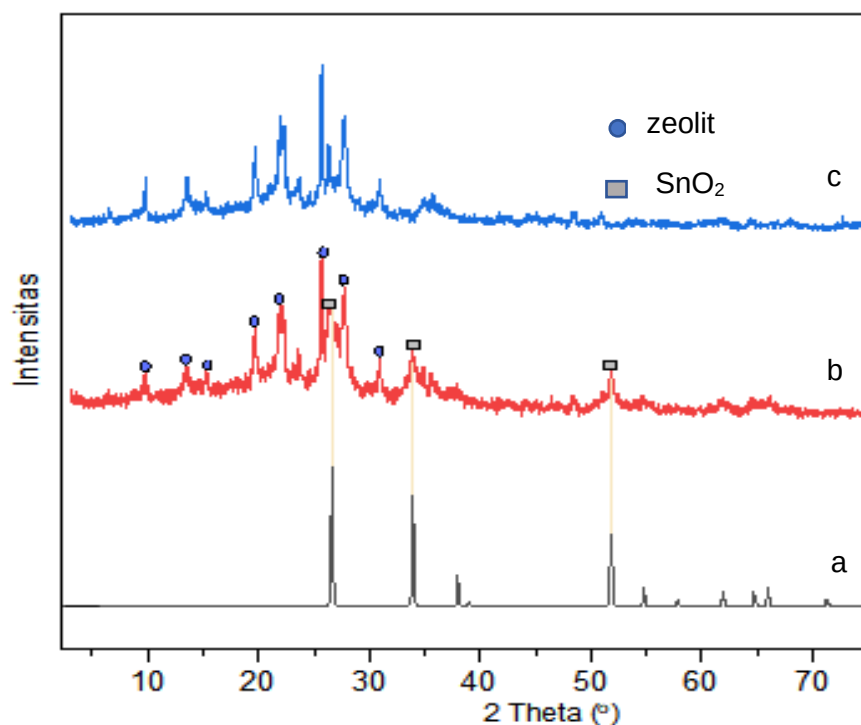
Gambar 4.1 Difraktogram XRD (a) Standar Mordenit (JCPDS 00-049-0924), (b) Zeolit Alam Bandung Sebelum Teraktivasi, (c) Zeolit Alam Teraktivasi HF 1%

Karakterisasi zeolit alam juga dianalisis menggunakan XRD untuk mengetahui strukturnya. Pada Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa struktur zeolit alam adalah mordenit, hal ini dapat dilihat kesamaan puncak-puncak 2θ zeolit alam dengan standar mordenit. 2θ dibandingkan dengan standart dari mordenit sehingga Struktur dapat diidentifikasi. 2θ menunjukkan posisi puncak difraksi. Setiap puncak terkait dengan indeks miller (hkl) yang menggambarkan bidang kristal tertentu sehingga dari data tersebut 2θ dapat digunakan untuk menghitung parameter kisi. Proses aktivasi asam dan pemanasan suhu tinggi pada zeolit alam memiliki kesamaan 2θ dengan zeolit alam sebelum aktivasi, artinya tidak ada perubahan struktur setelah proses aktivasi. Hasil XRD dn XRF, dapat diketahui bahwa aktivasi asam hanya mengurangi kandungan pengotor pada zeolit alam dan tidak merusak struktur zeolit alam, yaitu mordenit.

4.2 Karakteristik Sn/Zeilol Alam Hasil Sintesis dengan Metode Sonikasi

Metode sintesis sonikasi dapat mengurangi waktu reaksi, sehingga dapat mempercepat proses sintesis. Karakteristik Sn yang diembankan pada zeolit alam dinalisis menggunakan *X-Ray Diffraction*. Hasil modifikasi kemudian dianalisa menggunakan XRD yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa hasil dari sitesis SnO_2 /zeolit alam memberikan puncak-puncak baru yang sama dengan Standar SnO_2 (JCPDS 00-041-1445). SnO_2 (stannic oxide) merupakan produk yang dihasilkan dari oksidasi Sn^{2+} (dari SnCl_2) menjadi Sn^{4+} (SnO_2) saat proses sintesis. Standar difraktogram SnO_2 menunjukkan puncak-puncak difraksi pada posisi 2θ yang spesifik, yang mewakili

struktur kristal dari SnO_2 . Puncak baru yang ada pada zeolit alam Sn telah berhasil terembankan pada zeolit.



Gambar 4.2 Difraktogram XRD (a) Standar SnO_2 (00-041-1445), (b) SnO_2 /Zeolit Alam (c) Zeolit Alam Terktivasi

Pada Gambar 4.2 dapat dilihat pola difraktogram hasil modifikasi SnO_2 /Zeolit alam, Keberhasilan pengembanan SnO_2 /Zeolit alam dapat ditandai dengan munculnya 3 puncak baru di daerah 2θ yaitu $26,59^\circ$; $34,29^\circ$; $52,11^\circ$. Hasil tersebut membuktikan bahwa Sn telah terembankan pada zeolit alam Bandung. Penelitian yang dilakukan oleh Yustira (2015) adanya logam Sn pada katalis Sn/zeolit teridentifikasi dengan munculnya puncak khas untuk SnO pada $2\theta = 33,88^\circ$ dan $51,75^\circ$. Keberhasilan pengembanan juga ditandai dengan kemunculan unsur Sn yang disajikan pada Tabel 4.2 berdasarkan analisa menggunakan XRF.

Tabel 4.2 Kandungan unsur Zeolit Alam Teraktivasi dan setelah modifikasi Sn/Zeolit Alam

Unsur	Zeolit Aktivasi (%)	Sn/Zeolit Alam (%)
Mg	0,5	0,2
Si	38,4	20,7
Al	7,8	6,5
K	10,5	-
Ca	9,64	4
Ti	0,98	0,87
V	0,04	0,068
Cr	-	0,86
Mn	0,36	0,25
Fe	11,3	7,10
Cu	0,096	0,088
Zn	0,03	0,02
Sr	0,88	0,47
Ba	0,1	-
Eu	0,1	0,05
Re	0,2	0,1
Sn	-	48,1

Berdasarkan **Tabel 4.2** dapat diketahui perbedaan zeolit yang sudah diaktivasi dengan zeolit yang sudah dimodifikasi dengan logam Sn. Hasil XRF dari logam Sn didapatkan hasil sebesar 48,1%. Kemunculan logam Sn pada hasil karakterisasi XRF menandakan bahwa Sn telah berhasil diimbangkan ke zeolit alam. Selain uji XRD dan XRF juga dilakukan pengujian menggunakan instrumen *surface area analyzer* yang bertujuan untuk mengetahui luas permukaan.

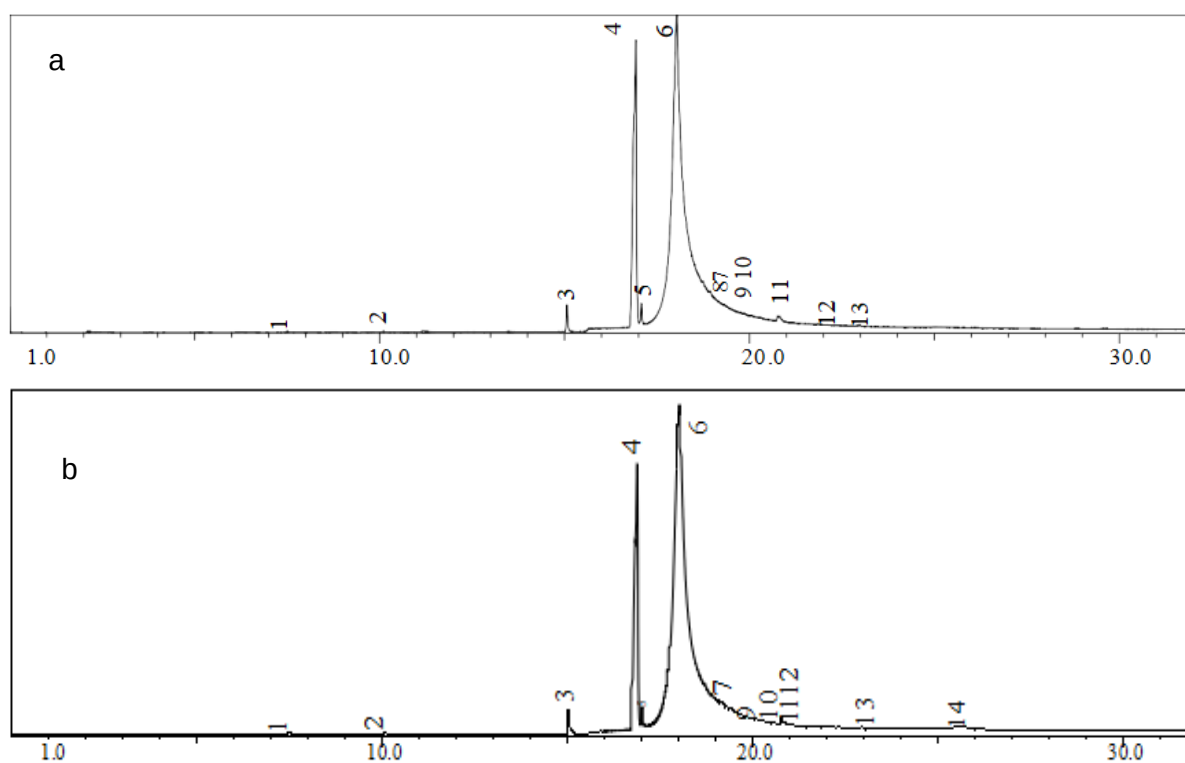
Tabel 4.3 Luas Permukaan Katalis Hasil Karakterisasi Menggunakan SAA

Katalis	Luas permukaan m ² /g
Zeolit Alam Bandung Teraktivasi	62.297
SnO ₂ /Zeolit Alam Bandung	33.277

Hasil luas permukaan pada tabel 4.3 berdasarkan hasil perhitungan isoterms adsorpsi BET, dapat diketahui bahwa zeolit alam yang telah teraktivasi memiliki luas permukaan 62.297m²/g. Setelah SnO₂ ditambahkan pada zeolit mengalami penurunan luas permukaan yaitu 33.277m²/g. Ketika SnO₂ didispersikan pada zeolit, mengakibatkan pori-pori zeolit yang awalnya kosong menjadi tertutupi oleh SnO₂ sehingga mengurangi luas permukaan spesifik. Zeolit mordenit umumnya memiliki struktur pori dengan ukuran mikropori yang memberikan kontribusi besar terhadap luas permukaannya. Penetrasi SnO₂ kedalam mikropori dapat mengurangi volume pori sehingga luas permukaan totalnya menurun. Selain itu SnO₂ yang tidak terdispersi secara merata cenderung membentuk aglomerasi / gumpalan di permukaan zeolit. Penggumpalan ini mengurangi permukaan aktif SnO₂. Proses sonikasi yang dilakukan melibatkan perlakuan termal yang dapat menyebabkan sebagian kerusakan pada struktur pori zeolit. Perlakuan termal juga dapat menyebabkan sintering selama sintesis yang dapat mempersempit pori-pori asli yang berkontribusi pada pengurangan luas permukaan.

4.3 Analisis GC-MS Produk Hasil Reaksi Esterifikasi Asam Oleat dengan Bantuan Katalis

Hasil dari sintesis $\text{SnO}_2/\text{Zeolit}$ alam selanjutnya digunakan sebagai salah satu katalis dalam reaksi esterifikasi asam oleat. Konversi asam oleat menjadi metil ester melalui reaksi esterifikasi dibantu katalis zeolit alam dan Sn/zeolit . Reaksi esterifikasi dengan menggunakan katalis $\text{SnO}_2 / \text{zeolit}$ alam menghasilkan produk yang dianalisis menggunakan GC-MS analisis GC pada produk yang dihasilkan disajikan pada Gambar 4.3 (a) dan (b).



Gambar 4.3 kromatogram produk reaksi esterifikasi menggunakan katalis (a) zeolit alam (b) $\text{SnO}_2/\text{Zeolit}$ alam

Pada Gambar 4.3 (a) dan (b) dapat diketahui memiliki pola yang sama dan sedikit perbedaan. Interpretasi puncak pada setiap waktu retensi dianalisis menggunakan MS yang disajikan pada Tabel 4.4 dan 4.5.

Tabel 4.4 Dugaan komposisi senyawa pada produk hasil reaksi esterifikasi menggunakan katalis zeolit alam

Katalis	Waktu Retensi (Menit)	Senyawa Produk	Area Relatif (%)
Zeolit Alam	7.500	Hexadecane	0.02
	10.105	Pentadecane	0.03
	15.067	Hexadecanoic acid	0.67
	16.928	Methyl oleate	15.56
	17.078	Methyl stearate	0.69
	18.034	Linoleic acid	82.60
	20.055	9-Octadecenal	0.03
	20.225	Hexadecane	0.00
	20.315	Heptadecane	0.01
	20.821	9-octadeen	0.33
	21.585	Nonacosane	0.02
	22.980	Squalene	0.03
	23.422	Nanodecane	0.01

Tabel 4.5 Dugaan komposisi senyawa pada produk hasil reaksi esterifikasi menggunakan katalis SnO₂/Zeolit alam

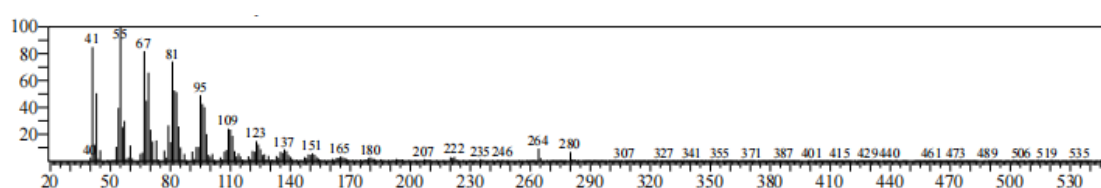
Katalis	Waktu Retensi (Menit)	Senyawa Produk	Area Relatif (%)
SnO ₂ /Zeolit alam	7.500	Hexadecane	0.03
	10.114	Pentadecane	0.05
	15.074	Hexadecanoic acid	0.61
	16.932	Methyl oleate	14.06
	17.079	Octadecanoic acid	0.66
	18.078	Linoleic acid	73.14
	18.945	Eicosanoic Acid	9.31
	20.065	9-octadecenal	0.60
	20.245	1-Pentadecane	0.24
	20.325	Heptadecane	0.54
	20.615	Tetradecanoic Acid	0.15
	20.779	9-octadecen	0.45
	22.986	Squalene	0.03
	25.567	Decanoic acid	0.13

Pada Tabel 4.4 dan 4.5 menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan terdapat 13 dan 14 senyawa. Hal ini menunjukkan bahwa katalis yang digunakan selektivitasnya sangat rendah karena masih banyak asam yang belum terkonversi menjadi metil ester. Persen produk tertinggi menggunakan katalis zeolit alam menghasilkan metil oleat 15.56% dan asam linoleat 82.60%. Sedangkan menggunakan katalis SnO₂/zeolit alam menghasilkan metil oleat 14.06% dan asam linoleat 73.14%. Hasil data tersebut menunjukkan bahwa konversi asam oleat menjadi metil oleat menggunakan katalis SnO₂/zeolit alam sangat rendah. Akan tetapi, konversi asam oleat menjadi asam linoleat sangat tinggi yaitu 82.60% dan 73.14%. Dalam reaksi esterifikasi, terutama ketika menggunakan katalis heterogen seperti zeolit dan Sn/zeolit, terdapat potensi terjadinya reaksi samping atau isomerisasi dari asam oleat menjadi asam

linoleat. Isomerisasi ini bisa terjadi akibat adanya suhu tinggi atau sifat khusus katalis yang menyebabkan perubahan struktur ikatan rangkap dari asam oleat, sehingga menghasilkan asam linoleat.

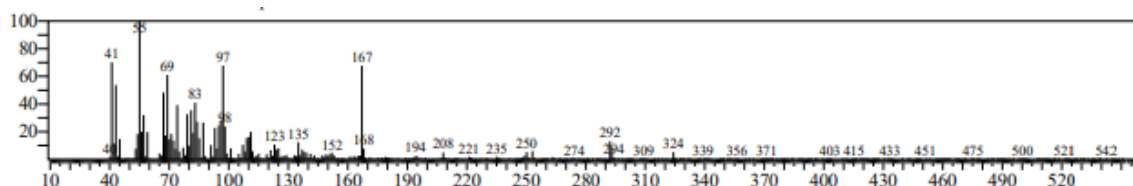
Penelitian yang dilakukan oleh Yustira (2015) pada katalis Sn/zeolit pada reaksi esterifikasi asam lemak limbah minyak kelapa sawit menghasilkan konversi metil ester sebesar 96,00%. Spektrum GC-MS terhadap produk reaksi esterifikasi asam lemak dari limbah minyak kelapa sawit dengan katalis Sn/zeolit menunjukkan senyawa metil ester yang dominan adalah metil elaidat (35,80%), metil palmitat (32,22%), dan metil stearat (11,09%). Penelitian lain juga dilakukan oleh Muhajir (2023) menggunakan katalis zeolit X untuk reaksi esterifikasi dengan waktu reaksi 2 jam, 3 jam, dan 6 jam menunjukkan persentase area metil oleat berturut-turut sebesar 38,97%, 37,55%, dan 24,48%.

Hasil produk reaksi esterifikasi asam oleat memiliki persentase asam linoleat yang lebih tinggi dibandingkan metil oleat dapat dipengaruhi oleh reaktivitas asam oleat dan pembentukan produk. Asam oleat (C18:1) memiliki satu ikatan ganda, sedangkan metil oleat adalah ester dari asam oleat. Dalam kondisi tertentu, terutama dengan adanya katalis asam dan suhu yang tinggi, reaksi esterifikasi dapat mendorong terbentuknya asam linoleat (C18:2) sebagai produk sampingan. Proses ini mungkin melibatkan reaksi tambahan di mana asam oleat terdehidrogenasi atau mengalami reaksi isomerisasi asam menghasilkan linoleat (Handoko dkk. 2013). Konversi asam oleat menjadi metil oleat juga dapat dilakukan menggunakan bantuan katalis enzim. Yuan and Konrad (1960) telah mengkonversi asam oleat menjadi asam linoleat menggunakan enzim dari ragi. Pada penelitian tersebut didapatkan bahwa asam linoleat merupakan satu-satunya produk radioaktif yang dibentuk dari C14-oleat oleh ToruZopsis yang ditemukan dalam asam lemak stearat.



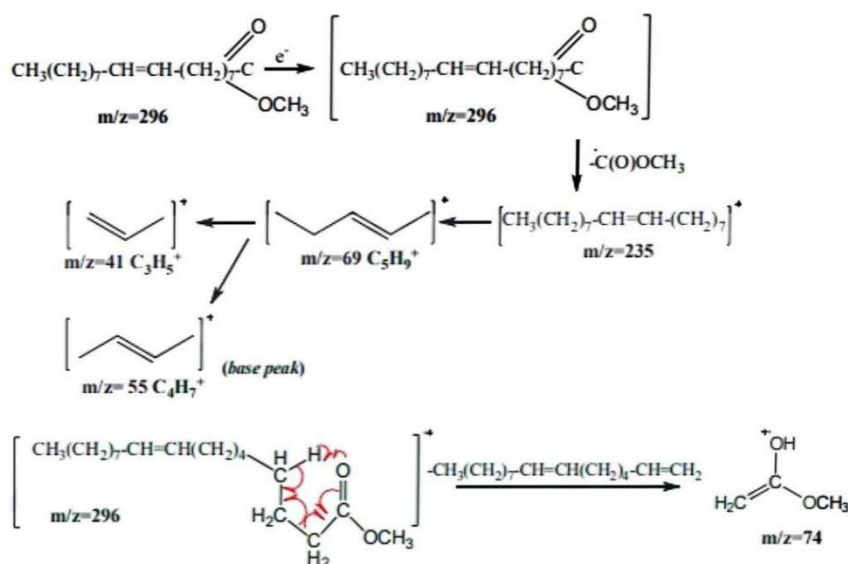
Gambar 4.4 Spektra massa senyawa puncak asam linoleat pada waktu retensi pada m/z 280

Berdasarkan Gambar 4.4 Spektra massa senyawa puncak asam linoleat pada waktu retensi pada m/z 280 memiliki base peak m/z 56. Base peak pada spektrum massa asam linoleat muncul pada m/z 55, yang merupakan puncak tertinggi dan menunjukkan ion paling stabil yang dihasilkan dari fragmentasi.



Gambar 4.5 Spektra massa senyawa puncak metil oleat pada waktu retensi pada m/z 296

Berdasarkan Gambar 4.5 spektra massa metil oleat mun cul puncak pada ion molekuler pada m/z 296. Metil oleat memiliki *base peak* pada m/z 55 yang berasal dari terbentuknya $C_3H_3^+$. Puncak dengan tersebut terbentuk akibat penataan ulang Mc. Lafferty. Fragmen-fragmen yang lain terbentuk akibat fragmentasi α -cleavage yaitu pemutusan pada atom karbon alfa ($C\alpha$) kemudian dilanjutkan dengan fragmentasi sesuai deret khas hidrokarbon sesuai Gambar 4.14



Gambar 4.6 Dugaan Pola Fragmentasi Metil Oleat (Isnaini, 2018)

4.5 Hasil Penelitian Menurut Prespektif Islam

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai sintesis sn/zeolit alam menggunakan metode sonikasi sebagai katalis pada reaksi esterifikasi asam oleat telah menghasilkan senyawa produk metil ester dan asam linoleat. Reaksi yang telah dilakukan menggunakan dua variasi katalis yaitu zeolit alam bandung dan Sn/zeolit. Pada katalis zeolit alam telah menghasilkan konversi metil ester sebesar 15.56% dan asam linoleat sebesar 82.60%. katalis Sn/Zeolit alam bandung menghasilkan metil ester sebesar 14.06% dan asam linoleat 73.14%. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa Allah menciptakan segala sesuatu di dunia ini sesuai dengan porsinya dan setiap kandungannya Allah SWT berfirman dalam Alquran:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Artinya: “*Sungguh, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.*” (QS. Al Qamar: 49).

Menurut Tafsir as-Sa'di “Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran,” ini mencakup seluruh makhluk dan seluruh alam, baik alam atas maupun alam bawah, hanya Allah yang menciptakannya. Tidak ada pencipta selain Allah, tidak ada sekutu bagiNya dalam menciptakan semuanya. Allah menciptakan berdasarkan ketentuan yang telah terdahulu berdasarkan ilmu-Nya dan sesuai catatan penaNya berdasar waktu dan ukuran yang ditetapkan dan seluruh sifat yang tercakup dalam segala hal.

Pada penelitian ini menggunakan kekayaan alam berupa zeolit dan asam oleat yang umumnya banyak terkandung dalam minyak zaitun. Memanfaatkan hasil kekayaan bumi dengan baik dan menjaganya dari segala macam kerusakan merupakan perbuatan yang baik dan sangat dianjurkan oleh Allah. Allah berfirman dalam surat Al-Qashash Ayat 77:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا

يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

Artinya : “*Dan, carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (pahala) negeri akhirat, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia. Berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.*”

Berdasarkan tafsir Ibn ‘Asyur, lanjut Shihab, memahami frasa di atas dalam arti bahwa Allah tidak mengecammu jika engkau mengambil bagianmu dari kenikmatan duniawi selama bagian itu tidak atas resiko kehilangan bagian kenikmatan ukhrawi. Adapun Thabathaba'i memahami penggalan ayat di atas dalam arti jangan sampai kita mengabaikan apa yang dibagi dan dianugerahkan Allah kepadamu dari kenikmatan duniawi dan gunakanlah hal itu untuk kepentingan akhiratmu sebagai bekal untuk kehidupan akhirat yang kekal.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Hasil karakterisasi zeolit alam pada XRD menunjukkan bahawa jenis zeolit yang digunakan merupakan jenis mordenit dan memiliki luas area sebesar $62.297 \text{ m}^2/\text{g}$. Hasil karakterisasi XRD pada $\text{SnO}_2/\text{zeolit}$ alam Bandung, keberhasilan pengembangan $\text{SnO}_2/\text{Zeolit}$ alam dapat ditandai dengan munculnya puncak baru di daerah $2\theta = 26,59^\circ$; $34,29^\circ$; $52,11^\circ$. Luas area $\text{SnO}_2/\text{zeolit}$ alam sebesar $33.277 \text{ m}^2/\text{g}$
2. Reaksi esterifikasi asam oleat dengan variasi zeolit alam dan Sn/zeolit alam telah berhasil mengkonversi metil oleat 15,56 %, asam linoleat 82.60% (katalis zeolit alam), 14,06 % metil oleat dan asam linoleat 73.14%. (katalis $\text{SnO}_2/\text{zeolit}$ alam)

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disarankan untuk penelitian selanjutnya lebih memperhatikan reaksi yang dilakukan, pH, jumlah katalis serta suhu yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

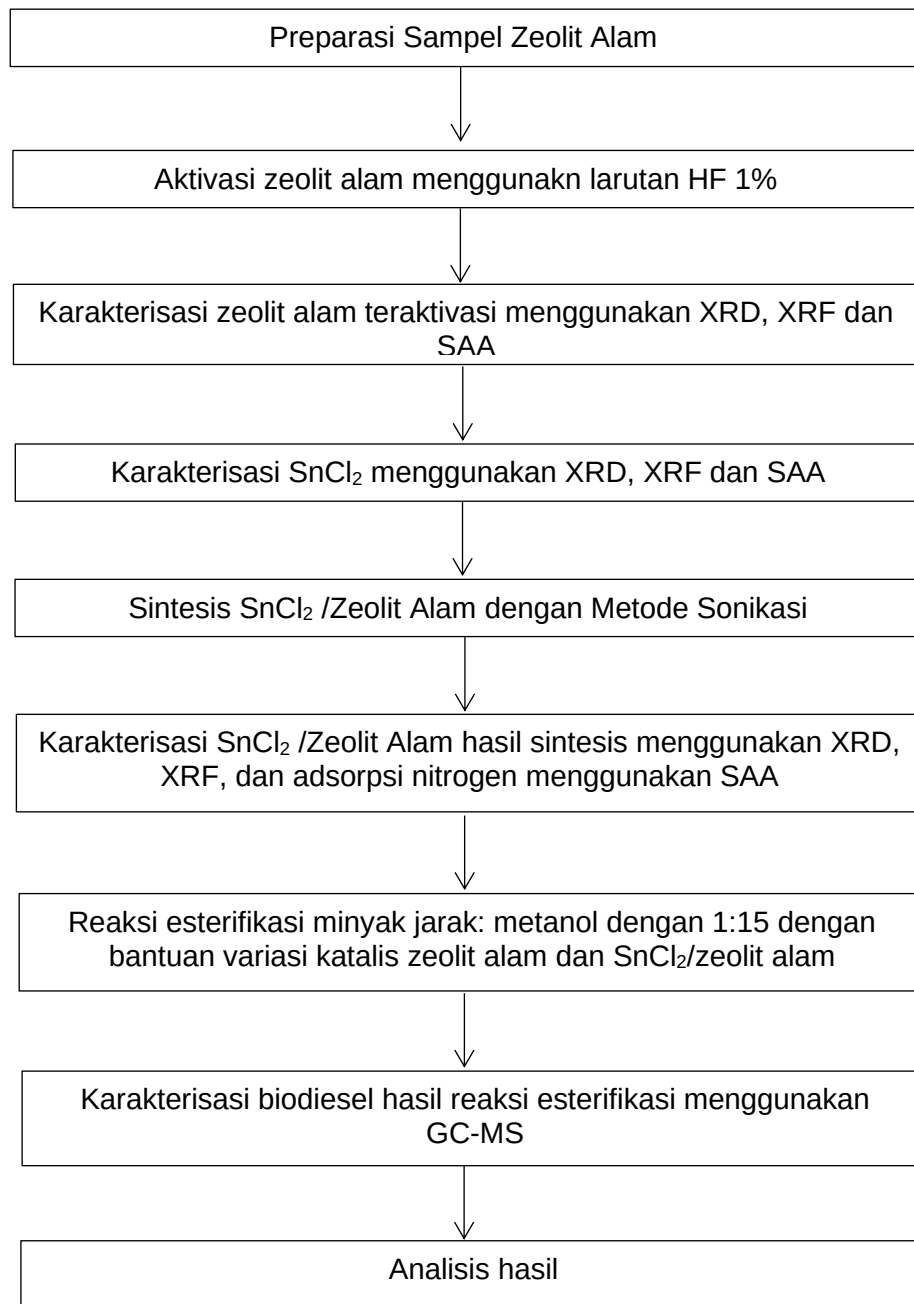
- Abdullah, M. dan Khairurrijal. 2009. Review: Karakterisasi Nanomaterial. Jurnal Nanosains dan Teknologi. Vol. 2. No. 1. ISSN 1979-0880
- Al-Ayyubi, S. (2019). Pembuatan Biodisel Dari Minyak Jarak Kepyar Melalui Reaksi Transesterifikasi dengan Variasi Suhu Menggunakan Katalis KOH/Zeolit. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Anghistra dkk., 2023. Modifikasi Zeolit Alam dengan Mn pada Pengaruh Asam dan High Energy Milling. *Journal of Environmental Chemistry*
- M. Adriati, A. Suseno, and T. Taslimah, "Modifikasi Zeolit Alam Menggunakan Besi (Fe) dan Kobalt (Co) untuk Katalis Degradasi Fenol," Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi, vol. 16, no. 1, pp. 1-5, Apr. 2013.
- Ahnaf dkk., 2019 Pengaruh Penambahan Oksida Logam Terhadap Sisi Keasaman Pada Zeolit ZSM-5
- Aly, H. M., Moustafa, M. E., and Abdelrahman, E. A. 2012. Synthesis of Mordenite Zeolite in Absence of Organic Template. *Advanced Powder Technology*. 23: 757–760.
- Astar, I., 2011, Esterifikasi Asam Lemak dalam Lumpur Minyak Kelapa Sawit dengan Metanol dan Katalis Kaolinit Terimpregnasi $AlCl_3$, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak (Skripsi).
- Aurelia, I. 2015. Studi Modifikasi Glassy Carbon dengan Teknik Elektrodeposisi Iridium Oksida untuk Aplikasi sebagai Elektroda Sensor Arsen (III). Skripsi. Jakarta: Departemen Kimia FMIPA UI.
- Bani, Gregorio. 2023. Effectiveness of Ende Natural Zeolite Catalyst on the Pyrolysis of Polyethylene from Plastic Waste. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol.12, No.2 (2023) 70–77 Casas *et al.*, (2013)
- Breck, D. W. (1974). Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry and Uses. New York: John Wiley.
- Casas, A., Ramos, M.J., Rodriguez, J.F., dan Perez, A., 2013, Tin Compounds as Lewis Acid Catalysts for Esterification and Transesterification of Acid Vegetable Oils, *Fuel Proc. Tech.*, Vol. 106, 321– 325.
- Campbell, I. M. 1988. *Catalyst at Surfaces*. Chapman and Hall. New York.
- Cheng, X., J. Mao, X. Lv, T. Hua, X. Cheng, Y. Long, and Y. Tang. 2014. Fast synthesis of nanosized zeolite beta from a low-seeded, lowluted dry gel with a seeding-steam-assisted conversion method. *Journal of Materials Chemistry A* 2 (5):1247-1251.
- Cheetam, D.A. (1992). Solid State Compound. USA: Oxford university press, 234-237.
- Chung, K. W., and Park, B. G. 2019. Esterification of Oleic Acid in Soybean Oil on Zeolite
- Catalysts with Different Acidity. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 15: 388–392.

- Erlynata, S. Amalia, T. K. Adi, and S. N. Khalifah, "Pemanfaatan zeolit alam, h-zeolit alam dan tih-zeolit alam malang sebagai katalis reaksi isomerisasi glukosa," *Alchemy*, vol. 3, no. 1, 2014, doi: 10.18860/al.v0i0.2898.
- Dongoran, dkk. 2021. Perkembangan Zeolit Sebagai Katalis Alam Potensia. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, Vol. 3 No. 2
- R. Gunawan, et al., 2014. Biodiesel Synthesis of Cotton Seeds Oil (Ceibapentandra) by Chemically Transesterification Process and Ion Fragmentation of Methyl Ester *Alchemy jurnal penelitian kimia*, vol. 10, no. 2, hal. 104-11
- Ewing, G. W. (1985). *Instrumental of Chemical Analysis*. Fifth Edition. Singapore: McGraw-Hill. Fitriana 201
- Gandjar, I.G; Rohman, A. 2017. *Kimia farmasi Analisis*. Cetakan Ke XIV. Jakarta: Pustaka Pelajar.
- Georgiev, D., Bogdanov, D., Angelova, K., Markovska, I., Hristov, Y. (2009). Synthetic zeolite-structure, classification, current trends in zeolites synthesis. *International Science Conference*. 7. 1-5.
- Gili, M and Conato.M. 2019. *Synthesis and characterization of mordenite-type zeolites via hydrothermal method using silica gel and sodium aluminate as Si and Al sources at varying temperature*. *Journal of Physics: Conf. Series* 1191
- Gustama, F. A., & Wicaksana, A. Y. (2020). Literature Review: Kontaminan Timbal Dalam Darah Berdasarkan Variasi
- Handayani, dkk. 2016. Reaksi Esterifikasi Asam Oleat Dan Gliserol Menggunakan Katalis Asam. *Indonesian Journal of Materials Science*
- Handayani Arjek, Is Fatimah 2017 *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi* 16 (1) (2013) : 1 – 5 *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Journal of Scientific and Applied Chemistry Journal* homepage: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa> Modifikasi Zeolit Alam Menggunakan Besi (Fe) dan Kobalt (Co) untuk Katalis Degradasi Fenol
- Hendayana, S. (2016). *Kimia Pemisahan Kromatografi dan Elektroforesis Modern*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya
- Handoko, dkk. 2013. (2013). Catalytic Conversion of Methyl in Sequential Being Biogasoline Compounds.
- Isnaini, Isroin.A. 2018. Analisis Pengaruh Suhu Pemanasan Pada Transesterifikasi Minyak Jarak Menggunakan Katalis Heterogen KOH/Zeolit Dalam Pembuatan Biodiesel. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Kalvachev, Y., Todorova, T., & Popov, C. (2021). Recent Progress in Synthesis and Application of Nanosized and Hierarchical Mordenite—A Short Review. In *Catalysts* (Vol. 11, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/catal11030308> p. ISSN: 2354-9610 Vol.3 No.1-2, Hal. 20-27 20 Modifikasi Zeolit Dengan Tembaga (Cu) Dan Uji Sifat Katalitiknya Pada Reaksi Esterifikasi Orien Cloudia
- Karodia, Pramob B, et al. 1980 Optimization of SiO₂Al₂O₃ mole ratio of mordenite for n-pentane isomerization. *Journal of catalysis*. Vol 66. pages 290-293
- Lowell, S. and Joan, E.S. 1998. *Powder Surface Area and Porosity*. New York: Chapman & Hall

- Mignoni, M. L., Petkowicz, D. I., Nádia, R. C., Machado, F., and Pergher, S. B. 2008. Synthesis of Mordenite using Kaolin as Si and Al Source. *Applied Clay Science*. 41 (2): 99–104.
- Muarifatus, S. 2024. Sintesis Dan Karakterisasi Cao/Zeolit Alam Menggunakan Metode Sonikasi Sebagai Katalis Reaksi Transesterifikasi Minyak Jarak. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Muhajir, A. 2023. Sintesis Zeolit X Dari Kaolin Blitar Menggunakan Metode Hidrotermal Sebagai Katalis Esterifikasi Asam Oleat Dengan Variasi Waktu Reaksi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Pires, Joao. 2001. *Handbook of Surfaces and Interfaces of Materials*
- Prasdiatika, dkk. 2019. Pengaruh Larutan Asam Fluorida Pada Pencucian Material Magnetik Pasir Besi Pantai Jomblom. FMIPA UNIMUS
- Purnama, H., Musthofa, M., Akhwan, A.H., & Dewi, I.K. (2014). Effect of ultrasound on zeolite preparation from rice husk ash. *Proceedings of the 3rd Applied Science for Technology Innovation, ASTECHNOVA*, (pp. 24-30). Yogyakarta.
- Purnami, I., Wardana, dan Veronika, K. 2015. Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Laju dan Efisiensi Pembentukan Hidrogen. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 6 (1): 2477–6041.
- Qiu, T., Xiaoting, G., Jinbei, Y., Lihua, Z., L. Hongxing, W., and Yu, N. 2016. The Synthesis Of Biodiesel From Coconut Oil Using Novel Brønsted Acidic Ionic This Liquid as Green Catalyst. *Chemical Engineering Journal*. 16 (1): 1385–8947.
- Reule, A. C., Shen, J., and Semagina, N. 2018. Copper Affects Locations of Zinc in Bimetallic Ion-Exchanged Mordenite. *Chemical Physics and Chemistry*. 1 (2): 1–10.
- Setiadi, D. Yanes, and F. R. Melisa, "Pemanfaatan Zeolit Alam sebagai Komponen Penyangga Katalis untuk Reaksi Setiadi, Yanes Darmawan, R. Melisa Fitria Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia Reaksi Hidrogenasi CO₂ Salah satu alternatif pemanfaatan CO₂ saat ini," vol. 6, no. 1, pp. 24–31, 2018.
- Silverstein, et al, (1986), *Penyidikan Spektrometri Senyawa Organik*, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta, Halaman 306-329. (terjemahan A.J Hartomo). Skoog west 1980
- Solomon, T. W. G, Fryhle, C. B. & Snyder, S. A. 2014. *Organic Chemistry, 11th ed*. Wiley
- Suslick, K. S. (1989). The chemical effects of ultrasound. *Encyclopedia Britannica*.
- Wulan Safrihatini Atikah, 2017. Potensial Zeolit Alam Gunung Kidul Teraktivasi Sebagai Media Adsorben Pewarna Tekstil. *Jurnal Politeknik STTT* Vol 32 No.1 : 17-24
- Wulan Safrihatini Atikah, 2017. Potensial Zeolit Alam Gunung Kidul Teraktivasi Sebagai Media Adsorben Pewarna Tekstil. *Jurnal Politeknik STTT* Vol 32 No.1 : 17-24
- Yustira, dkk. 2015. Sintesis Katalis Sn/Zeolit dan Uji Aktivitas Pada Reaksi Esterifikasi Limbah Minyak Kelapa Sawit (*Palm Sludge Oil*). JKK, Tahun 2015, Volume 4(1), halaman 58-66
- Yustira, Yudi. Dkk. 2018. Reaksi Transesterifikasi-Esterifikasi Simultan Minyak Kelapa Sawit Dengan Katalis Zeolit Terimpregnasi Sn Dan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmu dan Terapan Kimia*. 3(1): 43-50

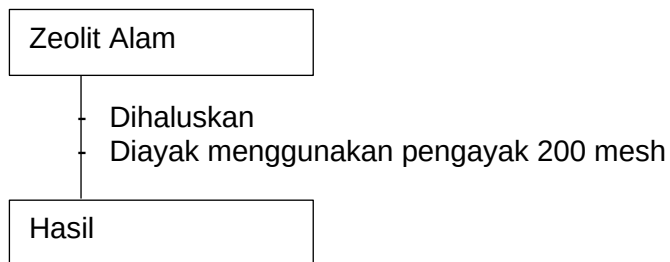
LAMPIRAN

Lampiran 1. Tahapan Penelitian

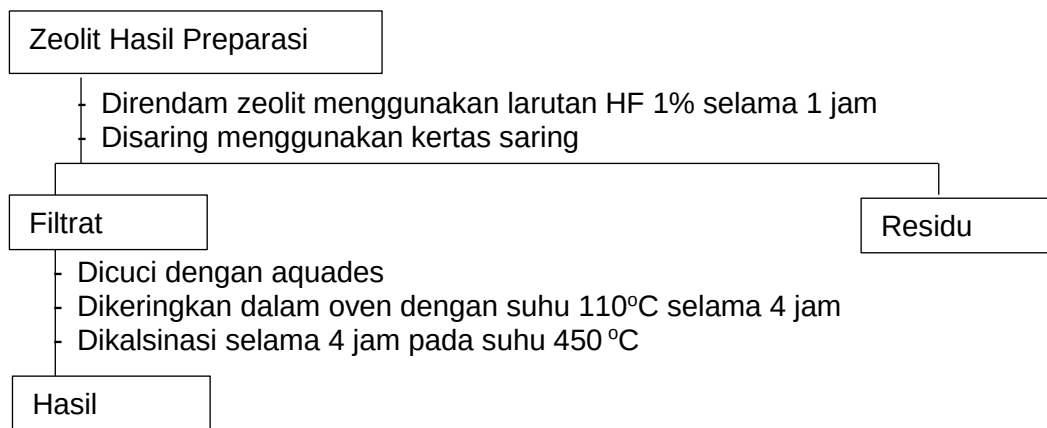


Lampiran 2. Diagram Alir

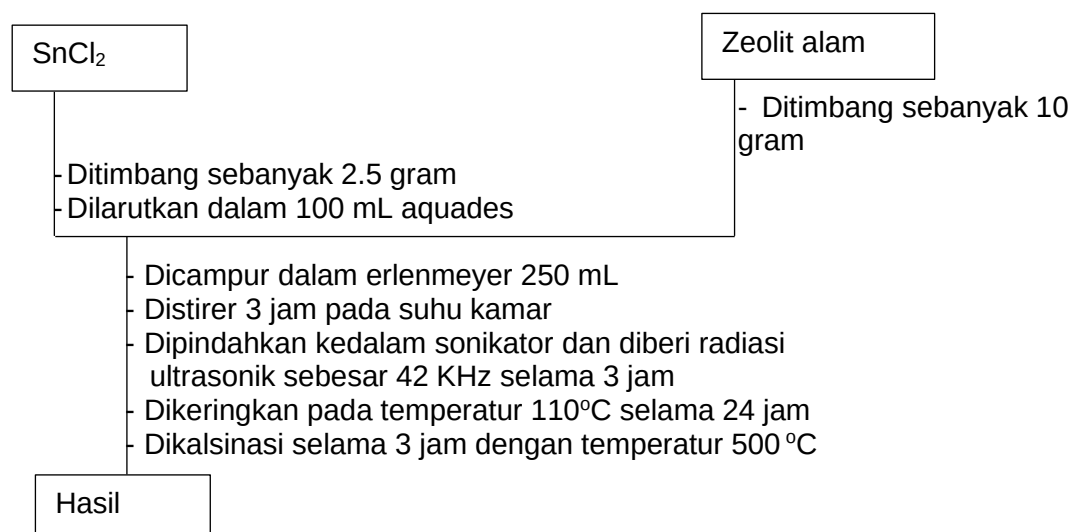
L.2.1 Preparasi Zeolit Alam



L.2.2 Aktivasi Zeolit Alam

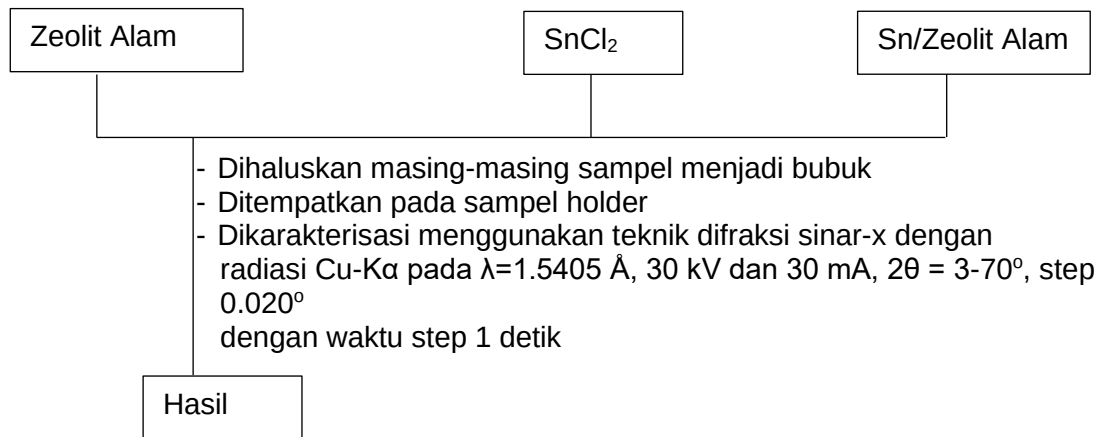


L.2.3 Sintesis Sn/Zeolit Alam dengan Metode Sonikasi

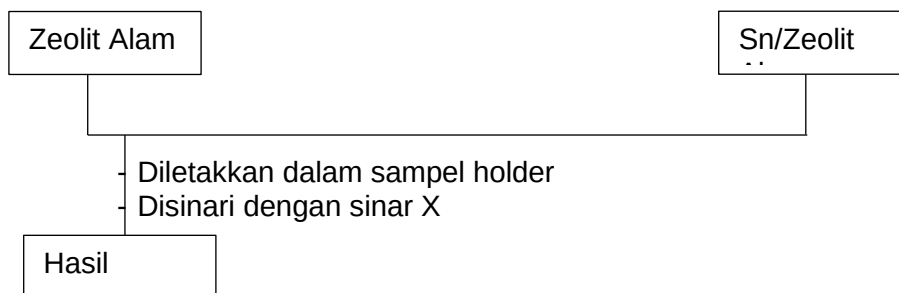


L.2.4 Karakterisasi

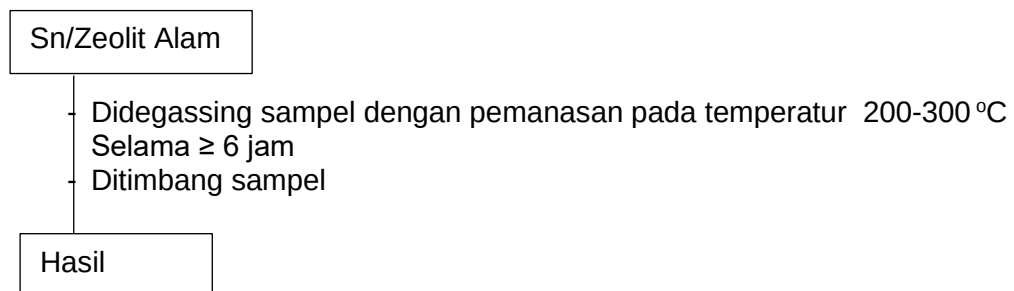
L.2.4.1 Karakterisasi Zeolit Alam, SnCl₂ dan Sn/Zeolit Alam Menggunakan XRD

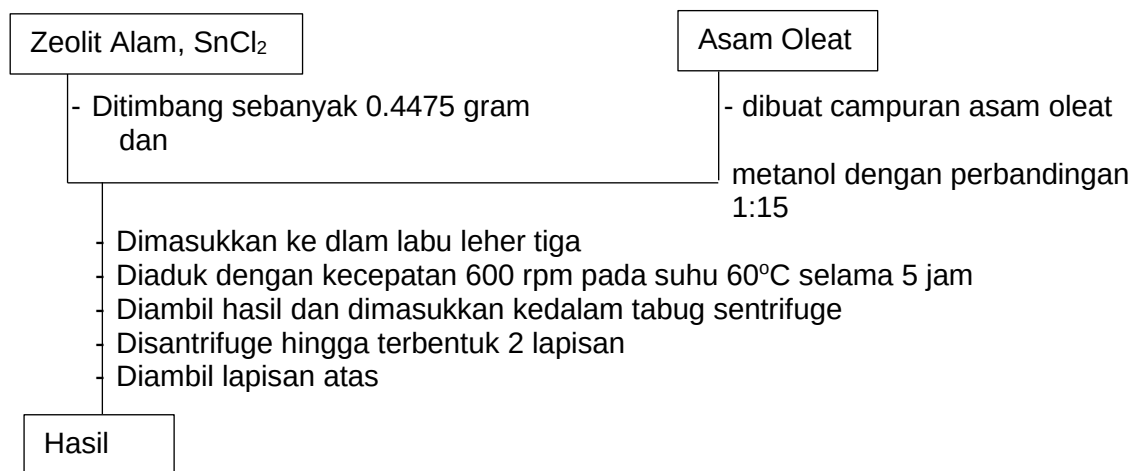
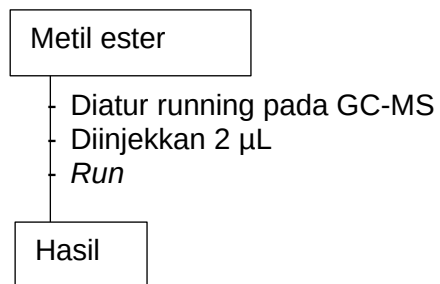


L.2.3.2 Karakterisasi Zeolit Alam dan Sn/Zeolit Alam menggunakan XRF



L.2.3.3 Karakterisasi Sn/Zeolit Alam menggunakan Surface Area Analyzer



L.2.5 Reaksi Esterifikasi dengan katalis Zeolit Alam dan Sn/Zeolit Alam**L.2.6 Karakterisasi metil ester hasil reaksi esterifikasi menggunakan GC-MS**

Lampiran 3. Perhitungan

L3.1 Pembuatan Larutan 100 mL

Pembuatan larutan HF 1% sebanyak 100 mL dengan cara mengencerkan larutan HF pekat 55% sebagai berikut :

$$\begin{aligned} M1 \times v1 &= M2 \times V2 \\ 55\% \times v1 &= 1\% \times 100 \text{ mL} \\ V1 &= 1.8 \text{ mL} \end{aligned}$$

Untuk membuat larutan HF 1% sebanyak 100 mL, maka dibutuhkan 1.8 mL HF 55% dan dilarutkan dalam akuades sebanyak 100 mL

L3.2 Massa SnCl_2 yang digunakan dalam sintesis

Perbandingan SnCl_2 : zeolit alam yang digunakan adalah 1:4 (b/b) atau sekitar 25% larutan

SnCl_2 dari berat zeolit alam

Berat zeolite alam = 10 gram

$$\begin{aligned} 25\% \text{ SnCl}_2 &= \frac{25}{100} \times 10 \text{ gram} \\ &= 2.5 \text{ gram} \end{aligned}$$

L3.3 Esterifikasi

Mr asam oleat = 282.4668 gram/mol

Densitas asam oleat = 0,895 gram/mL

Mr metanol = 32,0422 gram/mol

Densitas metanol = 0,7918 gram/mL

Volume asam oleat = 10 mL

Massa asam oleat = volume asam oleat x densitas asam oleat
= 10 mL x 0,895 gram/mL

$$\begin{aligned} \text{Mol asam oleat} &= \frac{\text{massa asam oleat}}{\text{Mr asam oleat}} \\ &= \frac{8,95 \text{ gram}}{282.4668 \text{ gram/mol}} \\ &= 0,0317 \text{ mol} \end{aligned}$$

Mol metanol = 6 x mol asam oleat
= 6 x 0,0317 mol
= 0,1902

Massa metanol = mol metanol x Mr metanol
= 0,1902 mol x 32,0422 gram/mol
= 6,0944 gram

$$\text{Volume metanol} = \frac{\text{massa metanol}}{\text{densitas metanol}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{6,0944 \text{ gram}}{0,7918 \text{ gram/mL}} \\ &= 7,6969 \text{ mL} \\ &= 7,7 \text{ mL} \end{aligned}$$

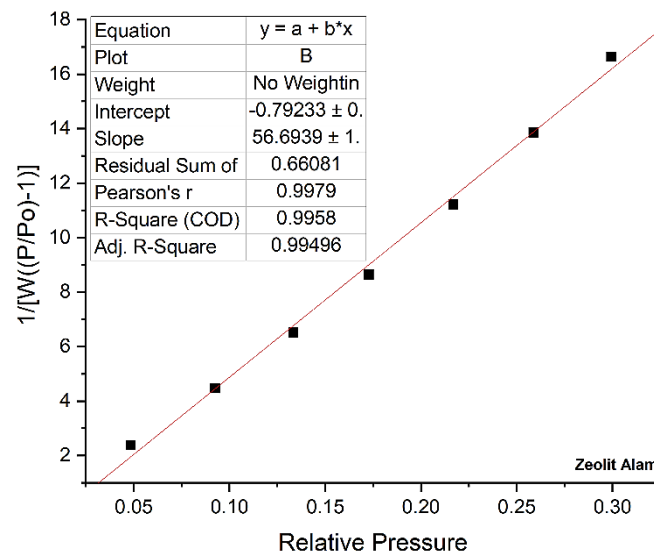
Penggunaan katalis 5%

$$\begin{aligned} \text{Katalis 5\%} &= 5\% \times \text{massa asam oleat} \\ &= 5\% \times 8,95 \text{ gram} \\ &= 0,4475 \text{ gram} \end{aligned}$$

Lampiran 4. Perhitungan Hasil Penelitian

L4.1 Perhitungan BET

4.1.1 Zeolit Alam



$$N = 6,0225 \times 10^{23} \text{ molekul/mol}$$

$$Acs = 16,2 \times 10^{-20} \text{ m}^2$$

$$W = 28,0134 \text{ g}$$

$$\text{Slope (s)} = 56,694$$

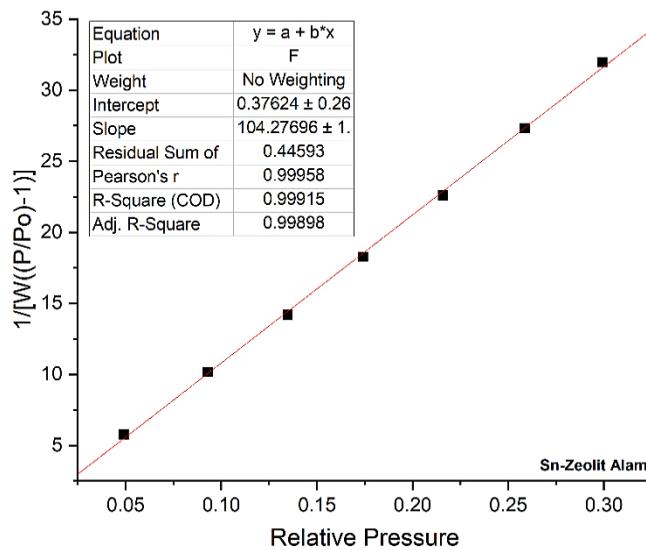
$$\text{Intercept(i)} = -0,792$$

$$W_m = \frac{1}{s+i} = \frac{1}{56,694 + (-)0,792}$$

$$= 0,0179$$

$$\begin{aligned} St &= \frac{W_m \times N \times Acs}{W} \\ &= \frac{0,00179 \times 6,0225 \times 10^{23} \times 16,2 \times 10^{-20}}{28,0134 \text{ g}} \\ &= 62.297 \text{ m}^2/\text{g} \end{aligned}$$

4.1.2 SnO₂/Zeolit Alam



$$N = 6,0225 \times 10^{23} \text{ molekul/mol}$$

$$Acs = 16,2 \times 10^{-20} \text{ m}^2$$

$$W = 28,0134 \text{ g}$$

$$\text{Slope (s)} = 104,2769$$

$$\text{Intercept(i)} = 0,3762$$

$$W_m = \frac{1}{\frac{s}{s+i}} = \frac{1}{104,2769 + 0,3762}$$

$$= 0,006246$$

$$\begin{aligned} St &= \frac{W_m \times N \times Acs}{W} \\ &= \frac{0,006246 \times 6,0225 \times 10^{23} \times 16,2 \times 10^{-20}}{28,0134 \text{ g}} \\ &= 33.277 \text{ m}^2/\text{g} \end{aligned}$$

L4.2 perhitungan % metil ester

$$\% \text{ metil ester} = \frac{\text{luas area}}{\text{total luas area}} \times 100\%$$

Lampiran 5. Data hasil XRF

L.5.1 Zeolit alam sebelum aktivasi

22-mrt-2024 10:02:23

Sample results

Page 1

Sample ident
E 131 (Helium)

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	22-mrt-2024 09:46:26
Position	3

Compound	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	V	Mn	Ba	Nd
Conc Unit	0,4 %	3,9 %	37,0 %	12,1 %	13,4 %	1,6 %	0,48 %	13 %	3,1 %	1 %

22-mrt-2024 10:00:18

Sample results

Page 1

Sample ident

E 131

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	22-mrt-2024 09:36:20
Position	3

Compound	Si	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Sr	Ba	Eu	Re
Conc Unit	59,0 %	11,0 %	11,0 %	1,2 %	0,05 %	0,060 %	0,54 %	15,3 %	0,14 %	0,06 %	1,1 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %

L.5.2 Zeolit alam sesudah aktivasi

19-jul-2024 07:29:13

Sample results

Page 1

Sample ident

E 535 HELIUM

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	18-jul-2024 15:00:39
Position	10

[illegible]

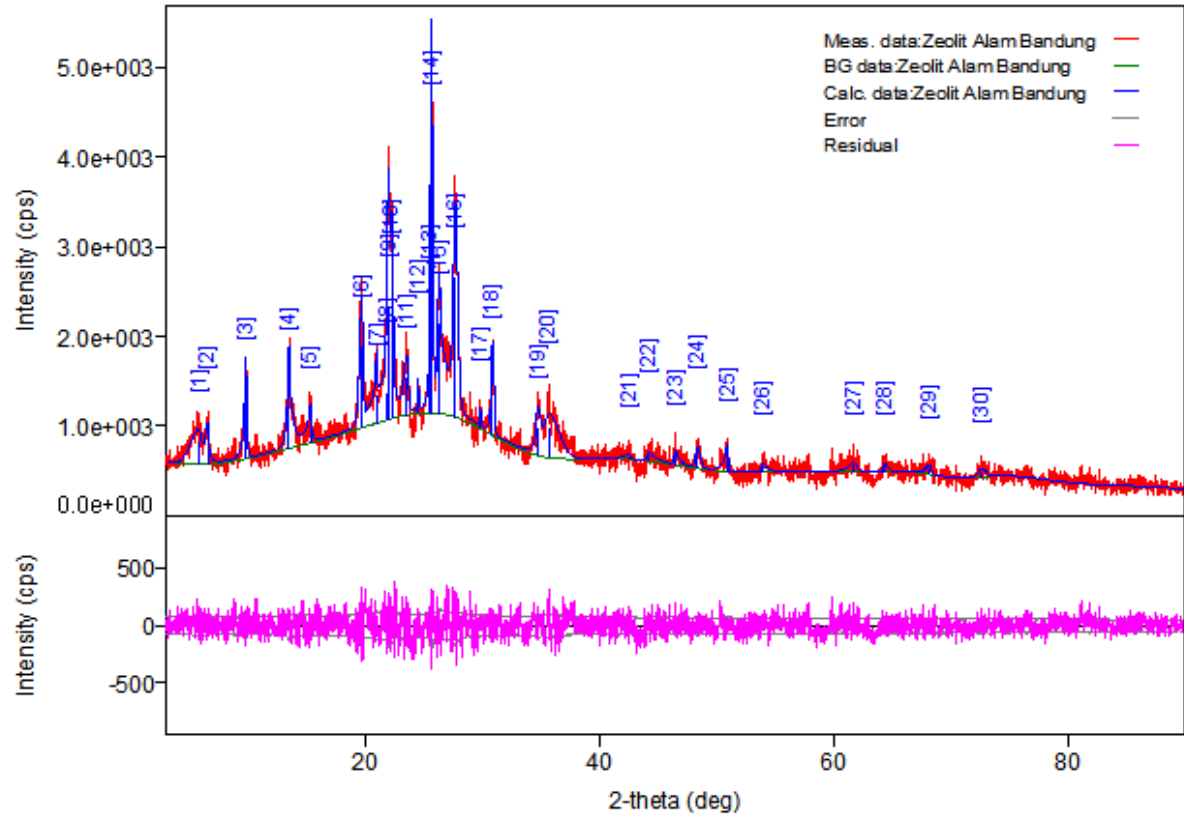
Compound	Al	Si	Ca	Ti	V	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Sr	Sn	Eu	Re
Conc Unit	6,5 %	40,8 %	4,00 %	0,87 %	0,068 %	0,25 %	7,10 %	0,045 %	0,088 %	0,02 %	0,47 %	39,6 %	0,05 %	0,1 %

Lampiran 6. Hasil karakterisasi menggunakan XRD

L.6.1 XRD zeolit alam sebelum aktivasi

Peak list

No.	2-theta (deg)	d (ang.)	Height (cps)	FWHM (deg)	Int. I (cps deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	5.77(7)	15.32(18)	260(47)	1.14(10)	362(26)	1.4(3)	2.5(10)
2	6.54(2)	13.50(5)	263(47)	0.34(5)	110(17)	0.42(14)	2.5(10)
3	9.823(5)	8.997(4)	767(80)	0.20(2)	250(10)	0.33(5)	4(2)
4	13.459(6)	6.574(3)	775(80)	0.26(3)	416(15)	0.54(7)	0.57(16)
5	15.33(5)	5.776(18)	281(48)	0.32(7)	167(16)	0.59(16)	3(3)
6	19.686(15)	4.506(3)	912(87)	0.349(16)	354(20)	0.39(6)	1.8(3)
7	20.99(5)	4.229(10)	327(52)	0.16(6)	71(15)	0.22(8)	3(5)
8	21.89(10)	4.058(18)	301(50)	2.2(2)	740(46)	2.5(6)	1.8(3)
9	21.970(10)	4.0424(18)	1259(102)	0.254(17)	355(60)	0.28(7)	1.8(3)
10	22.273(12)	3.988(2)	1277(103)	0.33(4)	475(60)	0.37(8)	1.8(3)
11	23.53(2)	3.778(3)	426(60)	0.46(4)	219(22)	0.51(12)	1.8(3)
12	24.551(9)	3.6230(14)	324(52)	0.06(6)	37(9)	0.11(5)	2(8)
13	25.543(16)	3.484(2)	664(74)	0.11(5)	124(79)	0.19(14)	1.6(5)
14	25.660(6)	3.4689(7)	3113(161)	0.129(19)	680(84)	0.22(4)	1.6(5)
15	26.265(7)	3.3904(9)	999(91)	0.38(3)	697(24)	0.70(9)	0.50(14)
16	27.66(2)	3.223(2)	1555(114)	0.43(2)	895(25)	0.58(6)	0.71(15)
17	29.843(19)	2.9915(18)	206(41)	0.07(3)	15(5)	0.07(4)	1.1(12)
18	30.857(6)	2.8955(6)	756(79)	0.22(2)	229(12)	0.30(5)	0.7(4)
19	34.703(19)	2.5829(13)	304(50)	0.42(7)	160(29)	0.52(18)	0.5(3)
20	35.67(5)	2.515(3)	326(52)	1.54(10)	623(37)	1.9(4)	0.5(3)
21	42.51(17)	2.125(8)	29(15)	0.8(5)	24(14)	0.8(9)	4(17)
22	44.2(2)	2.046(9)	78(25)	0.5(3)	65(18)	0.8(5)	0.5(4)
23	46.48(3)	1.9521(12)	123(32)	0.33(10)	65(12)	0.5(2)	0.6(6)
24	48.33(2)	1.8817(8)	170(38)	0.40(6)	72(13)	0.42(17)	0.5(5)
25	50.92(3)	1.7918(11)	238(45)	0.23(7)	104(12)	0.44(13)	3(2)
26	53.95(5)	1.6982(14)	84(26)	0.4(2)	52(11)	0.6(3)	0.5(11)
27	61.68(8)	1.5026(18)	81(26)	0.7(3)	85(18)	1.0(6)	1.1(17)
28	64.36(15)	1.446(3)	74(25)	0.3(2)	26(11)	0.4(3)	0.6(5)
29	68.23(5)	1.3734(8)	75(25)	0.56(15)	44(14)	0.6(4)	5(8)
30	72.6(2)	1.301(3)	64(23)	0.73(18)	53(14)	0.8(5)	0.9(12)



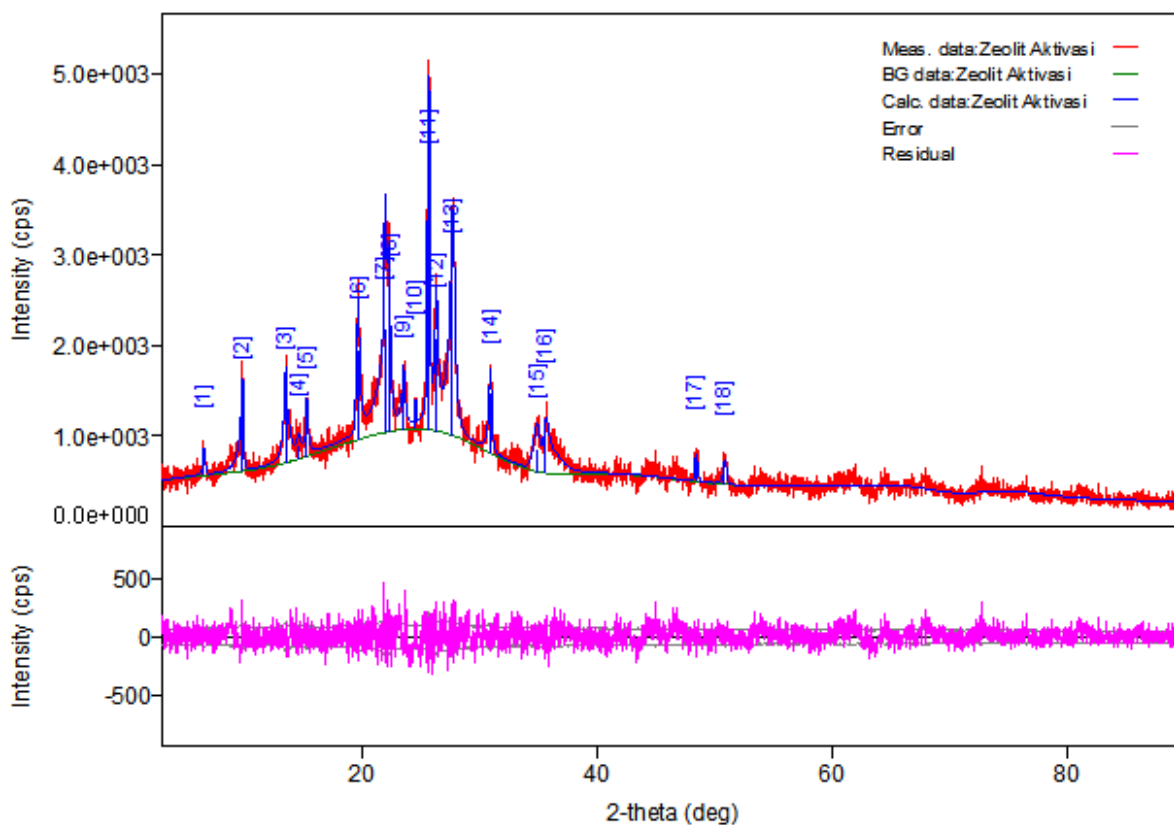
L.6.2 zeolit setelah aktivasi

Peak List

General information

Analysis date 2024/07/11 19:45:38
Sample name Zeolit Aktivasi.ras Measurement date 2024/07/11 19:06:51
File name Zeolit Aktivasi.ras Operator administrator
Comment

Peak list							
No.	2-theta (deg)	d (ang.)	Height (cps)	FWHM (deg)	Int. I (cps deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	6.504(15)	13.58(3)	200(41)	0.23(4)	57(10)	0.28(11)	0.5(6)
2	9.84(2)	8.980(18)	686(76)	0.25(3)	318(13)	0.46(7)	4(2)
3	13.509(18)	6.549(9)	705(77)	0.32(3)	431(23)	0.61(10)	1.2(4)
4	14.59(4)	6.066(16)	153(36)	0.41(14)	117(31)	0.8(4)	1.2(4)
5	15.285(12)	5.792(5)	425(60)	0.15(3)	123(16)	0.29(8)	1.2(4)
6	19.68(2)	4.507(5)	996(91)	0.30(2)	396(24)	0.40(6)	1.6(6)
7	21.951(7)	4.0458(12)	1150(98)	0.09(3)	211(65)	0.18(7)	1.7(5)
8	22.31(2)	3.982(4)	1339(106)	0.58(9)	1403(87)	1.05(15)	4.4(17)
9	23.540(17)	3.776(3)	470(63)	0.23(4)	214(19)	0.46(10)	1.7(5)
10	24.578(4)	3.6191(6)	305(50)	0.03(2)	9(7)	0.03(3)	5(53)
11	25.666(8)	3.4680(11)	2612(148)	0.215(7)	648(20)	0.25(2)	1.10(17)
12	26.321(16)	3.383(2)	1030(93)	0.29(4)	573(34)	0.56(8)	1.7(5)
13	27.708(19)	3.217(2)	1697(119)	0.48(2)	1367(37)	0.81(8)	1.2(2)
14	30.91(3)	2.891(3)	660(74)	0.25(4)	259(16)	0.39(7)	1.0(7)
15	34.90(8)	2.569(5)	262(47)	0.57(5)	159(54)	0.6(3)	1.9(11)
16	35.64(3)	2.517(2)	414(59)	0.77(8)	679(67)	1.6(4)	0.50(14)
17	48.404(15)	1.8790(5)	256(46)	0.22(4)	63(10)	0.25(8)	0.5(5)
18	50.85(2)	1.7940(8)	209(42)	0.27(6)	75(10)	0.36(12)	0.5(5)



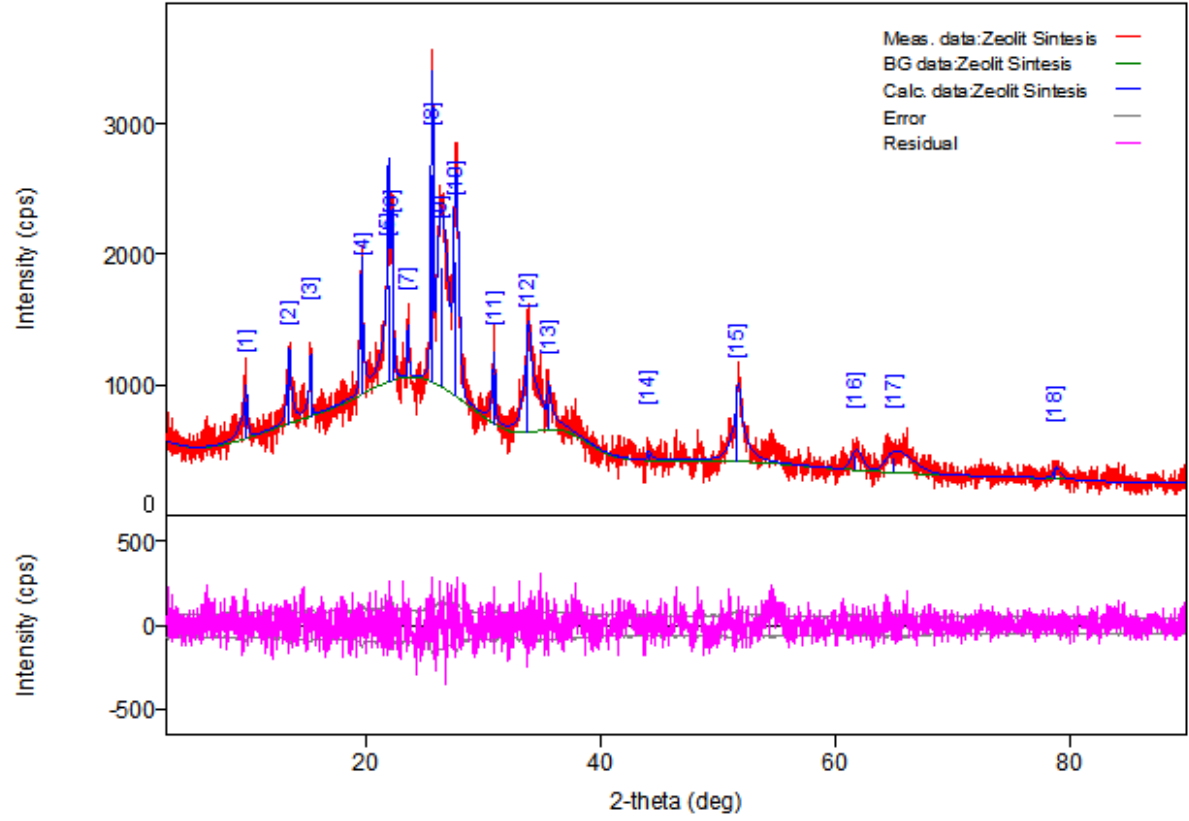
L.6.3. SnO₂/Zeolit alam

Peak List General information

Analysis date	2024/07/11 19:47:24	Measurement date	2024/07/11 18:55:58
Sample name		Operator	administrator
File name	Zeolit Sintesis.ras		
Comment			

Peak list

No.	2-theta(deg)	d(ang.)	Height(cps)	FWHM(deg)	Int. I(cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	9.812(13)	9.007(11)	279(48)	0.32(6)	184(13)	0.66(16)	4(3)
2	13.44(4)	6.583(18)	386(57)	0.32(6)	221(15)	0.57(12)	0.8(5)
3	15.31(4)	5.782(14)	316(51)	0.23(5)	110(13)	0.35(10)	2.1(18)
4	19.659(12)	4.512(3)	689(76)	0.265(18)	253(17)	0.37(6)	2.3(4)
5	21.94(2)	4.049(4)	744(79)	0.17(2)	167(26)	0.22(6)	2.1(14)
6	22.257(8)	3.9909(15)	889(86)	0.41(6)	675(41)	0.76(12)	4(3)
7	23.579(11)	3.7701(18)	287(49)	0.16(3)	49(6)	0.17(5)	0.55(7)
8	25.646(12)	3.4707(16)	1591(115)	0.213(10)	404(26)	0.25(3)	1.2(3)
9	26.40(3)	3.374(4)	908(87)	1.18(5)	1168(36)	1.29(16)	0.55(7)
10	27.645(14)	3.2242(16)	1032(93)	0.487(17)	549(34)	0.53(8)	0.55(7)
11	30.95(5)	2.887(5)	377(56)	0.25(5)	145(13)	0.39(9)	3(3)
12	33.823(19)	2.6480(15)	580(69)	0.68(5)	835(26)	1.4(2)	0.51(7)
13	35.56(3)	2.5228(17)	193(40)	0.23(8)	75(13)	0.39(15)	0.7(7)
14	44.11(17)	2.051(7)	54(21)	0.3(3)	23(9)	0.4(3)	0.7(9)
15	51.714(15)	1.7662(5)	416(59)	0.69(7)	543(17)	1.3(2)	0.61(18)
16	61.78(4)	1.5005(9)	102(29)	1.12(11)	124(13)	1.2(5)	0.8(5)
17	65.11(5)	1.4315(11)	112(30)	2.61(14)	310(21)	2.8(9)	0.50(15)
18	78.81(6)	1.2135(8)	64(23)	0.57(18)	45(11)	0.7(4)	0.5(11)



L.7. Hasil Analisis BET

L.7.1 Zeolit Aktivasi

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14.5, Sleman Yogyakarta
LABORATORIUM TERPADU
Quantachrome TouchWin v1.22



Report date:	Wed Aug 28 2024	Operator:	Yusuf
Filename:	10390824_2.qcuPhysIso		
Analysis Information			
Sample ID	1039_2	Weight	0.0770g
Description	Zeolit aktivasi		
Analysis Data ID	{f082a282-cadb-47cd-8402-56b4655a52eb}	Date	2024.08.26
Operator	Yusuf	Duration	46.4min
Instrument	St 2 on NOVA touch 4LX [s/n:170170510001]	Firmware	1.07
Comments	description of sample		
Ambient Temp.	21.38°C	Void Volume Mode	NOVA mode
Cell Type	9mm w/o rod	Thermal Delay	300sec
Cell ID	22	Po Mode	Continuous
Adsorbate Name	Nitrogen	Molecular Weight	28.013 g/mol
Non-ideality	6.580000e-05 1/torr	Bath Temperature	77.35K
Degas information Time	6.0 hours	Temp	300.000000°C
Data Reduction Parameters			
Thermal Transpiration	yes	Eff. Molec. Diameter	0A
Eff. Cell Diameter	0mm		
Adsorbate Model Name	Nitrogen	Molecular Weight	28.0134g
Bath Temperature	77.35K	Cross Section Area	16.2A ² /molec
BET Multi-point BET results			
Isotherm Branch	Adsorption		
Slope	56.694		
Intercept	-0.792348		
Correlation coeff., r	0.9979		
C constant	-70.552		
Surface area	62.297 m ² /g		
Table - BET Multi-point BET			
Relative Pressure	Volume Adsorbed @STP cc/g	1 / [W((P/Po) - 1)]	
0.0485403	17.1409	2.3814	
0.0924314	18.2254	4.4711	
0.133409	18.8967	6.5183	
0.172755	19.3105	8.6527	
0.216830	19.7517	11.2153	
0.258799	20.1579	13.8590	
0.299402	20.5420	16.6453	

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14.5, Sleman Yogyakarta
LABORATORIUM TERPADU
Quantachrome TouchWin v1.22

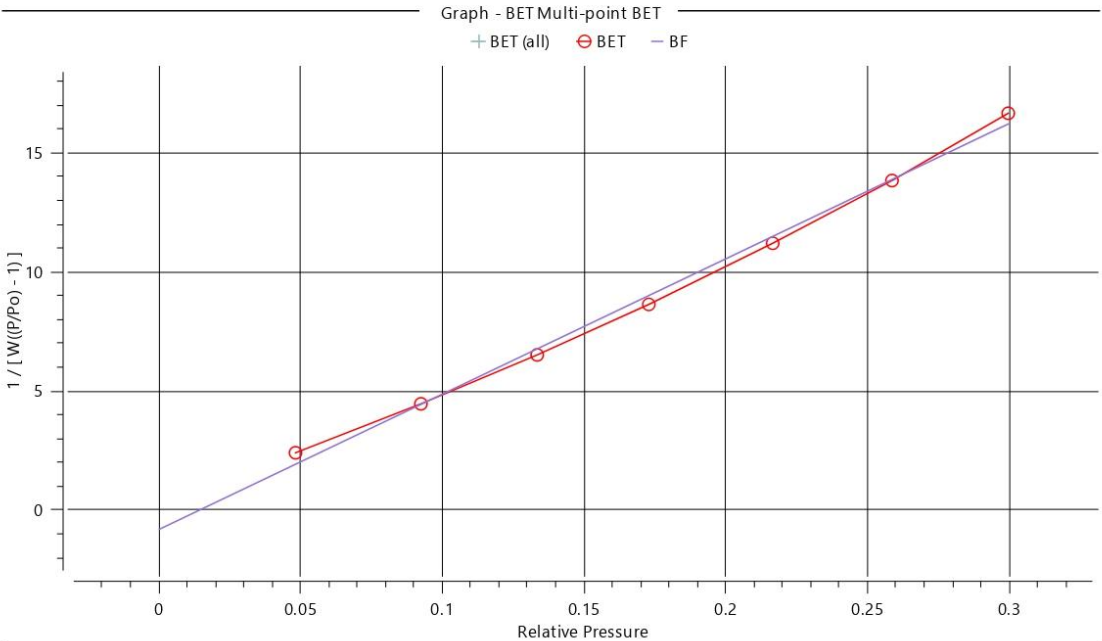


Report date: Wed Aug 28 2024 Operator: Yusuf
Filename: 10390824_2.qcuPhysIso

		Analysis Information					
Sample		ID	1039_2	Weight	0.0770 _g		
Description		Zeolit aktivasi					
Analysis		Data ID	{f082a282-cadb-47cd-8402-56b4655a52eb}				
Operator		Yusuf	Date	2024.08.26	Duration	46.4 _{min}	
Instrument		St 2 on NOVA touch 4LX [s/n:170170510001]			Firmware	1.07	
Comments		description of sample					
Ambient Temp.		21.38 ^{°c}	Void Volume Mode	NOVA mode	Cell ID	22	
Cell Type		9mm w/o rod	Thermal Delay	300 _{sec}	Po Mode	Continuous	
Adsorbate		Name	Nitrogen	Molecular Weight	28.013 _{g/mol}	Cross Section Area	16.2 _{Å²/mol}
Non-ideality		6.580000e-05 1/torr	Bath Temperature	77.35 _K			
Degas information		Time	6.0 _{hours}	Temp	300.000000 ^{°c}		

		Data Reduction Parameters			
Thermal Transpiration	yes			Eff. Molec. Diameter	0 Å
Eff. Cell Diameter	0 mm				
Adsorbate Model					
Name	Nitrogen	Molecular Weight	28.0134g	Cross Section Area	16.2 Å ² /molec
Bath Temperature	77.35K				

BET Multi-point BET results	
Isotherm Branch	Adsorption
Slope	56.694
Intercept	-0.792348
Correlation coeff., r	0.9979
C constant	-70.552
Surface area	62.297 m²/g



L.7.2 SnO₂/Zeolit

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14.5, Sleman Yogyakarta
LABORATORIUM TERPADU
Quantachrome TouchWin v1.22

Quantachrome
INSTRUMENTS

Report date:Wed Aug 28 2024
Filename:10390824_3.qcuPhysIso

Operator:Yusuf

Analysis Information

Sample

ID1039_3
DescriptionSn/Zeorlit

Weight

0.0765g

Analysis

Data ID{0103e1cb-f9b7-45ab-9801-1452eb934bf7}

OperatorYusuf

InstrumentSt 3 on NOVA touch 4LX [s/n:170170510001]

Commentsdescription of sample

Ambient Temp.21.27°c

Cell Type9mm w/o rod

Void Volume ModeNOVA mode

Thermal Delay300sec

Duration47.0min

Firmware1.07

Cell ID43

Po ModeContinuous

Adsorbate

NameNitrogen

Non-ideality6.580000e-05 1/torr

Molecular Weight28.013 g/mol

Bath Temperature77.35K

Cross Section Area16.2Å²/mol

Degas information

Time6.0 hours

Temp300.000000°c

Data Reduction Parameters

Thermal Transpirationyes

Eff. Cell Diameter0 mm

Eff. Molec. Diameter

0Å

Adsorbate Model

NameNitrogen

Bath Temperature77.35K

Molecular Weight28.0134g

Cross Section Area16.2Å²/molec

BET Multi-point BET results

Isotherm Branch

Slope

Intercept

Correlation coeff., r

C constant

Surface area

Adsorption

104.277

0.376237

0.999576

278.158

33.277 m²/g

Table - BET Multi-point BET

Relative Pressure

Volume Adsorbed @ STP

1 / [W((P/Po) - 1)]

cc/g

0.0490701

7.13173

5.7893

0.0929326

8.06801

10.1604

0.134717

8.77767

14.1917

0.174061

9.22489

18.2786

0.215817

9.73907

22.6100

0.258708

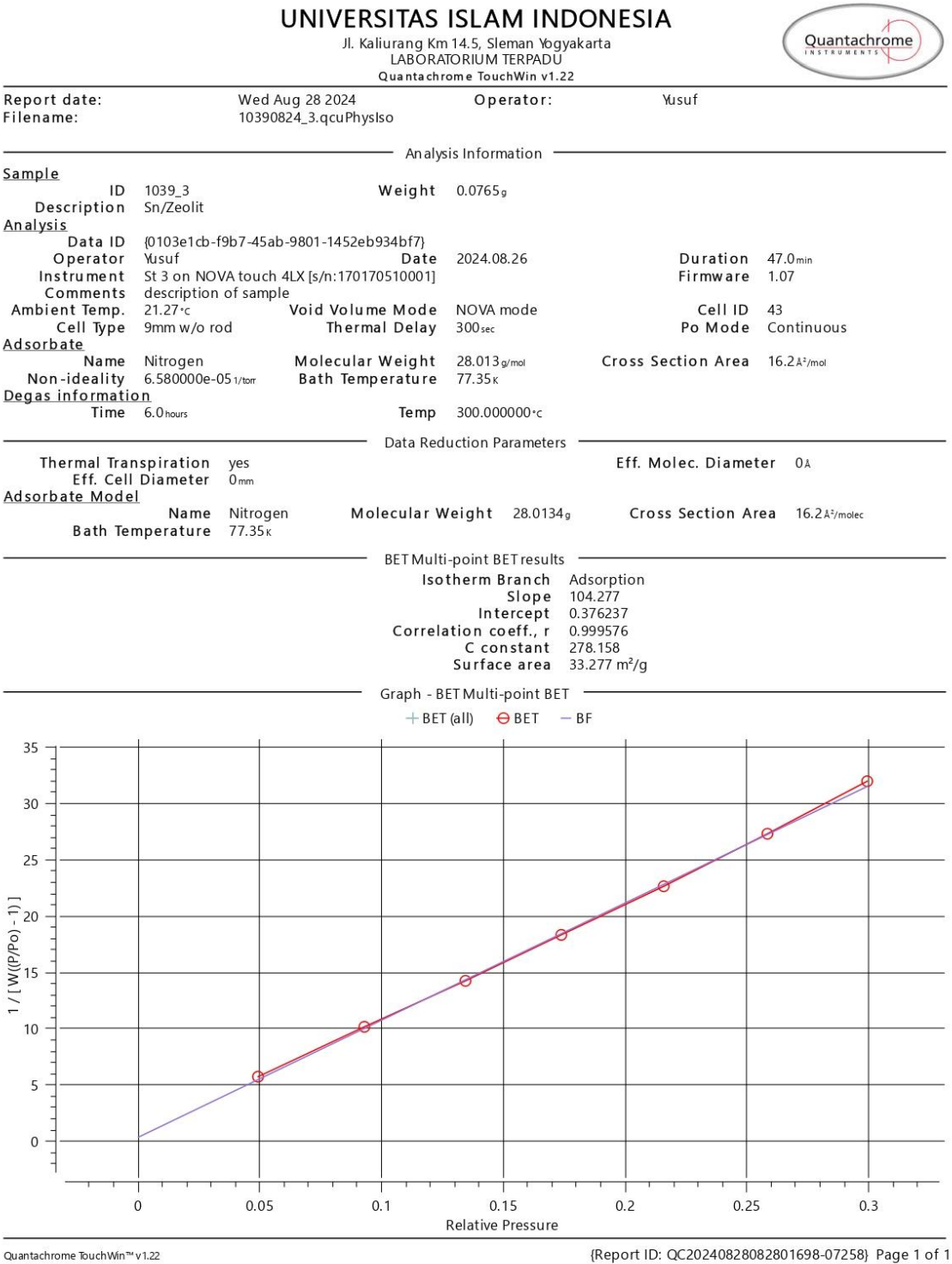
10.2222

27.3167

0.299142

10.6825

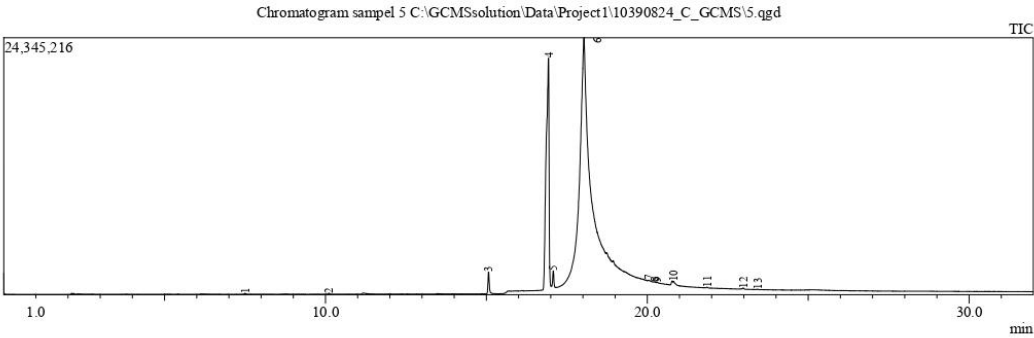
31.9687



L.8 Hasil Karakterisasi GC
L.8.1 Katalis Zeolit Alam

Sample Information

Analyzed by : Admin
Analyzed : 27/08/2024 11.52.14
Sample Name : sampel 5
Sample ID : 5
Vial # : 5
Injection Volume : 0.50
Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\0807_tuning.qgt

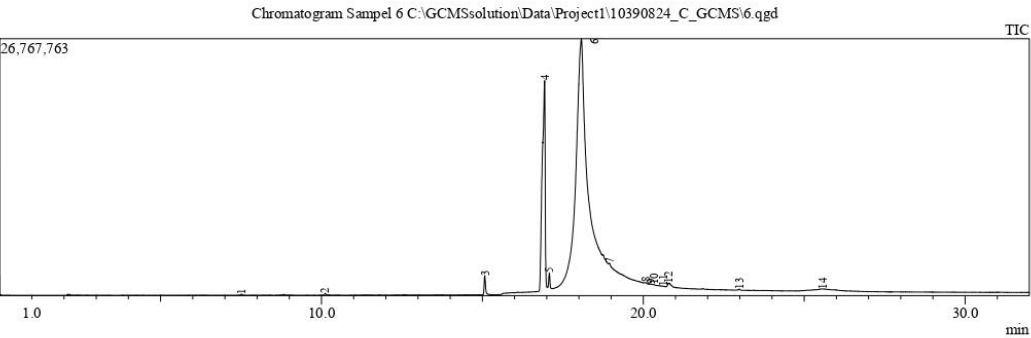


Peak Report TIC					
Peak#	R. Time	I. Time	F. Time	Area	Area%
1	7.500	7.460	7.555	198765	0.02
2	10.105	10.060	10.155	244502	0.03
3	15.067	15.005	15.205	5933938	0.67
4	16.928	16.740	17.020	137197503	15.56
5	17.078	17.020	17.160	6041918	0.69
6	18.034	17.160	21.325	728508319	82.60
7	20.055	19.995	20.145	258853	0.03
8	20.225	20.195	20.275	41793	0.00
9	20.315	20.275	20.375	98530	0.01
10	20.821	20.695	21.045	2895959	0.33
11	21.858	21.815	21.945	196068	0.02
12	22.980	22.935	23.035	263651	0.03
13	23.422	23.345	23.525	123837	0.01
				882003636	100.00

L.8.2 Katalis SnO₂/Zeolit

Sample Information

Analyzed by : Admin
Analyzed : 27/08/2024 12.27.54
Sample Name : Sampel 6
Sample ID : 6
Vial# : 6
Injection Volume : 0.50
Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\0807 tuning.qgt



Peak Report TIC					
Peak#	R. Time	I. Time	F. Time	Area	Area%
1	7.510	7.465	7.575	310086	0.03
2	10.114	10.065	10.185	501417	0.05
3	15.074	15.010	15.235	6082696	0.61
4	16.932	16.740	17.020	139290677	14.06
5	17.079	17.020	17.160	6527570	0.66
6	18.078	17.160	18.915	724592007	73.14
7	18.945	18.915	20.025	92260346	9.31
8	20.065	20.025	20.205	5916298	0.60
9	20.245	20.205	20.295	2411075	0.24
10	20.325	20.295	20.585	5310651	0.54
11	20.615	20.585	20.715	1450385	0.15
12	20.779	20.715	21.075	4484201	0.45
13	22.986	22.945	23.065	253950	0.03
14	25.567	25.395	25.845	1311370	0.13
				990702729	100.00

L.9 Hasil Karakterisasi MS

L.9.1 Katalis Zeolit Alam

C:\GCMSolution\Data\Project1\10390824_C_GCMS\5.qgd

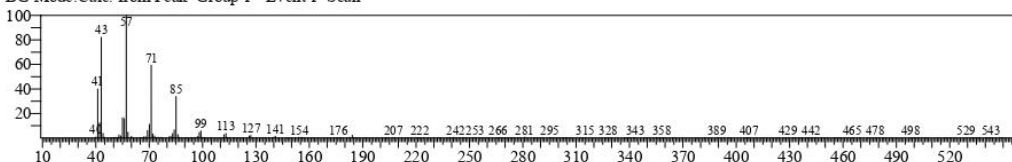
Similarity Search Result

<< Target >>

Line# 1 R-Time: 7.500(Scan#:1501) MassPeaks:286

RawMode:Averaged 7.495-7.505(1500-1502) BasePeak:57.05(18604)

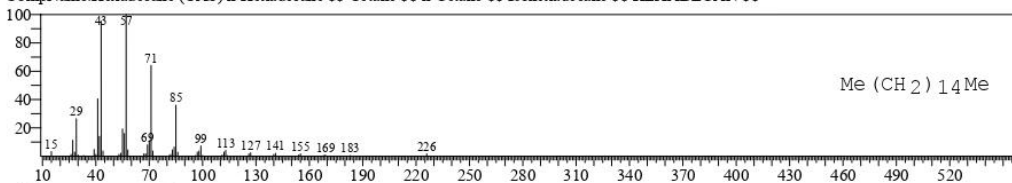
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit# 1 Entry:129200 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C16H34 CAS:544-76-3 MolWeight:226 RetIndex:0

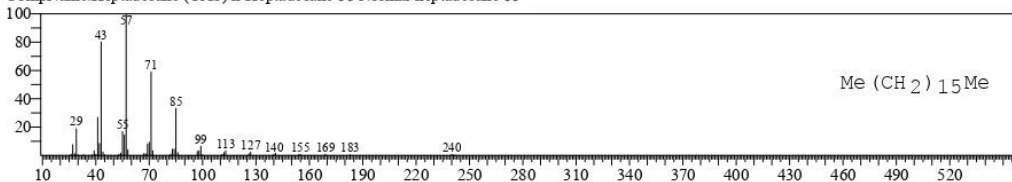
CompName:Hexadecane (CAS) n-Hexadecane \$\$ Cetane \$\$ n-Cetane \$\$ Isohexadecane \$\$ HEXADECANE \$\$



Hit# 2 Entry:146232 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C17H36 CAS:629-78-7 MolWeight:240 RetIndex:0

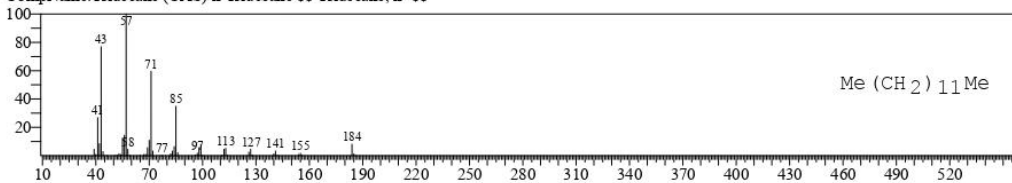
CompName:Heptadecane (CAS) n-Heptadecane \$\$ Normal-heptadecane \$\$



Hit# 3 Entry:77086 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C13H28 CAS:629-50-5 MolWeight:184 RetIndex:0

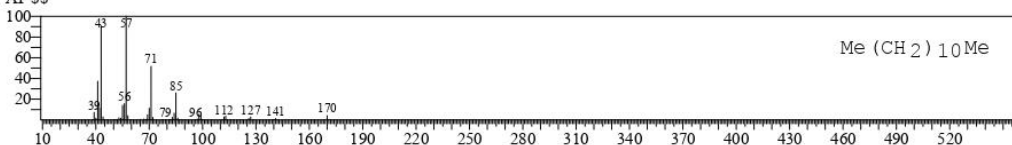
CompName:Tridecane (CAS) n-Tridecane \$\$ Tridecane, n- \$\$



Hit# 4 Entry:61331 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C12H26 CAS:112-40-3 MolWeight:170 RetIndex:0

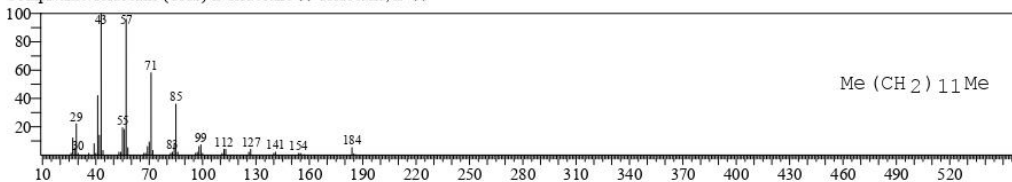
CompName:Dodecane (CAS) n-Dodecane \$\$ Ba 51-090453 \$\$ Adakane 12 \$\$ Isododecane \$\$ CH3(CH2)10CH3 \$\$ Bihexyl \$\$ Dihexyl \$\$ n-Dodecane min \$\$ N-Dodecan \$\$ Duodecane \$\$ ACETIC ACID 3-HYDROXY-7-ISOPROPENYL-1,4A-DIMETHYL-2,3,4,4A,5,6,7,8-OCTAHYDRO-N AP \$\$



Hit# 5 Entry:77088 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C13H28 CAS:629-50-5 MolWeight:184 RetIndex:0

CompName:Tridecane (CAS) n-Tridecane \$\$ Tridecane, n- \$\$

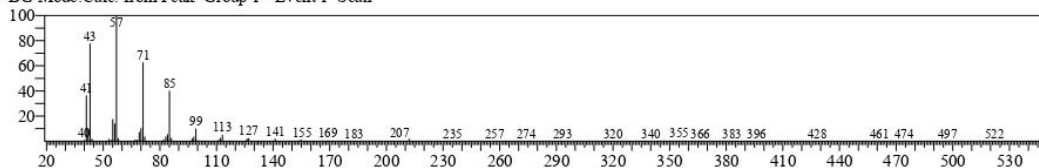


<< Target >>

Line#:2 R Time:10.105(Scan#:2022) MassPeaks:293

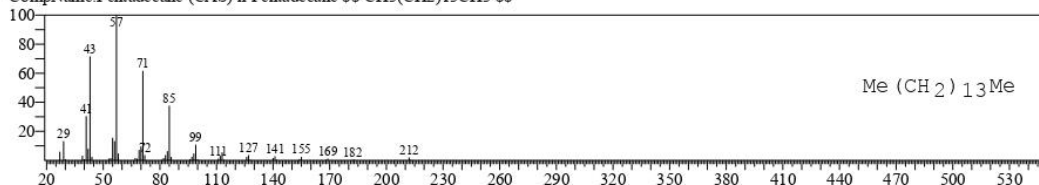
RawMode:Averaged 10.100-10.110(2021-2023) BasePeak:57.05(22410)

BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



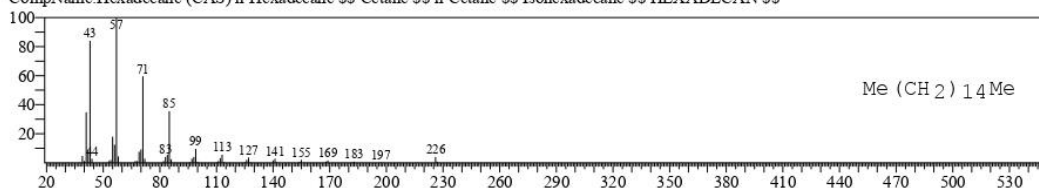
Hit#:1 Entry:111398 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C15 H32 CAS:629-62-9 MolWeight:212 RetIndex:0

CompName:Pentadecane (CAS) n-Pentadecane $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{CH}_3$ 

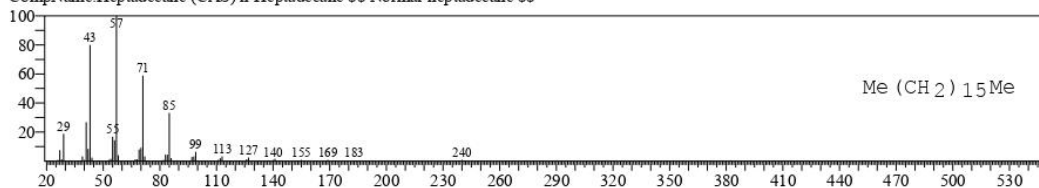
Hit#:2 Entry:129208 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C16 H34 CAS:544-76-3 MolWeight:226 RetIndex:0

CompName:Hexadecane (CAS) n-Hexadecane $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$ Cetane $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$ Isohexadecane $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$ HEXADECAN

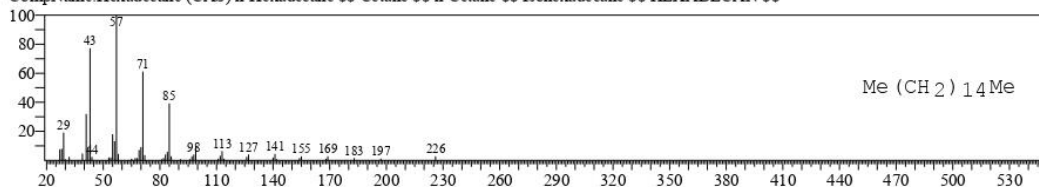
Hit#:3 Entry:146232 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C17 H36 CAS:629-78-7 MolWeight:240 RetIndex:0

CompName:Heptadecane (CAS) n-Heptadecane $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{CH}_3$ Normal-heptadecane

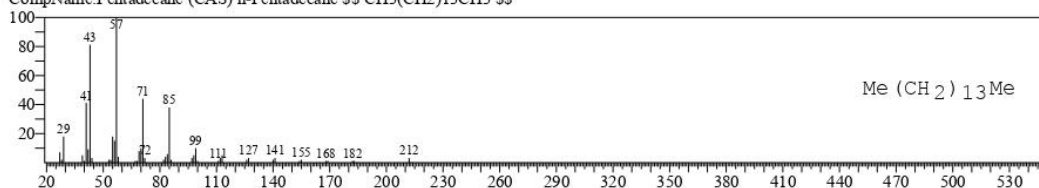
Hit#:4 Entry:129205 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C16 H34 CAS:544-76-3 MolWeight:226 RetIndex:0

CompName:Hexadecane (CAS) n-Hexadecane $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$ Cetane $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$ Isohexadecane $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$ HEXADECAN

Hit#:5 Entry:111404 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C15 H32 CAS:629-62-9 MolWeight:212 RetIndex:0

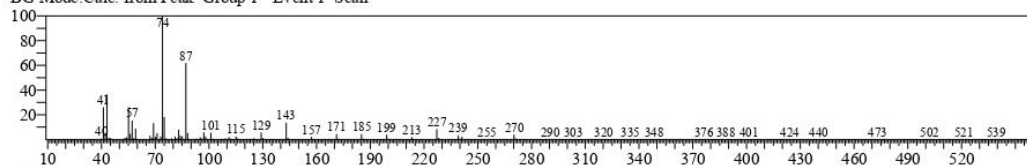
CompName:Pentadecane (CAS) n-Pentadecane $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{CH}_3$ 

<< Target >>

Line# 3 R Time:15.065(Scan#:3014) MassPeaks:310

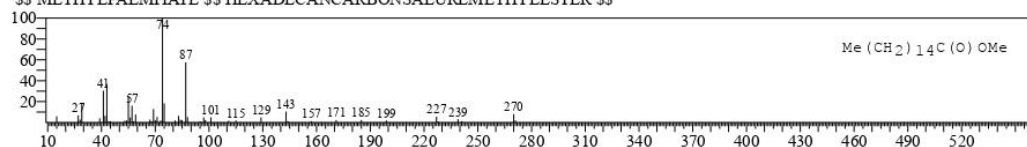
RawMode:Averaged 15.060-15.070(3013-3015) BasePeak:74.00(433697)

BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



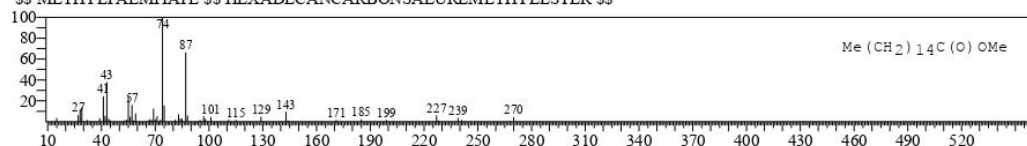
Hit# 1 Entry:180433 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:0

CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate \$\$ Methyl hexadecanoate \$\$ Methyl n-hexadecanoate \$\$ Uniphat A60 \$\$ Meth
olene 2216 \$\$ Palmitic acid methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester \$\$ n-Hexadecanoic acid methyl ester \$\$ PALMITIC ACID-METHYL ESTER
\$\$ METHYLPALMITATE \$\$ HEXADECANCARBONSAEUREMETHYLESTER \$\$

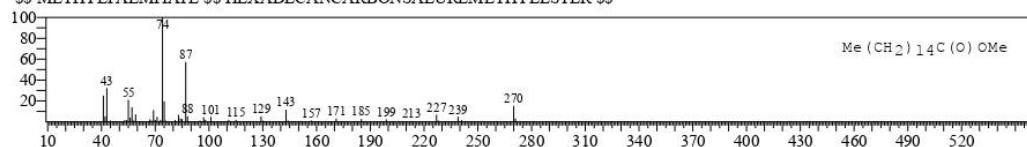
Hit# 2 Entry:180432 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:0

CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate \$\$ Methyl hexadecanoate \$\$ Methyl n-hexadecanoate \$\$ Uniphat A60 \$\$ Meth
olene 2216 \$\$ Palmitic acid methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester \$\$ n-Hexadecanoic acid methyl ester \$\$ PALMITIC ACID-METHYL ESTER
\$\$ METHYLPALMITATE \$\$ HEXADECANCARBONSAEUREMETHYLESTER \$\$

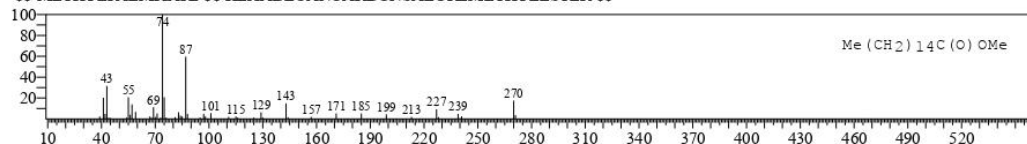
Hit# 3 Entry:180438 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:0

CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate \$\$ Methyl hexadecanoate \$\$ Methyl n-hexadecanoate \$\$ Uniphat A60 \$\$ Meth
olene 2216 \$\$ Palmitic acid methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester \$\$ n-Hexadecanoic acid methyl ester \$\$ PALMITIC ACID-METHYL ESTER
\$\$ METHYLPALMITATE \$\$ HEXADECANCARBONSAEUREMETHYLESTER \$\$

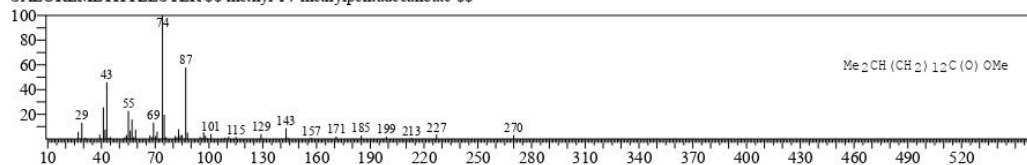
Hit# 4 Entry:180435 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:0

CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate \$\$ Methyl hexadecanoate \$\$ Methyl n-hexadecanoate \$\$ Uniphat A60 \$\$ Meth
olene 2216 \$\$ Palmitic acid methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester \$\$ n-Hexadecanoic acid methyl ester \$\$ PALMITIC ACID-METHYL ESTER
\$\$ METHYLPALMITATE \$\$ HEXADECANCARBONSAEUREMETHYLESTER \$\$

Hit# 5 Entry:180473 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C17H34O2 CAS:5129-60-2 MolWeight:270 RetIndex:0

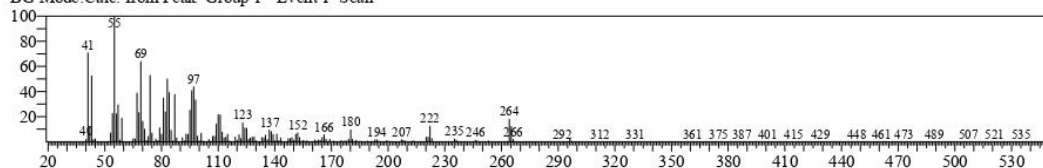
CompName:Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester (CAS) METHYL 14-METHYL-PENTADECANOATE \$\$ 14-METHYL-PENTADECAN
SAEUREMETHYLESTER \$\$ methyl 14-methylpentadecanoate \$\$

<< Target >>

Line# 4 R Time: 16.930 (Scan#: 3387) MassPeaks: 401

RawMode: Averaged 16.925-16.935 (3386-3388) BasePeak: 55.05 (1592642)

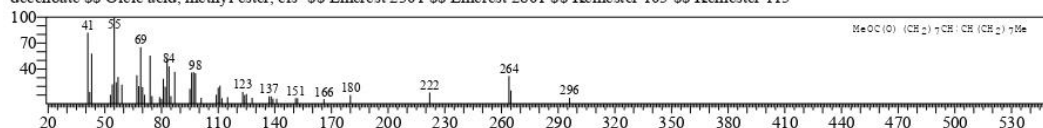
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit# 1 Entry: 207863 Library: WILEY7.LIB

SI: 96 Formula: C₁₉H₃₆O₂ CAS: 112-62-9 MolWeight: 296 RetIndex: 0

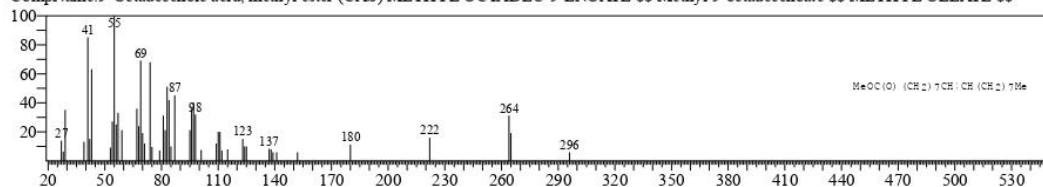
CompName: 9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (CAS) Methyl oleate \$\$ Methyl cis-9-octadecenoate \$\$ Oleic acid methyl ester \$\$ Oleic acid, methyl ester \$\$ Emery oleic acid ester 2301 \$\$ OLEIC ACID-METHYL ESTER \$\$ (Z)-9-OCTADECENOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ (Z)-9-Octadecenoic acid methyl ester \$\$ Methyl-o-octadecenoate \$\$ cis-9-Octyldecenoic acid, methyl ester \$\$ Emery \$\$ Emery, oleic acid ester \$\$ Methyl 9-octadecenoate \$\$ Oleic acid, methyl ester, cis- \$\$ Emerest 2301 \$\$ Emerest 2801 \$\$ Kemester 105 \$\$ Kemester 115



Hit# 2 Entry: 207859 Library: WILEY7.LIB

SI: 95 Formula: C₁₉H₃₆O₂ CAS: 2462-84-2 MolWeight: 296 RetIndex: 0

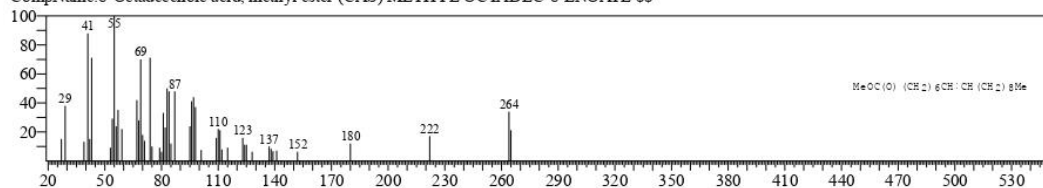
CompName: 9-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) METHYL OCTADEC-9-ENOATE \$\$ Methyl 9-octadecenoate \$\$ METHYL OLEATE \$\$



Hit# 3 Entry: 207515 Library: WILEY7.LIB

SI: 95 Formula: C₁₉H₃₆O₂ CAS: 2345-29-1 MolWeight: 296 RetIndex: 0

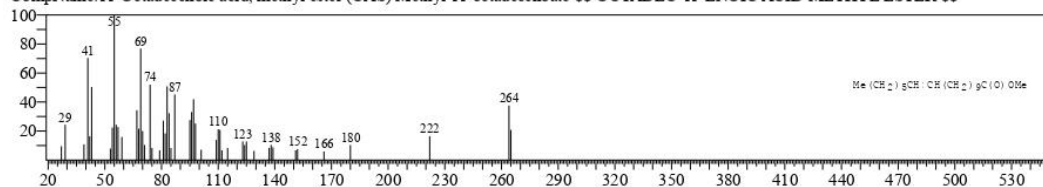
CompName: 8-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) METHYL OCTADEC-8-ENOATE \$\$



Hit# 4 Entry: 207876 Library: WILEY7.LIB

SI: 95 Formula: C₁₉H₃₆O₂ CAS: 52380-33-3 MolWeight: 296 RetIndex: 0

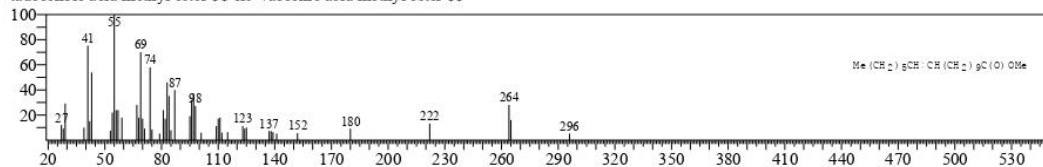
CompName: 11-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) Methyl 11-octadecenoate \$\$ OCTADEC-11-ENOIC ACID METHYL ESTER \$\$



Hit# 5 Entry: 207531 Library: WILEY7.LIB

SI: 95 Formula: C₁₉H₃₆O₂ CAS: 1937-63-9 MolWeight: 296 RetIndex: 0

CompName: 11-Octadecenoic acid, methyl ester, (Z)- (CAS) METHYL CIS OCTADEC-11-ENOATE \$\$ Methyl cis-octadec-11-enoate \$\$ cis-11-Octadecenoic acid methyl ester \$\$ cis-Vaccenic acid methyl ester \$\$

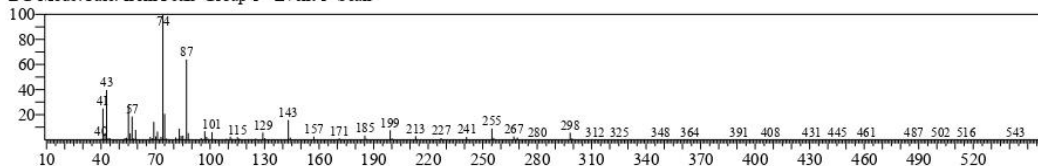


<< Target >>

Line# 5 R Time: 17.080 (Scan# 3417) MassPeaks: 323

RawMode: Averaged 17.075-17.085 (3416-3418) BasePeak: 74.00 (309655)

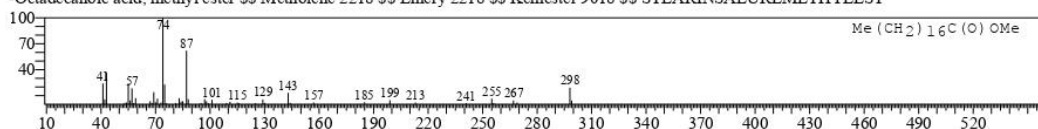
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit# 1 Entry: 209841 Library: WILEY7.LIB

SI 96 Formula: C₁₉H₃₈O₂ CAS: 112-61-8 MolWeight: 298 RetIndex: 0

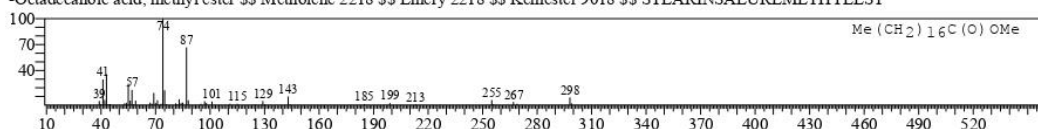
CompName: Octadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl stearate \$\$ Methyl octadecanoate \$\$ Methyl n-octadecanoate \$\$ Stearic acid methyl ester
 \$\$ Kemester 9718 \$\$ Stearic acid, methyl ester \$\$ n-Octadecanoic acid methyl ester \$\$ Methyl-octadecanoate \$\$ Methyl ester of octadecanoic acid \$
 \$ METHYL-N-OCTADECANOATE \$\$ methyl stearate \$\$ methyl octadecanoate \$\$ octadecanoic acid methyl ester \$\$ METHYLSTEARATE \$\$ n
 -Octadecanoic acid, methyl ester \$\$ Metholene 2218 \$\$ Emery 2218 \$\$ Kemester 9018 \$\$ STEARINSAEUREMETHYLEST



Hit# 2 Entry: 209836 Library: WILEY7.LIB

SI 96 Formula: C₁₉H₃₈O₂ CAS: 112-61-8 MolWeight: 298 RetIndex: 0

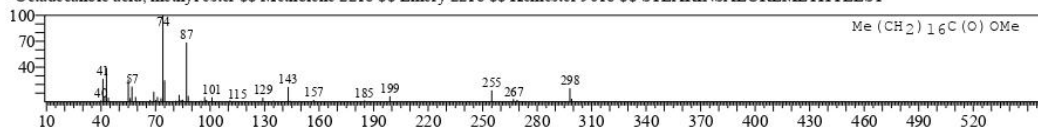
CompName: Octadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl stearate \$\$ Methyl octadecanoate \$\$ Methyl n-octadecanoate \$\$ Stearic acid methyl ester
 \$\$ Kemester 9718 \$\$ Stearic acid, methyl ester \$\$ n-Octadecanoic acid methyl ester \$\$ Methyl-octadecanoate \$\$ Methyl ester of octadecanoic acid \$
 \$ METHYL-N-OCTADECANOATE \$\$ methyl stearate \$\$ methyl octadecanoate \$\$ octadecanoic acid methyl ester \$\$ METHYLSTEARATE \$\$ n
 -Octadecanoic acid, methyl ester \$\$ Metholene 2218 \$\$ Emery 2218 \$\$ Kemester 9018 \$\$ STEARINSAEUREMETHYLEST



Hit# 3 Entry: 209850 Library: WILEY7.LIB

SI 95 Formula: C₁₉H₃₈O₂ CAS: 112-61-8 MolWeight: 298 RetIndex: 0

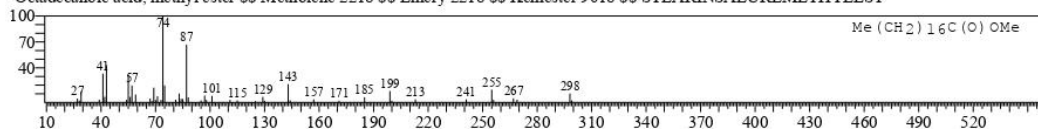
CompName: Octadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl stearate \$\$ Methyl octadecanoate \$\$ Methyl n-octadecanoate \$\$ Stearic acid methyl ester
 \$\$ Kemester 9718 \$\$ Stearic acid, methyl ester \$\$ n-Octadecanoic acid methyl ester \$\$ Methyl-octadecanoate \$\$ Methyl ester of octadecanoic acid \$
 \$ METHYL-N-OCTADECANOATE \$\$ methyl stearate \$\$ methyl octadecanoate \$\$ octadecanoic acid methyl ester \$\$ METHYLSTEARATE \$\$ n
 -Octadecanoic acid, methyl ester \$\$ Metholene 2218 \$\$ Emery 2218 \$\$ Kemester 9018 \$\$ STEARINSAEUREMETHYLEST



Hit# 4 Entry: 209839 Library: WILEY7.LIB

SI 95 Formula: C₁₉H₃₈O₂ CAS: 112-61-8 MolWeight: 298 RetIndex: 0

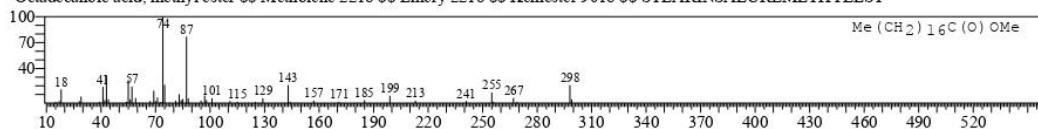
CompName: Octadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl stearate \$\$ Methyl octadecanoate \$\$ Methyl n-octadecanoate \$\$ Stearic acid methyl ester
 \$\$ Kemester 9718 \$\$ Stearic acid, methyl ester \$\$ n-Octadecanoic acid methyl ester \$\$ Methyl-octadecanoate \$\$ Methyl ester of octadecanoic acid \$
 \$ METHYL-N-OCTADECANOATE \$\$ methyl stearate \$\$ methyl octadecanoate \$\$ octadecanoic acid methyl ester \$\$ METHYLSTEARATE \$\$ n
 -Octadecanoic acid, methyl ester \$\$ Metholene 2218 \$\$ Emery 2218 \$\$ Kemester 9018 \$\$ STEARINSAEUREMETHYLEST



Hit# 5 Entry: 209840 Library: WILEY7.LIB

SI 95 Formula: C₁₉H₃₈O₂ CAS: 112-61-8 MolWeight: 298 RetIndex: 0

CompName: Octadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl stearate \$\$ Methyl octadecanoate \$\$ Methyl n-octadecanoate \$\$ Stearic acid methyl ester
 \$\$ Kemester 9718 \$\$ Stearic acid, methyl ester \$\$ n-Octadecanoic acid methyl ester \$\$ Methyl-octadecanoate \$\$ Methyl ester of octadecanoic acid \$
 \$ METHYL-N-OCTADECANOATE \$\$ methyl stearate \$\$ methyl octadecanoate \$\$ octadecanoic acid methyl ester \$\$ METHYLSTEARATE \$\$ n
 -Octadecanoic acid, methyl ester \$\$ Metholene 2218 \$\$ Emery 2218 \$\$ Kemester 9018 \$\$ STEARINSAEUREMETHYLEST

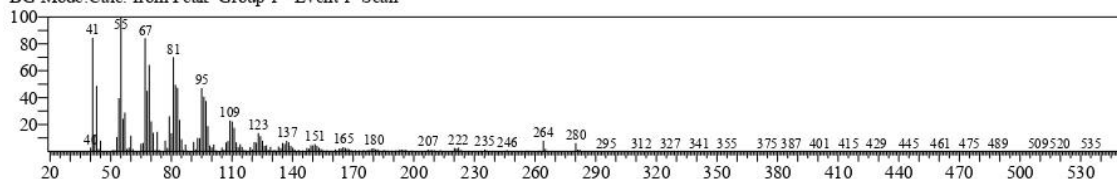


<< Target >>

Line#:6 R.Time:18.035(Scan#:3608) MassPeaks:476

RawMode:Averaged 18.030-18.040(3607-3609) BasePeak:55.05(1663280)

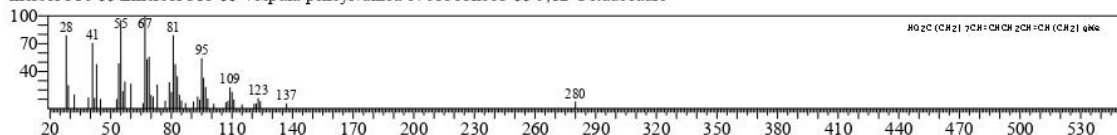
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:191097 Library:WILEY7.LIB

SI:93 Formula:C18 H32 O2 CAS:60-33-3 MolWeight:280 RetIndex:0

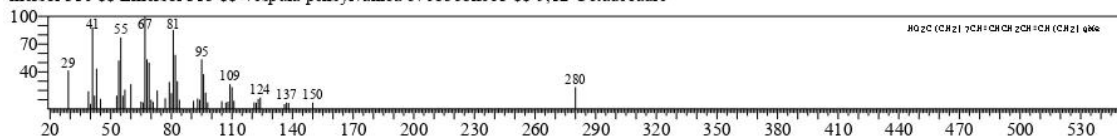
CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- (CAS) Linoleic acid \$\$ Unifac 6550 \$\$ Linolic acid \$\$ Telfairic acid \$\$ Grape seed oil \$\$
 Polylin No. 515 \$\$ cis,cis-Linoleic acid \$\$ 9, 12-Octadecadienoic acid \$\$ cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid \$\$ 9,12-Octadecadienoic acid, (Z,Z)- \$\$
 9,12-Octadecadienoic acid \$\$ Leinoic acid \$\$ 9,12-Linoleic acid \$\$ cis,Cis-9,12-octadecadienoic acid \$\$ Linoelaidic acid \$\$ Linoleic acid 95 \$\$ E
 mersol 310 \$\$ Emersol 315 \$\$ Vesputa pensylvanica b708568k063 \$\$ 9,12-Octadecadie



Hit#:2 Entry:191098 Library:WILEY7.LIB

SI:92 Formula:C18 H32 O2 CAS:60-33-3 MolWeight:280 RetIndex:0

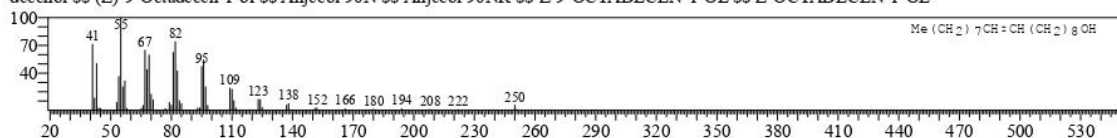
CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- (CAS) Linoleic acid \$\$ Unifac 6550 \$\$ Linolic acid \$\$ Telfairic acid \$\$ Grape seed oil \$\$
 Polylin No. 515 \$\$ cis,cis-Linoleic acid \$\$ 9, 12-Octadecadienoic acid \$\$ cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid \$\$ 9,12-Octadecadienoic acid, (Z,Z)- \$\$
 9,12-Octadecadienoic acid \$\$ Leinoic acid \$\$ 9,12-Linoleic acid \$\$ cis,Cis-9,12-octadecadienoic acid \$\$ Linoelaidic acid \$\$ Linoleic acid 95 \$\$ E
 mersol 310 \$\$ Emersol 315 \$\$ Vesputa pensylvanica b708568k063 \$\$ 9,12-Octadecadie



Hit#:3 Entry:178159 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C18 H36 O CAS:143-28-2 MolWeight:268 RetIndex:0

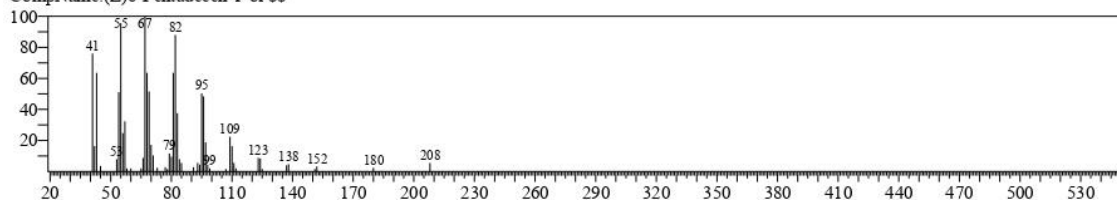
CompName:9-Octadecen-1-ol, (Z)- (CAS) cis-9-Octadecen-1-ol \$\$ Oleol \$\$ Satol \$\$ Ocenol \$\$ Sipol O \$\$ Adol 85 \$\$ Atalco O \$\$ Adol 320 \$\$ Lo
 xanol M \$\$ Dermaffine \$\$ Loxanol 95 \$\$ Crodacol-O \$\$ Siponol OC \$\$ Oleo alcohol \$\$ Cachalot O-1 \$\$ Oleyl alcohol \$\$ Conditioner 1 \$\$ Oleic a
 lcohol \$\$ Oleoyl alcohol \$\$ HD-Ocenol 90/95 \$\$ cis-9-Octadecenyl alcohol \$\$ Cachalot O 1 \$\$ Crodacol O \$\$ HD-Ocenol K \$\$ cis-.DELTA.9-Octa
 decenol \$\$ (Z)-9-Octadecen-1-ol \$\$ Anjecol 90N \$\$ Anjecol 90NR \$\$ Z-9-OCTADECEN-1-OL \$\$ Z-OCTADECEN-1-OL



Hit#:4 Entry:128788 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C15 H30 O CAS:68797-95-5 MolWeight:226 RetIndex:0

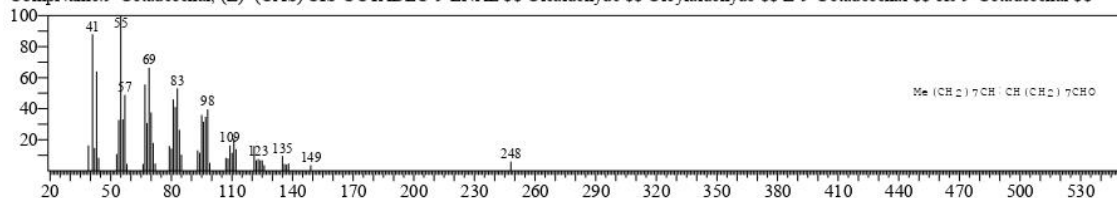
CompName:(Z)-6-Pentadecen-1-ol



Hit#:5 Entry:175612 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C18 H34 O CAS:2423-10-1 MolWeight:266 RetIndex:0

CompName:9-Octadecenal, (Z)- (CAS) CIS-OCTADEC-9-ENAL \$\$ Olealdehyde \$\$ Oleylaldehyde \$\$ Z-9-Octadecenal \$\$ cis-9-Octadecenal

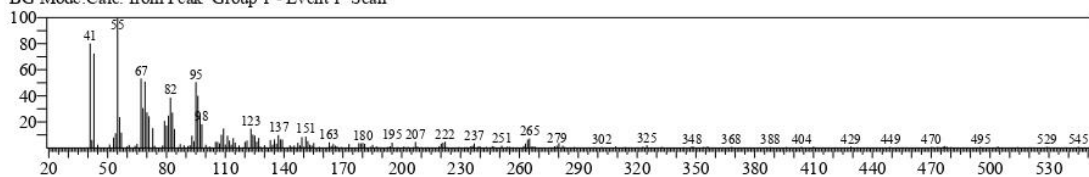


<< Target >>

Line#:7 RTime:20.055(Scan#:4012) MassPeaks:321

RawMode:Averaged 20.050-20.060(4011-4013) BasePeak:55.05(6916)

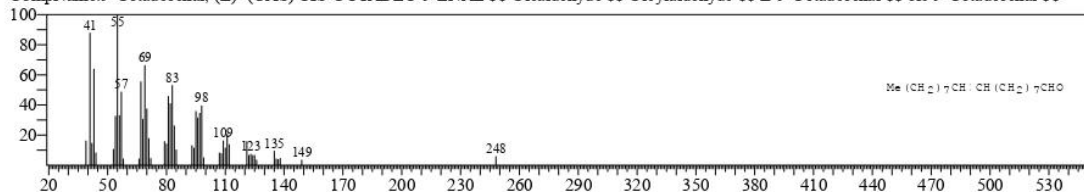
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 -Event 1 Scan



Hit#1 Entry:175612 Library:WILEY7.LIB

SI:85 Formula:C18H34O CAS:2423-10-1 MolWeight:266 RetIndex:0

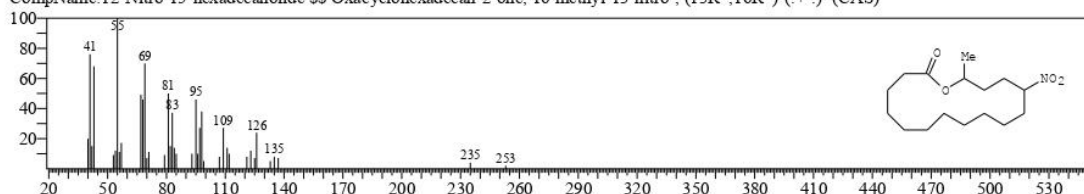
CompName:9-Octadecenal, (Z)- (CAS) CIS-OCTADEC-9-ENAL \$\$ Olealdehyde \$\$ Oleylaldehyde \$\$ Z-9-Octadecenal \$\$ cis-9-Octadecenal \$\$



Hit#2 Entry:210245 Library:WILEY7.LIB

SI:84 Formula:C16H29NO4 CAS:95404-80-1 MolWeight:299 RetIndex:0

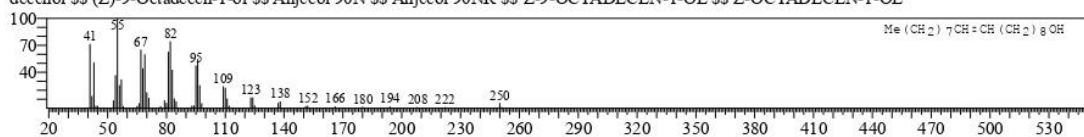
CompName:12-Nitro-15-hexadecanolide \$\$ Oxacyclohexadecan-2-one, 16-methyl-13-nitro-, (13R*,16R*)-(+,-)- (CAS)



Hit#3 Entry:178159 Library:WILEY7.LIB

SI:84 Formula:C18H36O CAS:143-28-2 MolWeight:268 RetIndex:0

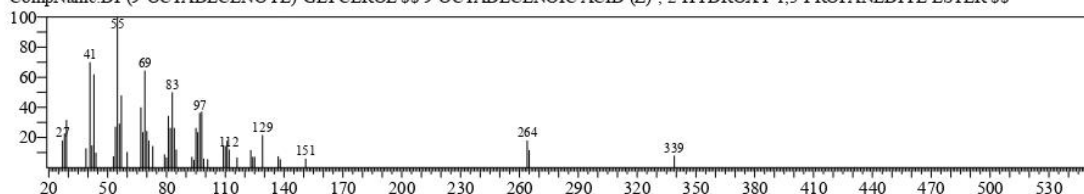
CompName:9-Octadecen-1-ol, (Z)- (CAS) cis-9-Octadecen-1-ol \$\$ Oleol \$\$ Satol \$\$ Ocenol \$\$ Sipol O \$\$ Adol 85 \$\$ Atalco O \$\$ Adol 320 \$\$ Loxanol M \$\$ Dermaffine \$\$ Loxanol 95 \$\$ Crodacol-O \$\$ Siponol OC \$\$ Oleo alcohol \$\$ Cachalot O-1 \$\$ Oleyl alcohol \$\$ Conditioner 1 \$\$ Oleic alcohol \$\$ Oleoyl alcohol \$\$ HD-Ocenol 90/95 \$\$ cis-9-Octadecenyl alcohol \$\$ Cachalot O 1 \$\$ Crodacol O \$\$ HD-Ocenol K \$\$ cis-DELTA 9-Octadecenol \$\$ (Z)-9-Octadecen-1-ol \$\$ Anjocol 90N \$\$ Anjocol 90NR \$\$ Z-9-OCTADECEN-1-OL \$\$ Z-OCTADECEN-1-OL



Hit#4 Entry:330530 Library:WILEY7.LIB

SI:83 Formula:C39H72O5 CAS:2465-32-9 MolWeight:621 RetIndex:0

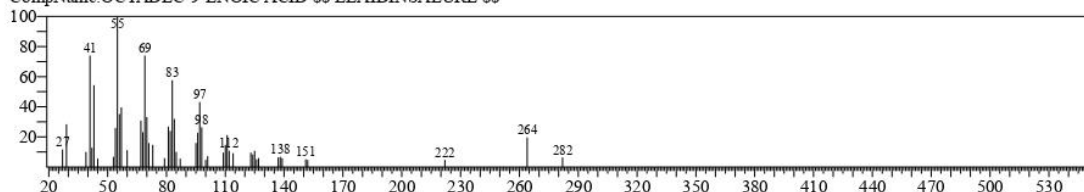
CompName:DI-(9-OCTADECENOYL)-GLYCEROL \$\$ 9-OCTADECENOIC ACID (Z)-, 2-HYDROXY-1,3-PROPANEDIYL ESTER \$\$



Hit#5 Entry:193369 Library:WILEY7.LIB

SI:83 Formula:C18H34O2 CAS:112-79-8 MolWeight:282 RetIndex:0

CompName:OCTADEC-9-ENOIC ACID \$\$ ELAIDINSAEURE \$\$

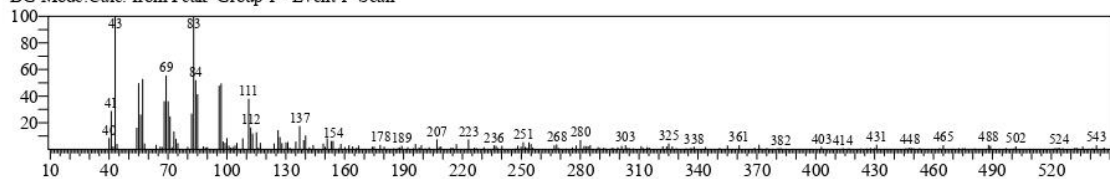


<< Target >>

Line# 8 R Time: 20.225 (Scan#: 4046) Mass Peaks: 241

Raw Mode: Averaged 20.220-20.230 (4045-4047) Base Peak: 43.05 (2760)

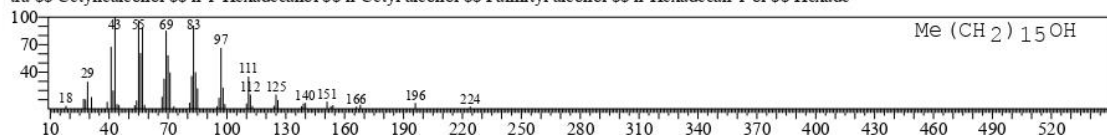
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit# 1 Entry: 148424 Library: WILEY7.LIB

SI: 80 Formula: C16 H34 O CAS: 36653-82-4 MolWeight: 242 RetIndex: 0

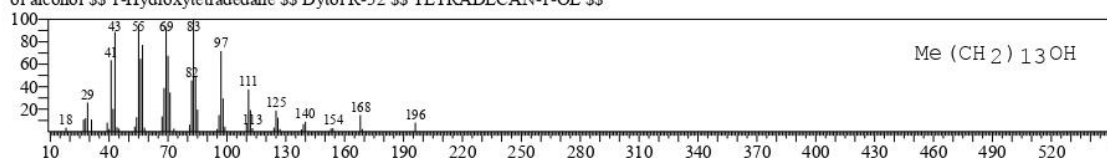
CompName: 1-Hexadecanol (CAS) Cetal \$\$ Ethal \$\$ Ethol \$\$ Cetanol \$\$ Cetylol \$\$ Adol 52 \$\$ Lanol C \$\$ Adol 54 \$\$ Lorol 24 \$\$ Alfol 16 \$\$ Aldol 54 \$\$ Atalco C \$\$ Cetaffine \$\$ Loxanol K \$\$ Adol 52NF \$\$ Elfacos C \$\$ Crodacol C \$\$ Hyfatol 16 \$\$ Cetanol CA \$\$ Siponol CC \$\$ Product 30 8 \$\$ Crodacol-CAS \$\$ Cetyl alcohol \$\$ Crodacol-CAT \$\$ Cachalot C-51 \$\$ n-Hexadecanol \$\$ Loxanwachs SK \$\$ Siponol wax-A \$\$ Loxanol K extra \$\$ Cetylalcohol \$\$ n-1-Hexadecanol \$\$ n-Cetyl alcohol \$\$ Palmityl alcohol \$\$ n-Hexadecan-1-ol \$\$ Hexade



Hit# 2 Entry: 113614 Library: WILEY7.LIB

SI: 80 Formula: C14 H30 O CAS: 112-72-1 MolWeight: 214 RetIndex: 0

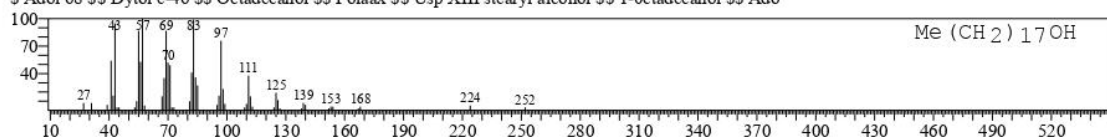
CompName: 1-Tetradecanol (CAS) Alfol 14 \$\$ Tetradecanol \$\$ Loxanol V \$\$ Lanette K \$\$ Lanette Wax KS \$\$ n-Tetradecanol \$\$ Myristic alcohol \$\$ Myristyl alcohol \$\$ n-Tetradecan-1-ol \$\$ Tetradecyl alcohol \$\$ n-Tetradecyl alcohol \$\$ Lanette Waxd sub 1 \$\$ n-Tetradecanol-1 \$\$ n-Tetradecanol alcohol \$\$ 1-Hydroxytetradecane \$\$ Dytol R-52 \$\$ TETRADECAN-1-OL \$\$



Hit# 3 Entry: 180530 Library: WILEY7.LIB

SI: 80 Formula: C18 H38 O CAS: 112-92-5 MolWeight: 270 RetIndex: 0

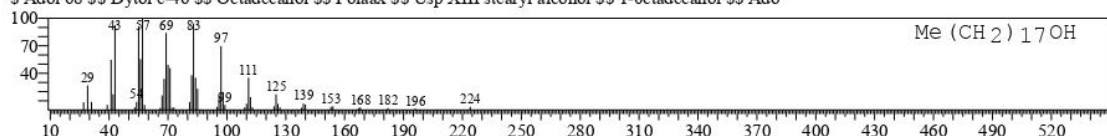
CompName: 1-Octadecanol (CAS) Stenol \$\$ Sipol S \$\$ Stearol \$\$ Lanol S \$\$ Aldol 62 \$\$ Alfol 18 \$\$ Lorol 28 \$\$ Atalco S \$\$ Siponol S \$\$ Crodacol-S \$\$ Siponol SC \$\$ Steraffine \$\$ Follestrine \$\$ n-Octadecanol \$\$ Cachalot S-43 \$\$ Octadecan-1-ol \$\$ n-1-Octadecanol \$\$ Stearyl alcohol \$\$ Octadecyl alcohol \$\$ n-Octadecyl alcohol \$\$ Crodacol S \$\$ Cachalot S 43 \$\$ Kalcohol 80 \$\$ Conol 30F \$\$ OCTADECANOL-1 \$\$ Decyl octyl alcohol \$\$ Adol 68 \$\$ Dytol e-46 \$\$ Octadecanol \$\$ Polaax \$\$ Usp XIII stearyl alcohol \$\$ 1-Octadecanol \$\$ Ado



Hit# 4 Entry: 180525 Library: WILEY7.LIB

SI: 80 Formula: C18 H38 O CAS: 112-92-5 MolWeight: 270 RetIndex: 0

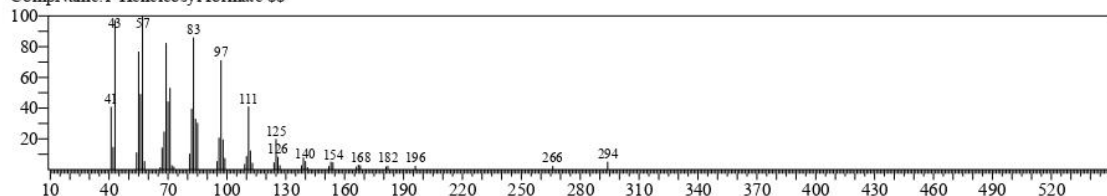
CompName: 1-Octadecanol (CAS) Stenol \$\$ Sipol S \$\$ Stearol \$\$ Lanol S \$\$ Aldol 62 \$\$ Alfol 18 \$\$ Lorol 28 \$\$ Atalco S \$\$ Siponol S \$\$ Crodacol-S \$\$ Siponol SC \$\$ Steraffine \$\$ Follestrine \$\$ n-Octadecanol \$\$ Cachalot S-43 \$\$ Octadecan-1-ol \$\$ n-1-Octadecanol \$\$ Stearyl alcohol \$\$ Octadecyl alcohol \$\$ n-Octadecyl alcohol \$\$ Crodacol S \$\$ Cachalot S 43 \$\$ Kalcohol 80 \$\$ Conol 30F \$\$ OCTADECANOL-1 \$\$ Decyl octyl alcohol \$\$ Adol 68 \$\$ Dytol e-46 \$\$ Octadecanol \$\$ Polaax \$\$ Usp XIII stearyl alcohol \$\$ 1-Octadecanol \$\$ Ado



Hit# 5 Entry: 246925 Library: WILEY7.LIB

SI: 80 Formula: C22 H44 O2 CAS: 77899-03-7 MolWeight: 340 RetIndex: 0

CompName: 1-Heneicosyl formate \$\$

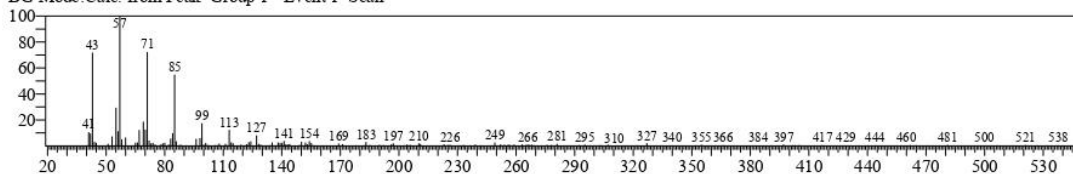


<< Target >>

Line# 9 RTime:20.315(Scan#:4064) MassPeaks:277

RawMode:Averaged 20.310-20.320(4063-4065) BasePeak:57.05(9053)

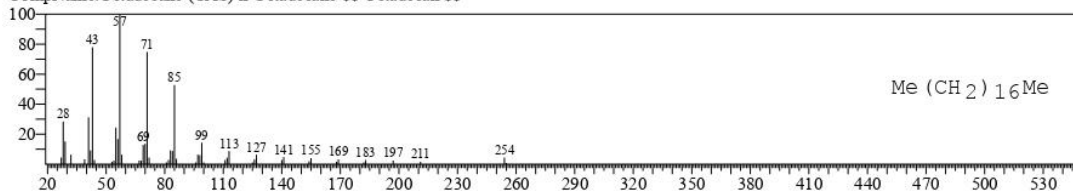
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit# 1 Entry:162353 Library:WILEY7.LIB

SI:87 Formula:C18 H38 CAS:593-45-3 MolWeight:254 RetIndex:0

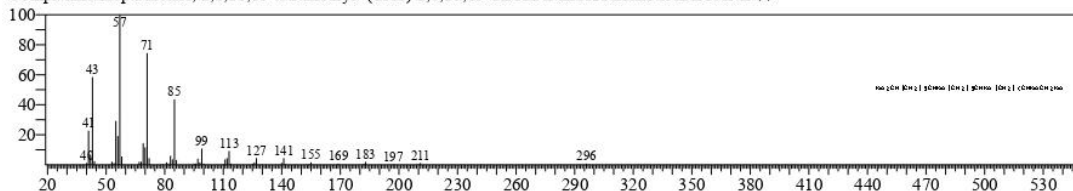
CompName:Octadecane (CAS) n-Octadecane \$\$ Octadecan \$\$



Hit# 2 Entry:207678 Library:WILEY7.LIB

SI:87 Formula:C21 H44 CAS:54833-48-6 MolWeight:296 RetIndex:0

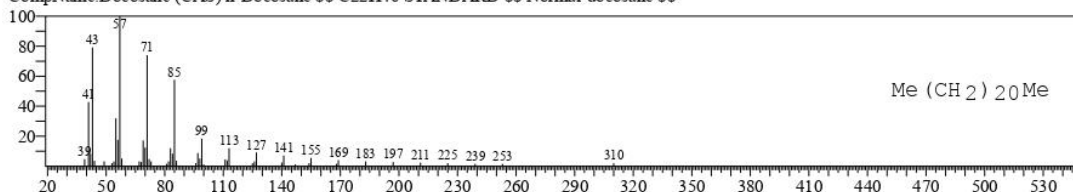
CompName:Heptadecane, 2,6,10,15-tetramethyl- (CAS) 2,6,10,15-TETRAMETHYLHEPTADECANE \$\$



Hit# 3 Entry:221426 Library:WILEY7.LIB

SI:87 Formula:C22 H46 CAS:629-97-0 MolWeight:310 RetIndex:0

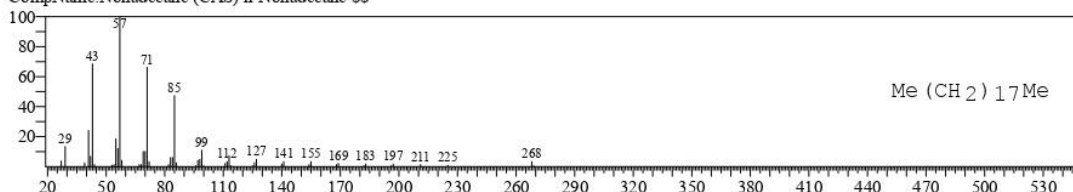
CompName:Docosane (CAS) n-Docosane \$\$ C22H46 STANDARD \$\$ Normal-docosane \$\$



Hit# 4 Entry:178173 Library:WILEY7.LIB

SI:87 Formula:C19 H40 CAS:629-92-5 MolWeight:268 RetIndex:0

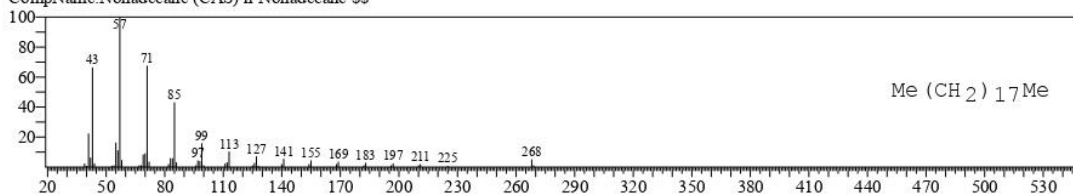
CompName:Nonadecane (CAS) n-Nonadecane \$\$



Hit# 5 Entry:178174 Library:WILEY7.LIB

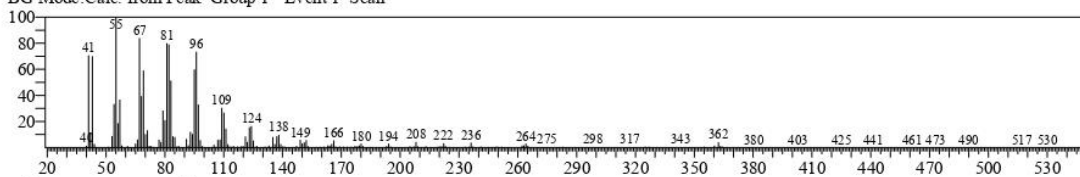
SI:86 Formula:C19 H40 CAS:629-92-5 MolWeight:268 RetIndex:0

CompName:Nonadecane (CAS) n-Nonadecane \$\$

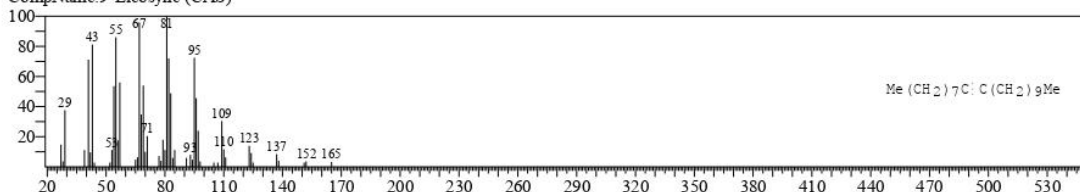


<< Target >>

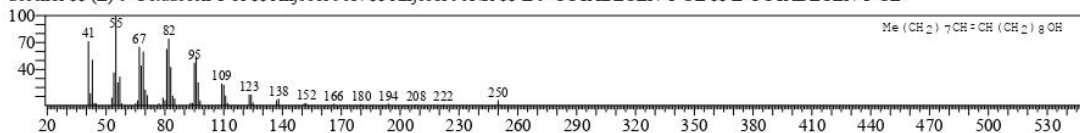
Line#:10 R.Time:20.820(Scan#:4165) MassPeaks:351
 RawMode:Averaged 20.815-20.825(4164-4166) BasePeak:55.05(27648)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



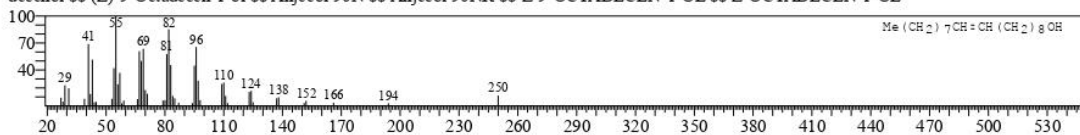
Hit#:1 Entry:188789 Library:WILEY7.LIB
 SI:92 Formula:C20 H38 CAS:71899-38-2 MolWeight:278 RetIndex:0
 CompName:9-Eicosyne (CAS)



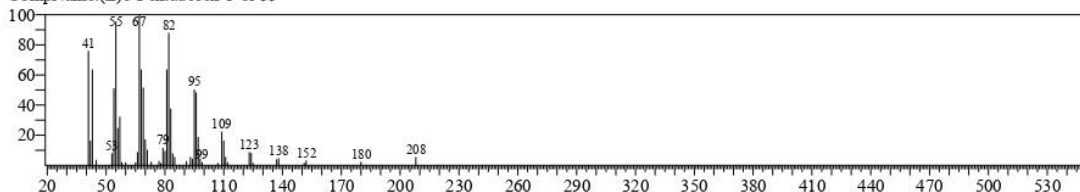
Hit#:2 Entry:178159 Library:WILEY7.LIB
 SI:91 Formula:C18 H36 O CAS:143-28-2 MolWeight:268 RetIndex:0
 CompName:9-Octadecen-1-ol, (Z)- (CAS) cis-9-Octadecen-1-ol \$\$\$\$ Oleol \$\$\$\$ Satol \$\$\$\$ Ocenol \$\$\$\$ Sipol O \$\$\$\$ Adol 85 \$\$\$\$ Atalco O \$\$\$\$ Adol 320 \$\$\$\$ Lo xanol M \$\$\$\$ Dermaffine \$\$\$\$ Loxanol 95 \$\$\$\$ Crodacol-O \$\$\$\$ Siponol OC \$\$\$\$ Oleo alcohol \$\$\$\$ Cachalot O-1 \$\$\$\$ Oleyl alcohol \$\$\$\$ Conditioner 1 \$\$\$\$ Oleic a lcohol \$\$\$\$ Oleoyl alcohol \$\$\$\$ HD-Ocenol 90/95 \$\$\$\$ cis-9-Octadecenyl alcohol \$\$\$\$ Cachalot O 1 \$\$\$\$ Crodacol O \$\$\$\$ HD-Ocenol K \$\$\$\$ cis-.DELTA.9-Octa decenol \$\$\$\$ (Z)-9-Octadecen-1-ol \$\$\$\$ Anjocol 90N \$\$\$\$ Anjocol 90NR \$\$\$\$ Z-9-OCTADECEN-1-OL \$\$\$\$ Z-OCTADECEN-1-OL



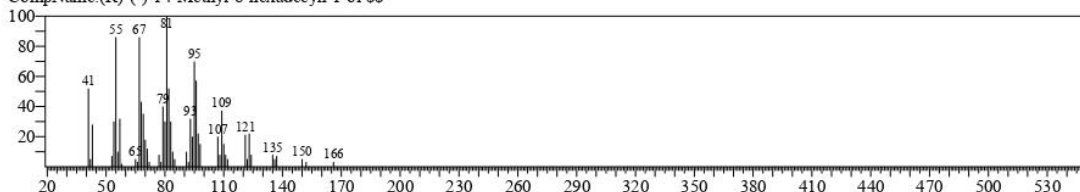
Hit#:3 Entry:178156 Library:WILEY7.LIB
 SI:91 Formula:C18 H36 O CAS:143-28-2 MolWeight:268 RetIndex:0
 CompName:9-Octadecen-1-ol, (Z)- (CAS) cis-9-Octadecen-1-ol \$\$\$\$ Oleol \$\$\$\$ Satol \$\$\$\$ Ocenol \$\$\$\$ Sipol O \$\$\$\$ Adol 85 \$\$\$\$ Atalco O \$\$\$\$ Adol 320 \$\$\$\$ Lo xanol M \$\$\$\$ Dermaffine \$\$\$\$ Loxanol 95 \$\$\$\$ Crodacol-O \$\$\$\$ Siponol OC \$\$\$\$ Oleo alcohol \$\$\$\$ Cachalot O-1 \$\$\$\$ Oleyl alcohol \$\$\$\$ Conditioner 1 \$\$\$\$ Oleic a lcohol \$\$\$\$ Oleoyl alcohol \$\$\$\$ HD-Ocenol 90/95 \$\$\$\$ cis-9-Octadecenyl alcohol \$\$\$\$ Cachalot O 1 \$\$\$\$ Crodacol O \$\$\$\$ HD-Ocenol K \$\$\$\$ cis-.DELTA.9-Octa decenol \$\$\$\$ (Z)-9-Octadecen-1-ol \$\$\$\$ Anjocol 90N \$\$\$\$ Anjocol 90NR \$\$\$\$ Z-9-OCTADECEN-1-OL \$\$\$\$ Z-OCTADECEN-1-OL



Hit#:4 Entry:128788 Library:WILEY7.LIB
 SI:90 Formula:C15 H30 O CAS:68797-95-5 MolWeight:226 RetIndex:0
 CompName:(Z)6-Pentadecen-1-ol \$\$\$\$



Hit#:5 Entry:160130 Library:WILEY7.LIB
 SI:89 Formula:C17 H32 O CAS:64566-18-3 MolWeight:252 RetIndex:0
 CompName:(R)-(-)-14-Methyl-8-hexadecyn-1-ol \$\$\$\$

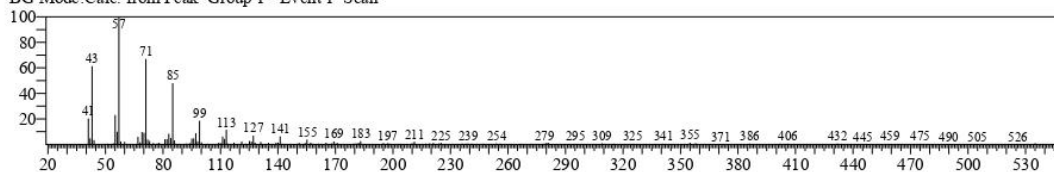


<< Target >>

Line#:11 R. Time:21.855(Scan#4372) MassPeaks:308

RawMode:Averaged 21.850-21.860(4371-4373) BasePeak:57.05(15153)

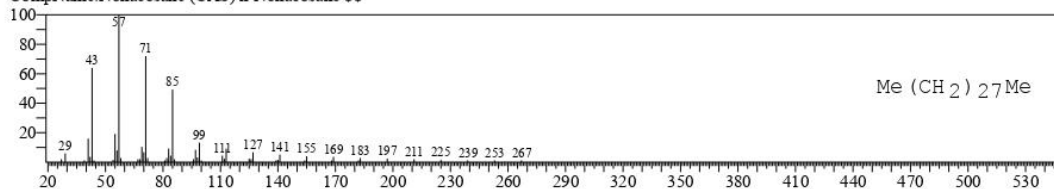
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:288437 Library:WILEY7.LIB

SI:94 Formula:C29 H60 CAS:630-03-5 MolWeight:408 RetIndex:0

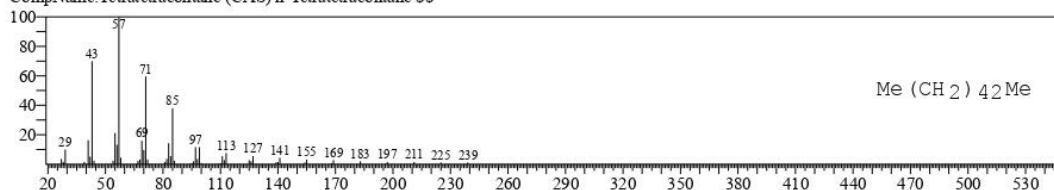
CompName:Nonacosane (CAS) n-Nonacosane \$\$



Hit#:2 Entry:330403 Library:WILEY7.LIB

SI:93 Formula:C44 H90 CAS:7098-22-8 MolWeight:619 RetIndex:0

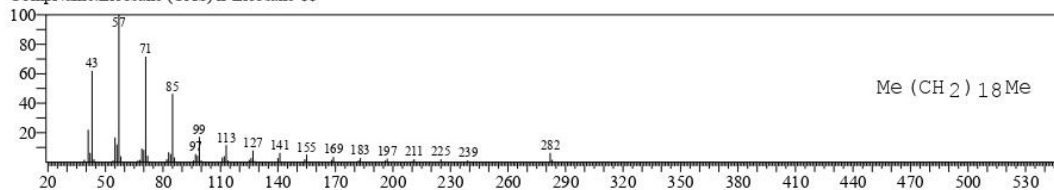
CompName:Tetratetracontane (CAS) n-Tetratetracontane \$\$



Hit#:3 Entry:193401 Library:WILEY7.LIB

SI:92 Formula:C20 H42 CAS:112-95-8 MolWeight:282 RetIndex:0

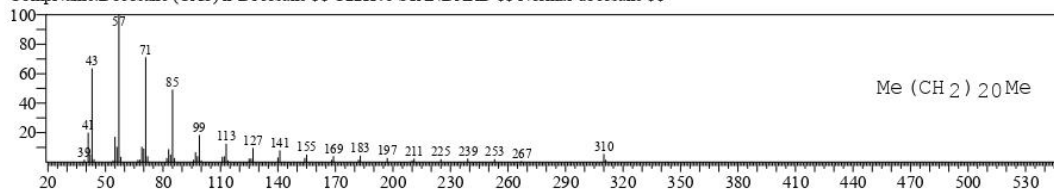
CompName:Eicosane (CAS) n-Eicosane \$\$



Hit#:4 Entry:221428 Library:WILEY7.LIB

SI:92 Formula:C22 H46 CAS:629-97-0 MolWeight:310 RetIndex:0

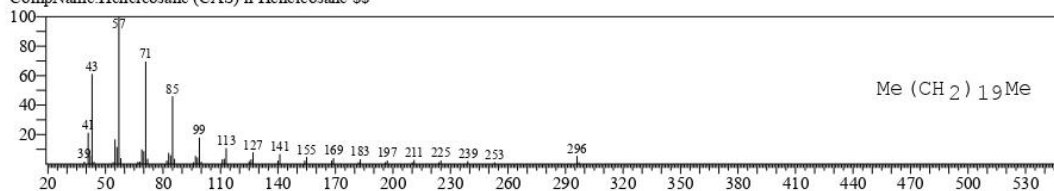
CompName:Docosane (CAS) n-Docosane \$\$ C22H46 STANDARD \$\$ Normal-docosane \$\$



Hit#:5 Entry:207929 Library:WILEY7.LIB

SI:92 Formula:C21 H44 CAS:629-94-7 MolWeight:296 RetIndex:0

CompName:Heneicosane (CAS) n-Heneicosane \$\$

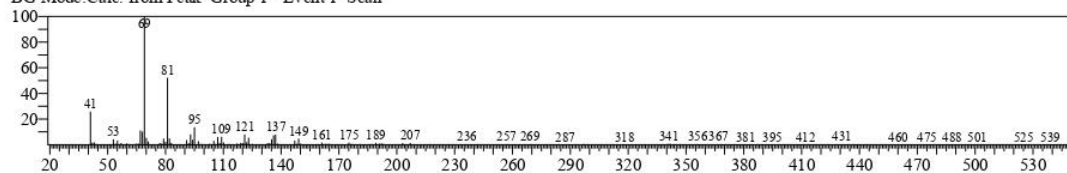


<< Target >>

Line#:12 R.Time:22.980(Scan#:4597) MassPeaks:312

RawMode:Averaged 22.975-22.985(4596-4598) BasePeak:69.05(28047)

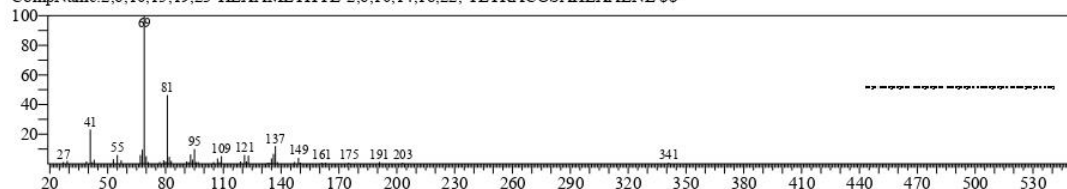
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#1 Entry:289263 Library:WILEY7.LIB

SI:94 Formula:C30H50 CAS:7683-64-9 MolWeight:410 RetIndex:0

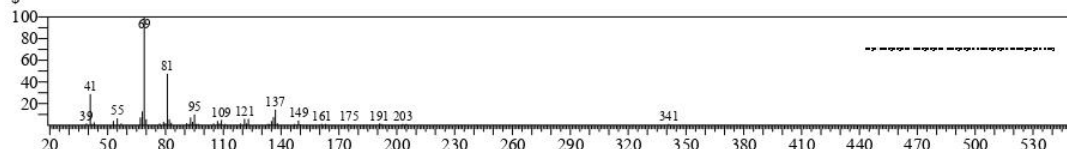
CompName:2,6,10,15,19,23-HEXAMETHYL-2,6,10,14,18,22-TETRACOSAHEXAENE \$\$



Hit#2 Entry:289266 Library:WILEY7.LIB

SI:93 Formula:C30H50 CAS:7683-64-9 MolWeight:410 RetIndex:0

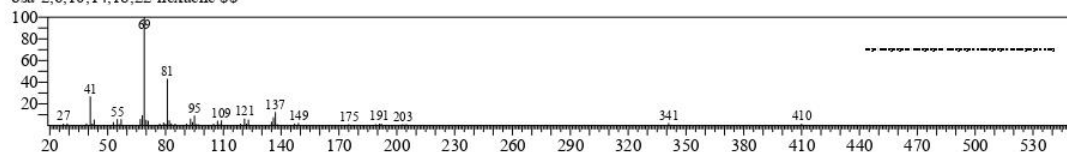
CompName:2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl- (CAS) Squalene \$\$ Skvalen \$\$ Supraene \$\$ Spinacene \$\$ 2,6,10,15,19,23-HEXAMETHYL-2,6,10,14,18,22-TETRACOSAHEXAENE \$\$ 2,6,10,14,18,22-TETRACOSAHEXAEN, 2,6,10,15,19,23-HEXAMETHYL- \$



Hit#3 Entry:289269 Library:WILEY7.LIB

SI:92 Formula:C30H50 CAS:111-02-4 MolWeight:410 RetIndex:0

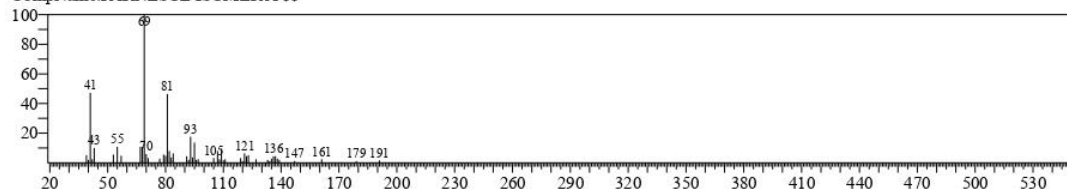
CompName:2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-, (all-E)- (CAS) Squalen \$\$ Supraene \$\$ Squalene \$\$ Spinacen \$\$ Spina cene \$\$ trans-Squalene \$\$ all-trans-Squalene \$\$ 2,6,10,15,19,23-Hexamethyl-2,6,10,14,18,22-tetracosahexaene \$\$ 2,6,10,15,19,23-Hexamethyltetracosa-2,6,10,14,18,22-hexaene \$\$



Hit#4 Entry:123362 Library:WILEY7.LIB

SI:89 Formula:C15H26O CAS:0-00-0 MolWeight:222 RetIndex:0

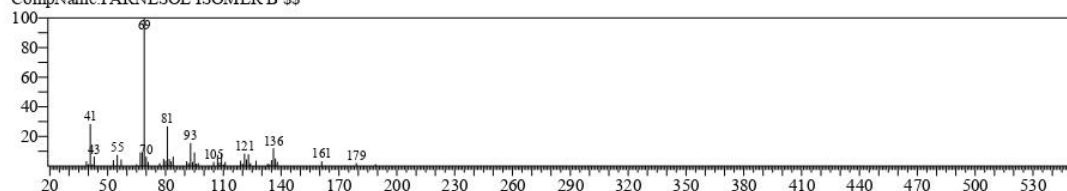
CompName:FARNESOL ISOMER A \$\$



Hit#5 Entry:123363 Library:WILEY7.LIB

SI:89 Formula:C15H26O CAS:0-00-0 MolWeight:222 RetIndex:0

CompName:FARNESOL ISOMER B \$\$

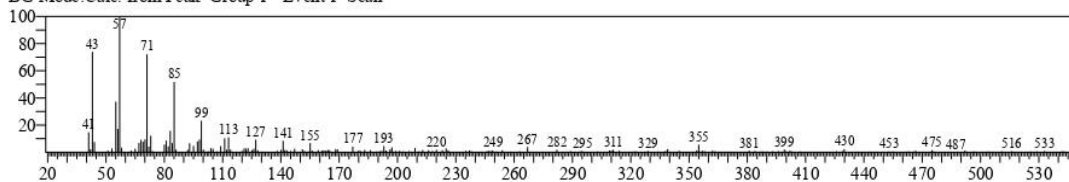


<< Target >>

Line#:13 R. Time:23.420(Scan#:4685) MassPeaks:281

RawMode:Averaged 23.415-23.425(4684-4686) BasePeak:57.05(6031)

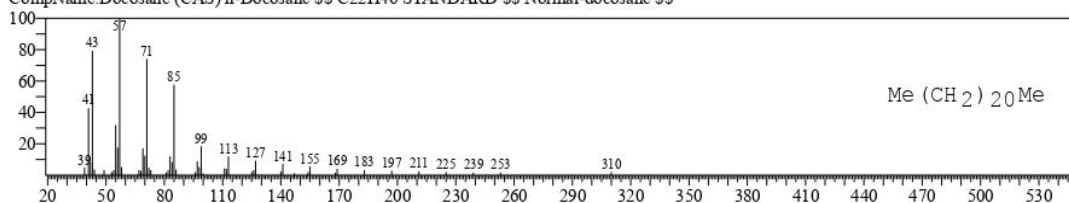
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:221426 Library:WILEY7.LIB

SI:86 Formula:C22H46 CAS:629-97-0 MolWeight:310 RetIndex:0

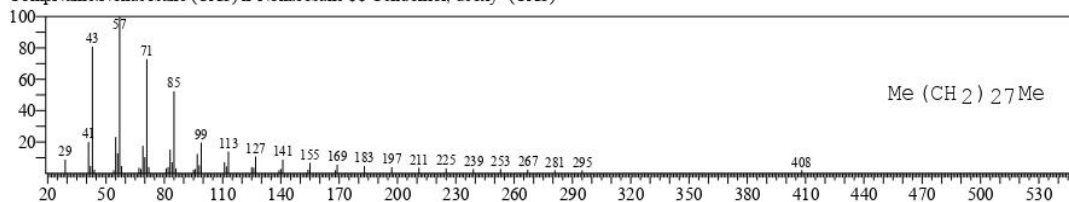
CompName:Docosane (CAS) n-Docosane \$\$ C22H46 STANDARD \$\$ Normal-docosane \$\$



Hit#:2 Entry:288439 Library:WILEY7.LIB

SI:86 Formula:C29H60 CAS:630-03-5 MolWeight:408 RetIndex:0

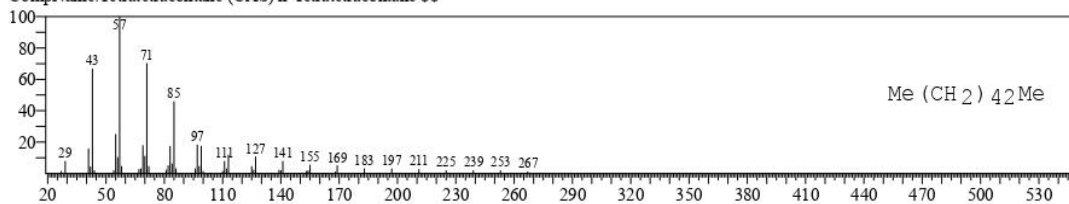
CompName:Nonacosane (CAS) n-Nonacosane \$\$ Celidoniol, deoxy- (CAS)



Hit#:3 Entry:330402 Library:WILEY7.LIB

SI:85 Formula:C44H90 CAS:7098-22-8 MolWeight:619 RetIndex:0

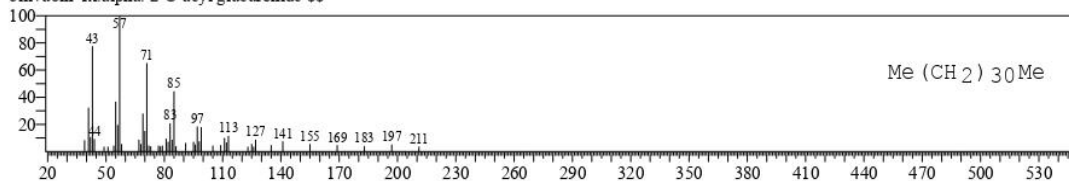
CompName:Tetratetracontane (CAS) n-Tetratetracontane \$\$



Hit#:4 Entry:304720 Library:WILEY7.LIB

SI:85 Formula:C32H66 CAS:544-85-4 MolWeight:451 RetIndex:0

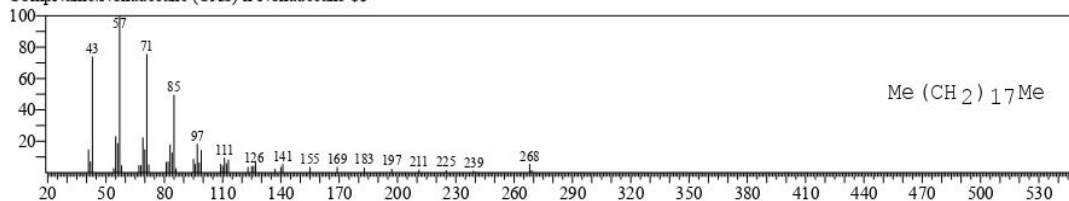
CompName:Dotriacontane (CAS) n-Dotriacontane \$\$ Bicetyl \$\$ Tris(trimethylsilyl)ether, methyl ester of ethyl anthranilate azo pigment(α-z) of bilivubin-1x.alpha. 2-O-acyl glucuronide \$\$



Hit#:5 Entry:178179 Library:WILEY7.LIB

SI:85 Formula:C19H40 CAS:629-92-5 MolWeight:268 RetIndex:0

CompName:Nonadecane (CAS) n-Nonadecane \$\$



L.9.2 Katalis $\text{SnO}_2/\text{Zeolit Alam}$

C:\GCMSolution\Data\Project1\10390824_C_GCMS\6.qgd

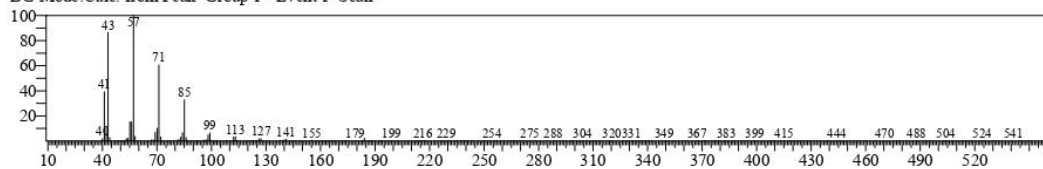
Similarity Search Result

<< Target >>

Line#:1 R.Time:7.510(Scan#:1503) MassPeaks:278

RawMode:Averaged 7.505-7.515(1502-1504) BasePeak:57.05(25729)

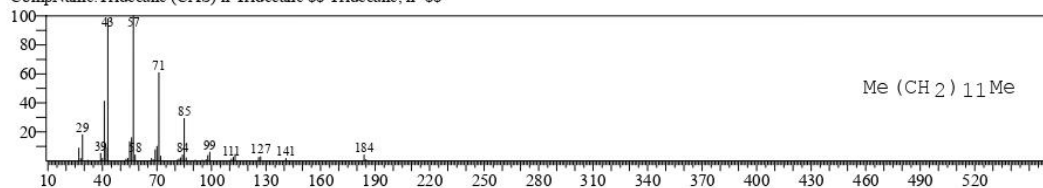
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:77089 Library:WILEY7.LIB

SI97 Formula:C13 H28 CAS:629-50-5 MolWeight:184 RetIndex:0

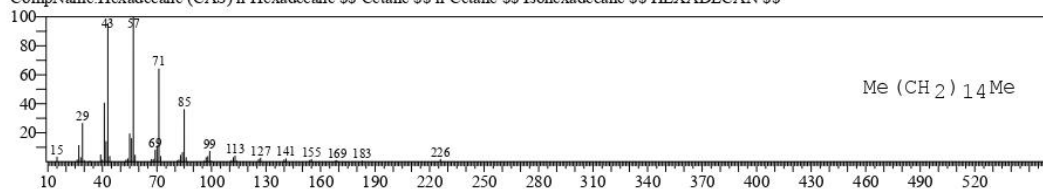
CompName:Tridecane (CAS) n-Tridecane \$\$ Tridecane, n- \$\$



Hit#:2 Entry:129200 Library:WILEY7.LIB

SI97 Formula:C16 H34 CAS:544-76-3 MolWeight:226 RetIndex:0

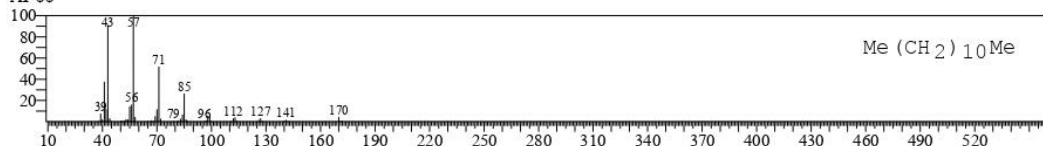
CompName:Hexadecane (CAS) n-Hexadecane \$\$ Cetane \$\$ n-Cetane \$\$ Isohexadecane \$\$ HEXADECAN \$\$



Hit#:3 Entry:61331 Library:WILEY7.LIB

SI97 Formula:C12 H26 CAS:112-40-3 MolWeight:170 RetIndex:0

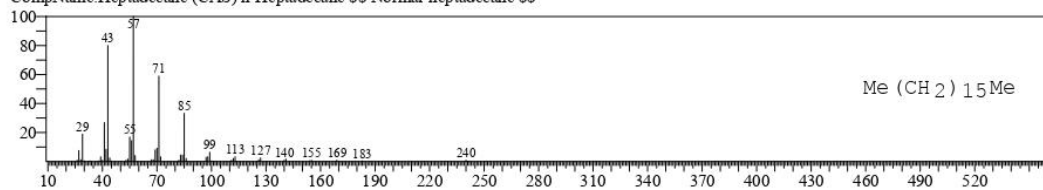
CompName:Dodecane (CAS) n-Dodecane \$\$ Ba 51-090453 \$\$ Adakane 12 \$\$ Isododecane \$\$ CH3(CH2)10CH3 \$\$ Bihexyl \$\$ Dihexyl \$\$ n-Dodecane min \$\$ N-Dodecan \$\$ Duodecane \$\$ ACETIC ACID 3-HYDROXY-7-ISOPROPENYL-1,4A-DIMETHYL-2,3,4,4A,5,6,7,8-OCTAHYDRO-N AP \$\$



Hit#:4 Entry:146232 Library:WILEY7.LIB

SI97 Formula:C17 H36 CAS:629-78-7 MolWeight:240 RetIndex:0

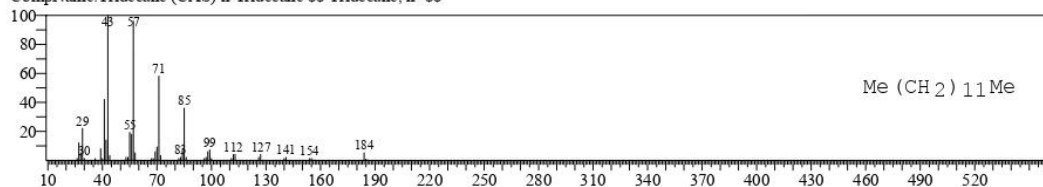
CompName:Heptadecane (CAS) n-Heptadecane \$\$ Normal-heptadecane \$\$



Hit#:5 Entry:77088 Library:WILEY7.LIB

SI96 Formula:C13 H28 CAS:629-50-5 MolWeight:184 RetIndex:0

CompName:Tridecane (CAS) n-Tridecane \$\$ Tridecane, n- \$\$

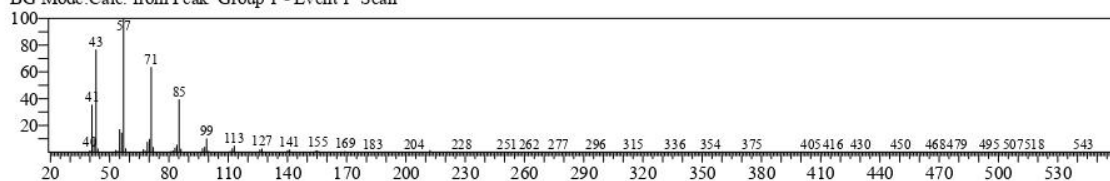


<< Target >>

Line#:2 R.Time:10.115(Scan#:2024) MassPeaks:289

RawMode:Averaged 10.110-10.120(2023-2025) BasePeak:57.05(38633)

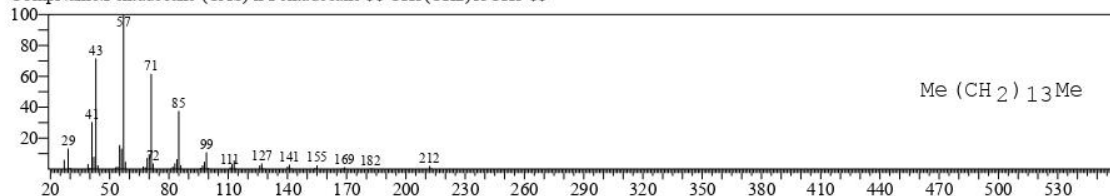
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:111398 Library:WILEY7.LIB

SI:98 Formula:C15 H32 CAS:629-62-9 MolWeight:212 RefIndex:0

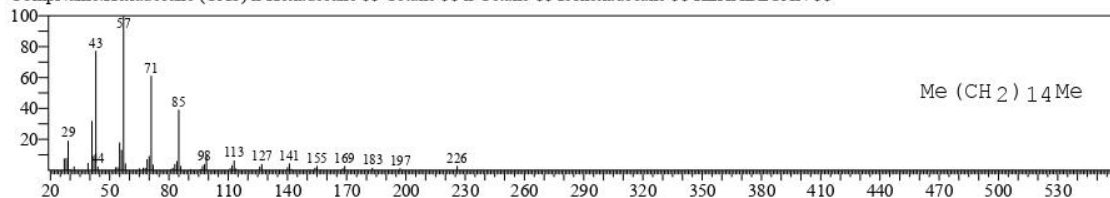
CompName:Pentadecane (CAS) n-Pentadecane \$\$ CH3(CH2)13CH3 \$\$



Hit#:2 Entry:129205 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C16 H34 CAS:544-76-3 MolWeight:226 RefIndex:0

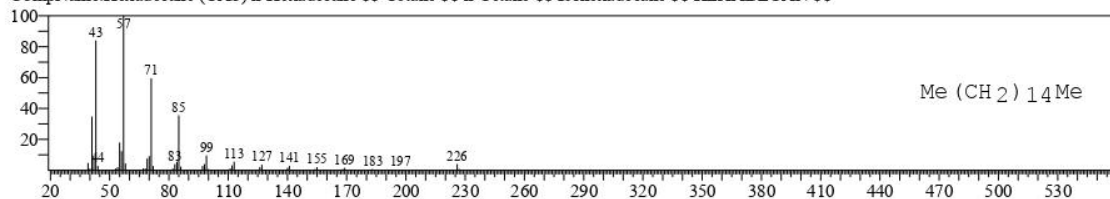
CompName:Hexadecane (CAS) n-Hexadecane \$\$ Cetane \$\$ n-Cetane \$\$ Isohexadecane \$\$ HEXADECAN \$\$



Hit#:3 Entry:129208 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C16 H34 CAS:544-76-3 MolWeight:226 RefIndex:0

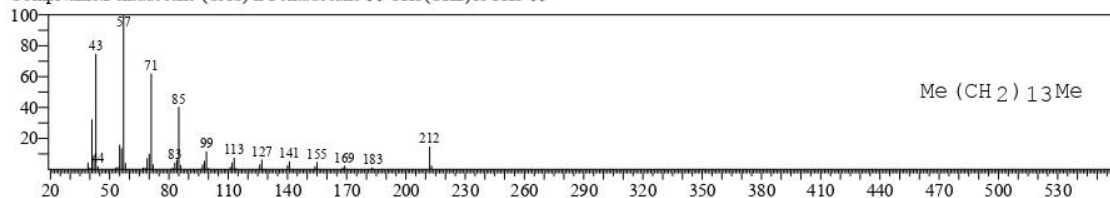
CompName:Hexadecane (CAS) n-Hexadecane \$\$ Cetane \$\$ n-Cetane \$\$ Isohexadecane \$\$ HEXADECAN \$\$



Hit#:4 Entry:111401 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C15 H32 CAS:629-62-9 MolWeight:212 RefIndex:0

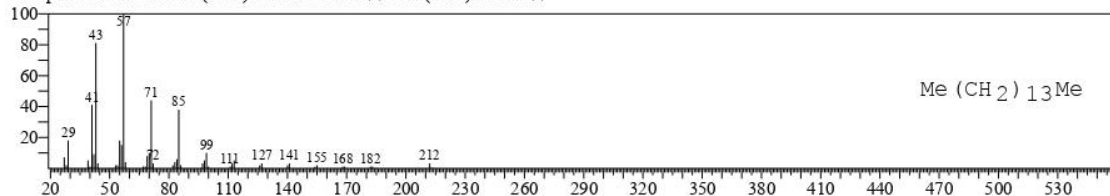
CompName:Pentadecane (CAS) n-Pentadecane \$\$ CH3(CH2)13CH3 \$\$



Hit#:5 Entry:111404 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C15 H32 CAS:629-62-9 MolWeight:212 RefIndex:0

CompName:Pentadecane (CAS) n-Pentadecane \$\$ CH3(CH2)13CH3 \$\$

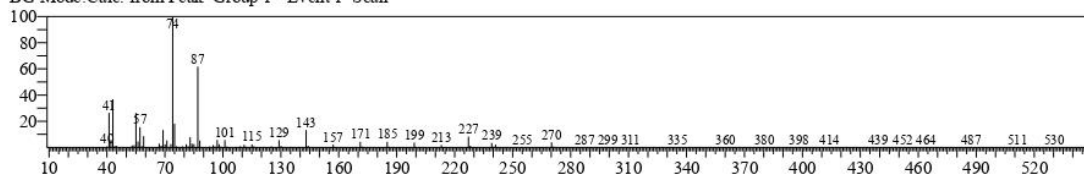


<< Target >>

Line# 3 RTime:15.075(Scan#:3016) MassPeaks:377

RawMode:Averaged 15.070-15.080(3015-3017) BasePeak:74.00(415546)

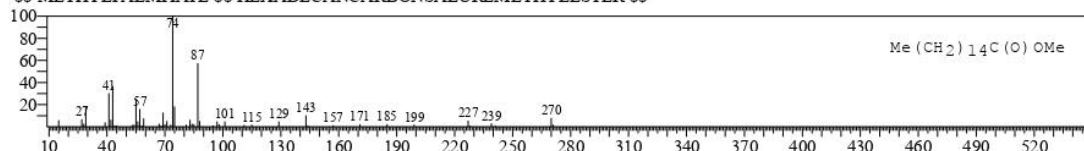
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#1 Entry:180433 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:0

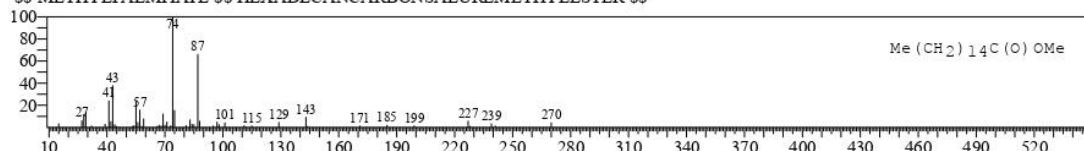
CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate \$\$ Methyl hexadecanoate \$\$ Methyl n-hexadecanoate \$\$ Uniphath A60 \$\$ Meth
 olene 2216 \$\$ Palmitic acid methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester \$\$ n-Hexadecanoic acid methyl ester \$\$ PALMITIC ACID-METHYL ESTER
 \$\$ METHYLPALMITATE \$\$ HEXADECANECARBONSAEUREMETHYLESTER \$\$



Hit#2 Entry:180432 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:0

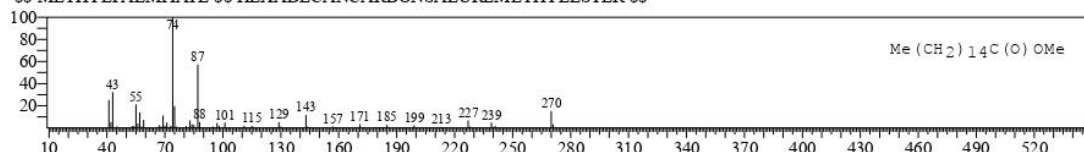
CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate \$\$ Methyl hexadecanoate \$\$ Methyl n-hexadecanoate \$\$ Uniphath A60 \$\$ Meth
 olene 2216 \$\$ Palmitic acid methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester \$\$ n-Hexadecanoic acid methyl ester \$\$ PALMITIC ACID-METHYL ESTER
 \$\$ METHYLPALMITATE \$\$ HEXADECANECARBONSAEUREMETHYLESTER \$\$



Hit#3 Entry:180438 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:0

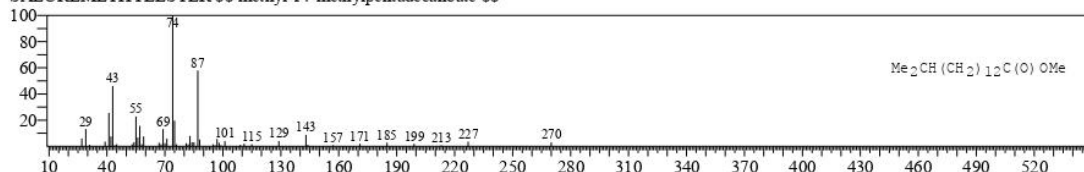
CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate \$\$ Methyl hexadecanoate \$\$ Methyl n-hexadecanoate \$\$ Uniphath A60 \$\$ Meth
 olene 2216 \$\$ Palmitic acid methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester \$\$ n-Hexadecanoic acid methyl ester \$\$ PALMITIC ACID-METHYL ESTER
 \$\$ METHYLPALMITATE \$\$ HEXADECANECARBONSAEUREMETHYLESTER \$\$



Hit#4 Entry:180473 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C17H34O2 CAS:5129-60-2 MolWeight:270 RetIndex:0

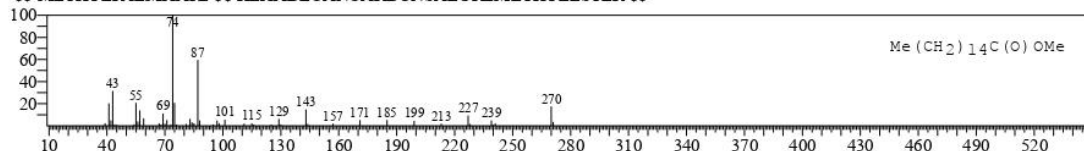
CompName:Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester (CAS) METHYL 14-METHYL-PENTADECANOATE \$\$ 14-METHYL-PENTADECAN
 SAEUREMETHYLESTER \$\$ methyl 14-methylpentadecanoate \$\$



Hit#5 Entry:180435 Library:WILEY7.LIB

SI:95 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:0

CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate \$\$ Methyl hexadecanoate \$\$ Methyl n-hexadecanoate \$\$ Uniphath A60 \$\$ Meth
 olene 2216 \$\$ Palmitic acid methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester \$\$ n-Hexadecanoic acid methyl ester \$\$ PALMITIC ACID-METHYL ESTER
 \$\$ METHYLPALMITATE \$\$ HEXADECANECARBONSAEUREMETHYLESTER \$\$

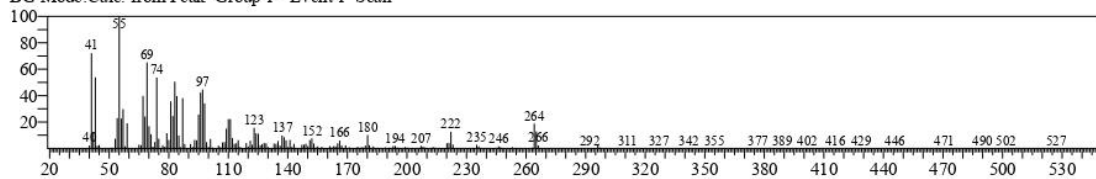


<< Target >>

Line#:4 R.Time:16.930(Scan#:3387) MassPeaks:388

RawMode:Averaged 16.925-16.935(3386-3388) BasePeak:55.05(1573533)

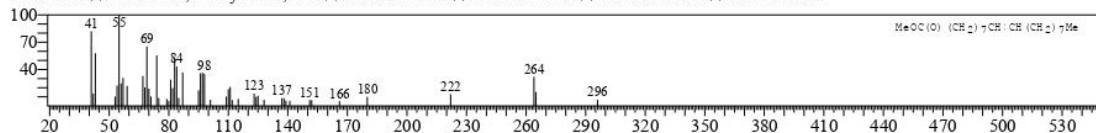
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#1 Entry:207863 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C19H36O2 CAS:112-62-9 MolWeight:296 RefIndex:0

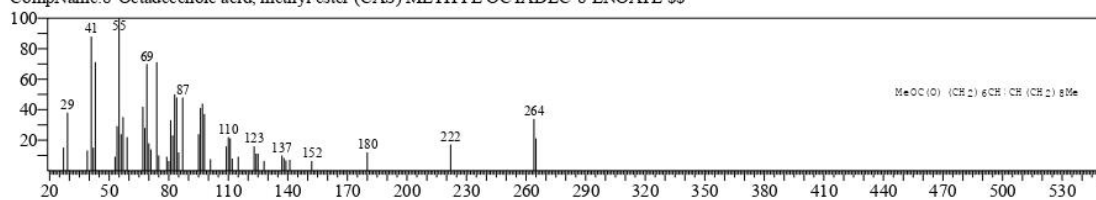
CompName:9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (CAS) Methyl oleate \$\$ Methyl cis-9-octadecenoate \$\$ Oleic acid methyl ester \$\$ Oleic acid, methyl ester \$\$ Emery oleic acid ester 2301 \$\$ OLEIC ACID-METHYL ESTER \$\$ (Z)-9-OCTADECENOIC ACID, METHYL ESTER \$\$ (Z)-9-Octadecenoic acid methyl ester \$\$ Methyl-o-octadecenoate \$\$ cis-9-Octyldecenoic acid, methyl ester \$\$ Emery \$\$ Emery, oleic acid ester \$\$ Methyl 9-octadecenoate \$\$ Oleic acid, methyl ester, cis- \$\$ Emerest 2301 \$\$ Emerest 2801 \$\$ Kemester 105 \$\$ Kemester 115



Hit#2 Entry:207515 Library:WILEY7.LIB

SI:95 Formula:C19H36O2 CAS:2345-29-1 MolWeight:296 RefIndex:0

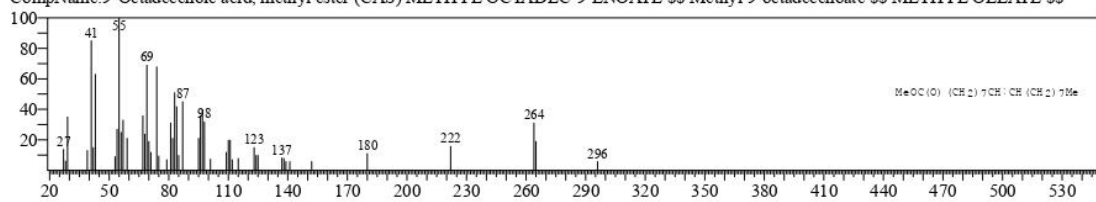
CompName:8-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) METHYL OCTADEC-8-ENOATE \$\$



Hit#3 Entry:207859 Library:WILEY7.LIB

SI:95 Formula:C19H36O2 CAS:2462-84-2 MolWeight:296 RefIndex:0

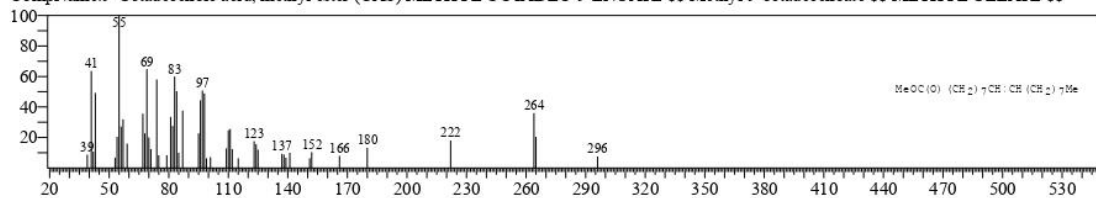
CompName:9-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) METHYL OCTADEC-9-ENOATE \$\$ Methyl 9-octadecenoate \$\$ METHYL OLEATE \$\$



Hit#4 Entry:207860 Library:WILEY7.LIB

SI:95 Formula:C19H36O2 CAS:2462-84-2 MolWeight:296 RefIndex:0

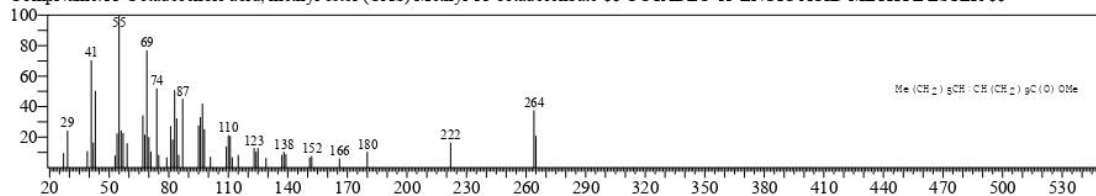
CompName:9-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) METHYL OCTADEC-9-ENOATE \$\$ Methyl 9-octadecenoate \$\$ METHYL OLEATE \$\$



Hit#5 Entry:207876 Library:WILEY7.LIB

SI:95 Formula:C19H36O2 CAS:52380-33-3 MolWeight:296 RefIndex:0

CompName:11-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) Methyl 11-octadecenoate \$\$ OCTADEC-11-ENOIC ACID METHYL ESTER \$\$

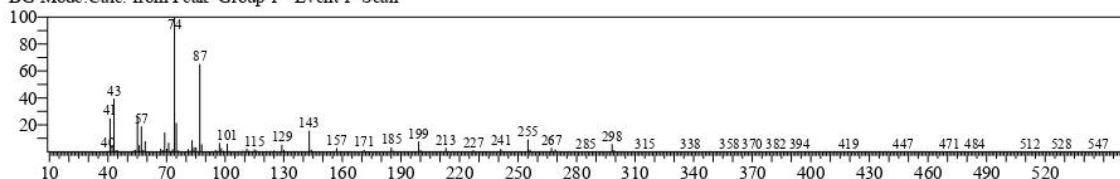


<< Target >>

Line#:5 R Time:17.080(Scan#:3417) MassPeaks:315

RawMode:Averaged 17.075-17.085(3416-3418) BasePeak:74.00(311679)

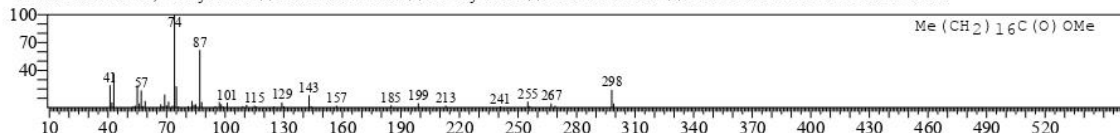
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#1 Entry:209841 Library:WILEY7.LIB

SI96 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:0

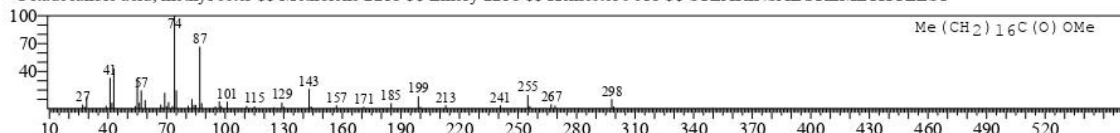
CompName:Octadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl stearate \$\$ Methyl octadecanoate \$\$ Methyl n-octadecanoate \$\$ Stearic acid methyl ester
 \$\$ Kemester 9718 \$\$ Stearic acid, methyl ester \$\$ n-Octadecanoic acid methyl ester \$\$ Methyl-octadecanoate \$\$ Methyl ester of octadecanoic acid \$
 \$ METHYL-N-OCTADECANOATE \$\$ methyl stearate \$\$ methyl octadecanoate \$\$ octadecanoic acid methyl ester \$\$ METHYLSTEARATE \$\$ n
 -Octadecanoic acid, methyl ester \$\$ Metholene 2218 \$\$ Emery 2218 \$\$ Kemester 9018 \$\$ STEARINSAEUREMETHYLEST



Hit#2 Entry:209839 Library:WILEY7.LIB

SI96 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:0

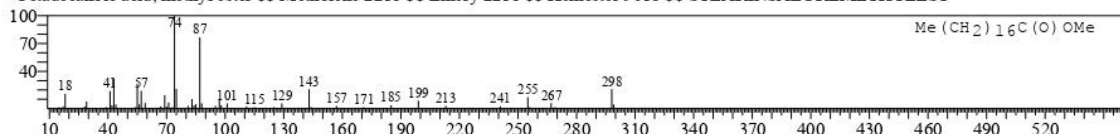
CompName:Octadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl stearate \$\$ Methyl octadecanoate \$\$ Methyl n-octadecanoate \$\$ Stearic acid methyl ester
 \$\$ Kemester 9718 \$\$ Stearic acid, methyl ester \$\$ n-Octadecanoic acid methyl ester \$\$ Methyl-octadecanoate \$\$ Methyl ester of octadecanoic acid \$
 \$ METHYL-N-OCTADECANOATE \$\$ methyl stearate \$\$ methyl octadecanoate \$\$ octadecanoic acid methyl ester \$\$ METHYLSTEARATE \$\$ n
 -Octadecanoic acid, methyl ester \$\$ Metholene 2218 \$\$ Emery 2218 \$\$ Kemester 9018 \$\$ STEARINSAEUREMETHYLEST



Hit#3 Entry:209840 Library:WILEY7.LIB

SI95 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:0

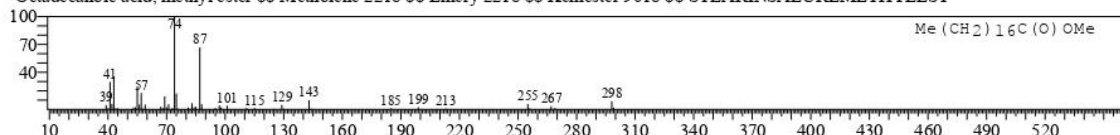
CompName:Octadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl stearate \$\$ Methyl octadecanoate \$\$ Methyl n-octadecanoate \$\$ Stearic acid methyl ester
 \$\$ Kemester 9718 \$\$ Stearic acid, methyl ester \$\$ n-Octadecanoic acid methyl ester \$\$ Methyl-octadecanoate \$\$ Methyl ester of octadecanoic acid \$
 \$ METHYL-N-OCTADECANOATE \$\$ methyl stearate \$\$ methyl octadecanoate \$\$ octadecanoic acid methyl ester \$\$ METHYLSTEARATE \$\$ n
 -Octadecanoic acid, methyl ester \$\$ Metholene 2218 \$\$ Emery 2218 \$\$ Kemester 9018 \$\$ STEARINSAEUREMETHYLEST



Hit#4 Entry:209836 Library:WILEY7.LIB

SI95 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:0

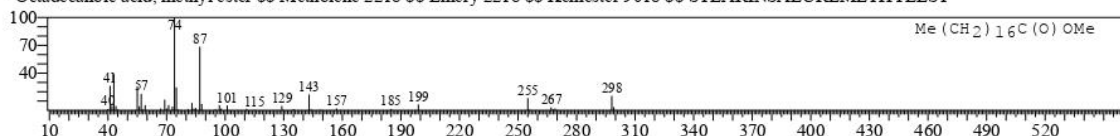
CompName:Octadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl stearate \$\$ Methyl octadecanoate \$\$ Methyl n-octadecanoate \$\$ Stearic acid methyl ester
 \$\$ Kemester 9718 \$\$ Stearic acid, methyl ester \$\$ n-Octadecanoic acid methyl ester \$\$ Methyl-octadecanoate \$\$ Methyl ester of octadecanoic acid \$
 \$ METHYL-N-OCTADECANOATE \$\$ methyl stearate \$\$ methyl octadecanoate \$\$ octadecanoic acid methyl ester \$\$ METHYLSTEARATE \$\$ n
 -Octadecanoic acid, methyl ester \$\$ Metholene 2218 \$\$ Emery 2218 \$\$ Kemester 9018 \$\$ STEARINSAEUREMETHYLEST



Hit#5 Entry:209850 Library:WILEY7.LIB

SI95 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:0

CompName:Octadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl stearate \$\$ Methyl octadecanoate \$\$ Methyl n-octadecanoate \$\$ Stearic acid methyl ester
 \$\$ Kemester 9718 \$\$ Stearic acid, methyl ester \$\$ n-Octadecanoic acid methyl ester \$\$ Methyl-octadecanoate \$\$ Methyl ester of octadecanoic acid \$
 \$ METHYL-N-OCTADECANOATE \$\$ methyl stearate \$\$ methyl octadecanoate \$\$ octadecanoic acid methyl ester \$\$ METHYLSTEARATE \$\$ n
 -Octadecanoic acid, methyl ester \$\$ Metholene 2218 \$\$ Emery 2218 \$\$ Kemester 9018 \$\$ STEARINSAEUREMETHYLEST

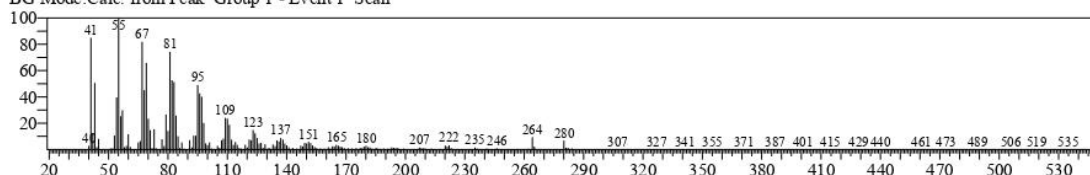


<< Target >>

Line#:6 R Time:18.080(Scan#:3617) MassPeaks:476

RawMode:Averaged 18.075-18.085(3616-3618) BasePeak:55.05(1665427)

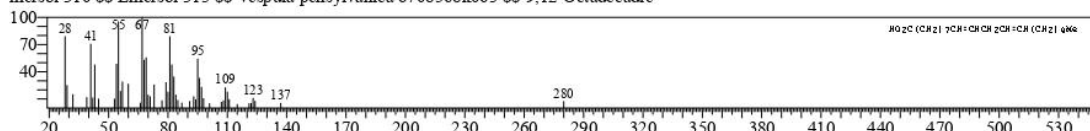
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:191097 Library:WILEY7.LIB

SI:92 Formula:C18 H32 O2 CAS:60-33-3 MolWeight:280 RetIndex:0

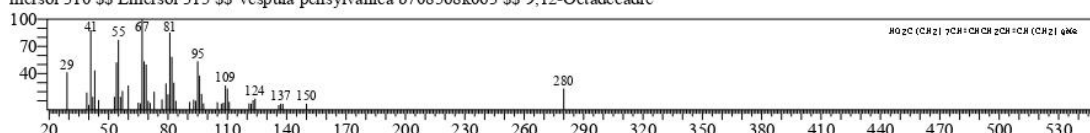
CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- (CAS) Linoleic acid \$\$ Unifac 6550 \$\$ Linolic acid \$\$ Telfairic acid \$\$ Grape seed oil \$\$ Polylin No. 515 \$\$ cis,cis-Linoleic acid \$\$ 9, 12-Octadecadienoic acid \$\$ cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid \$\$ 9,12-Octadecadienoic acid, (Z,Z)- \$\$ 9,12-Octadecadienoic acid \$\$ Leinoic acid \$\$ 9,12-Linoleic acid \$\$ cis,Cis-9,12-octadecadienoic acid \$\$ Linoelaidic acid \$\$ Linoleic acid 95 \$\$ Emersol 310 \$\$ Emersol 315 \$\$ Vespula pensylvanica b708568k063 \$\$ 9,12-Octadecadie



Hit#:2 Entry:191098 Library:WILEY7.LIB

SI:91 Formula:C18 H32 O2 CAS:60-33-3 MolWeight:280 RetIndex:0

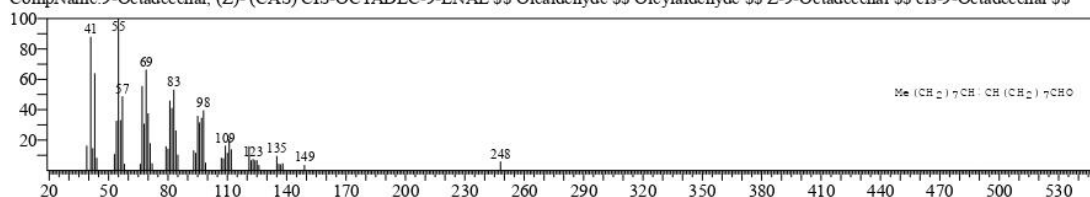
CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- (CAS) Linoleic acid \$\$ Unifac 6550 \$\$ Linolic acid \$\$ Telfairic acid \$\$ Grape seed oil \$\$ Polylin No. 515 \$\$ cis,cis-Linoleic acid \$\$ 9, 12-Octadecadienoic acid \$\$ cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid \$\$ 9,12-Octadecadienoic acid, (Z,Z)- \$\$ 9,12-Octadecadienoic acid \$\$ Leinoic acid \$\$ 9,12-Linoleic acid \$\$ cis,Cis-9,12-octadecadienoic acid \$\$ Linoelaidic acid \$\$ Linoleic acid 95 \$\$ Emersol 310 \$\$ Emersol 315 \$\$ Vespula pensylvanica b708568k063 \$\$ 9,12-Octadecadie



Hit#:3 Entry:175612 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C18 H34 O CAS:2423-10-1 MolWeight:266 RetIndex:0

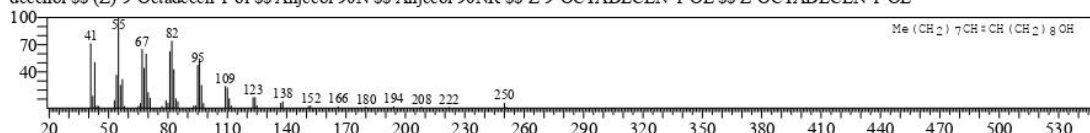
CompName:9-Octadecenal, (Z)- (CAS) CIS-OCTADEC-9-ENAL \$\$ Olealdehyde \$\$ Oleylaldehyde \$\$ Z-9-Octadecenal \$\$ cis-9-Octadecenal \$\$



Hit#:4 Entry:178159 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C18 H36 O CAS:143-28-2 MolWeight:268 RetIndex:0

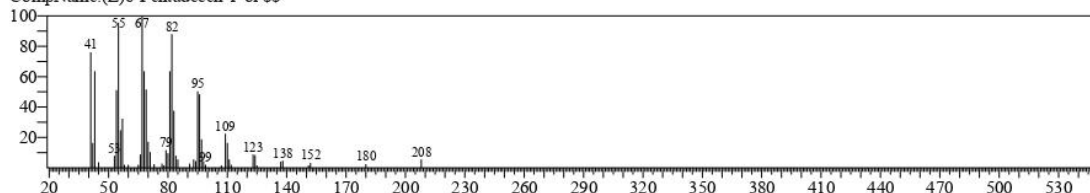
CompName:9-Octadecen-1-ol, (Z)- (CAS) cis-9-Octadecen-1-ol \$\$ Oleol \$\$ Satol \$\$ Sipol O \$\$ Adol 85 \$\$ Atalco O \$\$ Adol 320 \$\$ Loxanol M \$\$ Dermaffine \$\$ Loxanol 95 \$\$ Crodacol-O \$\$ Siponol OC \$\$ Oleo alcohol \$\$ Cachalot O-1 \$\$ Oleyl alcohol \$\$ Conditioner 1 \$\$ Oleic alcohol \$\$ Oleoyl alcohol \$\$ HD-Ocenol 90/95 \$\$ cis-9-Octadecenyl alcohol \$\$ Cachalot O 1 \$\$ Crodacol O \$\$ HD-Ocenol K \$\$ cis-DELTA-9-Octadecenol \$\$ (Z)-9-Octadecen-1-ol \$\$ Anjecol 90N \$\$ Anjecol 90NR \$\$ Z-9-OCTADECEN-1-OL \$\$ Z-OCTADECEN-1-OL



Hit#:5 Entry:128788 Library:WILEY7.LIB

SI:89 Formula:C15 H30 O CAS:68797-95-5 MolWeight:226 RetIndex:0

CompName:(Z)6-Pentadecen-1-ol \$\$

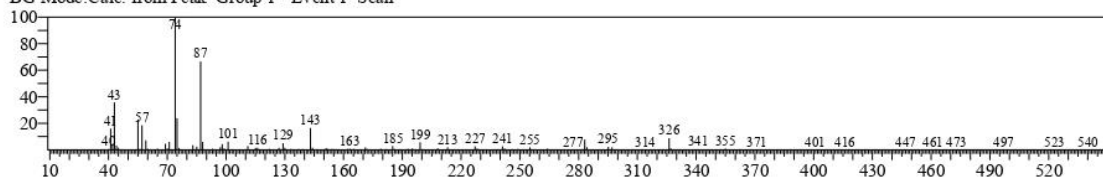


<< Target >>

Line#:7 RTime:18.945(Scan#:3790) MassPeaks:267

RawMode:Averaged 18.940-18.950(3789-3791) BasePeak:74.00(37199)

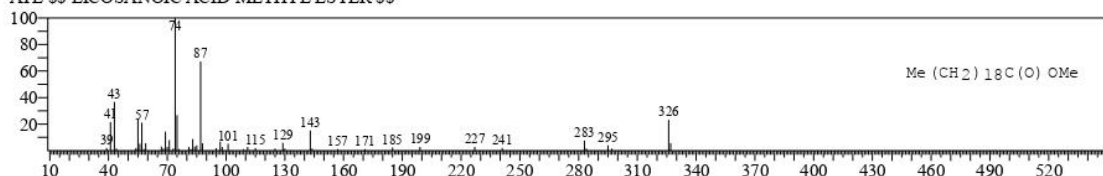
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:235754 Library:WILEY7.LIB

SI:91 Formula:C21 H42 O2 CAS:1120-28-1 MolWeight:326 RetIndex:0

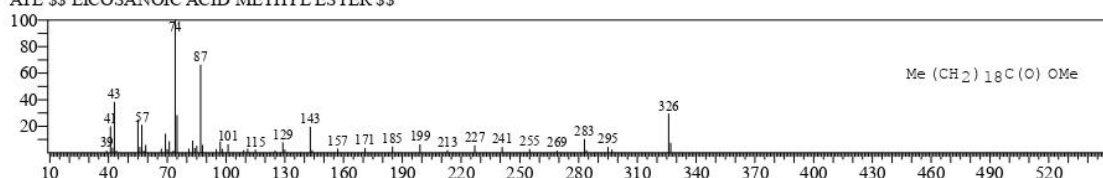
CompName:Eicosanoic acid, methyl ester (CAS) Arachidic acid methyl ester \$\$ Methyl arachate \$\$ Methyl eicosanoate \$\$ METHYL N-EICOSANOATE \$\$ EICOSANOIC ACID METHYL ESTER \$\$



Hit#:2 Entry:235757 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C21 H42 O2 CAS:1120-28-1 MolWeight:326 RetIndex:0

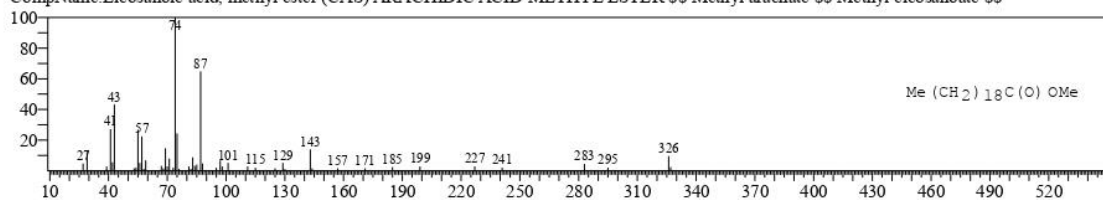
CompName:Eicosanoic acid, methyl ester (CAS) Arachidic acid methyl ester \$\$ Methyl arachate \$\$ Methyl eicosanoate \$\$ METHYL N-EICOSANOATE \$\$ EICOSANOIC ACID METHYL ESTER \$\$



Hit#:3 Entry:235755 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C21 H42 O2 CAS:1120-28-1 MolWeight:326 RetIndex:0

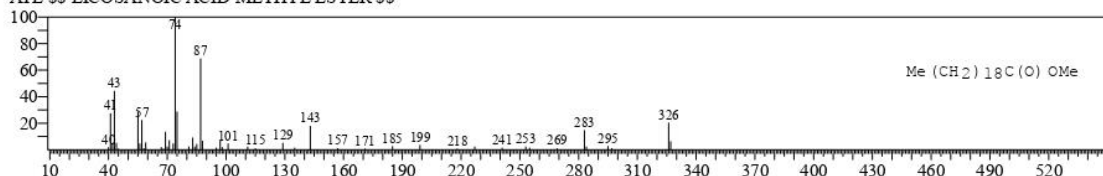
CompName:Eicosanoic acid, methyl ester (CAS) ARACHIDIC ACID METHYL ESTER \$\$ Methyl arachate \$\$ Methyl eicosanoate \$\$



Hit#:4 Entry:235760 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C21 H42 O2 CAS:1120-28-1 MolWeight:326 RetIndex:0

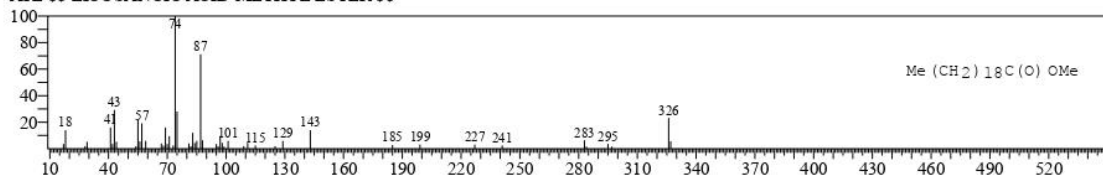
CompName:Eicosanoic acid, methyl ester (CAS) Arachidic acid methyl ester \$\$ Methyl arachate \$\$ Methyl eicosanoate \$\$ METHYL N-EICOSANOATE \$\$ EICOSANOIC ACID METHYL ESTER \$\$



Hit#:5 Entry:235752 Library:WILEY7.LIB

SI:89 Formula:C21 H42 O2 CAS:1120-28-1 MolWeight:326 RetIndex:0

CompName:Eicosanoic acid, methyl ester (CAS) Arachidic acid methyl ester \$\$ Methyl arachate \$\$ Methyl eicosanoate \$\$ METHYL N-EICOSANOATE \$\$ EICOSANOIC ACID METHYL ESTER \$\$

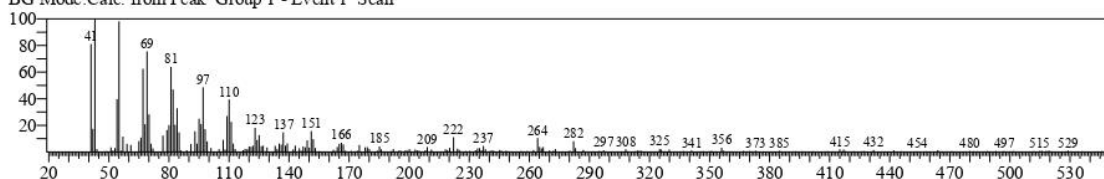


<< Target >>

Line# 8 R Time:20.065(Scan#:4014) MassPeaks:273

RawMode:Averaged 20.060-20.070(4013-4015) BasePeak:43.05(4664)

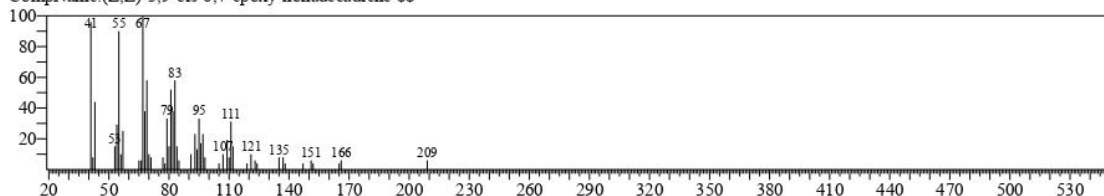
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#1 Entry:188729 Library:WILEY7.LIB

SI:83 Formula:C19 H34 O CAS:0-00-0 MolWeight:278 RetIndex:0

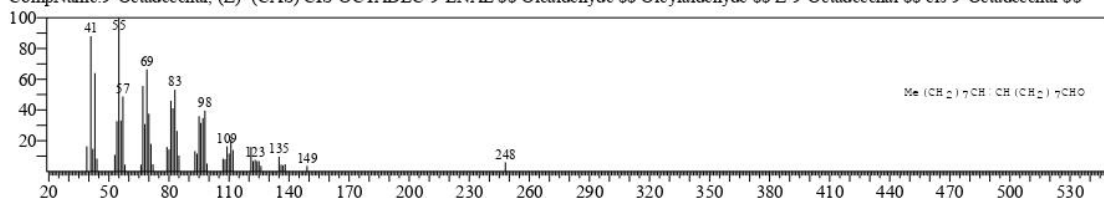
CompName:(Z,Z)-3,9-cis-6,7-epoxy-nonadecadiene \$\$



Hit#2 Entry:175612 Library:WILEY7.LIB

SI:83 Formula:C18 H34 O CAS:2423-10-1 MolWeight:266 RetIndex:0

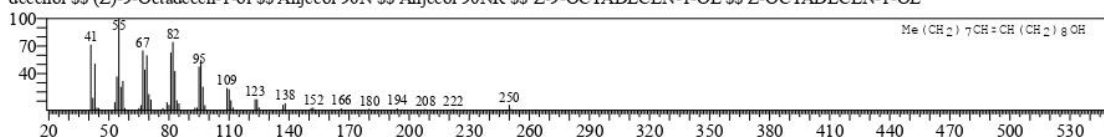
CompName:9-Octadecenal, (Z)- (CAS) CIS-OCTADEC-9-ENAL \$\$ Olealdehyde \$\$ Oleylaldehyde \$\$ Z-9-Octadecenal \$\$ cis-9-Octadecenal \$\$



Hit#3 Entry:178159 Library:WILEY7.LIB

SI:83 Formula:C18 H36 O CAS:143-28-2 MolWeight:268 RetIndex:0

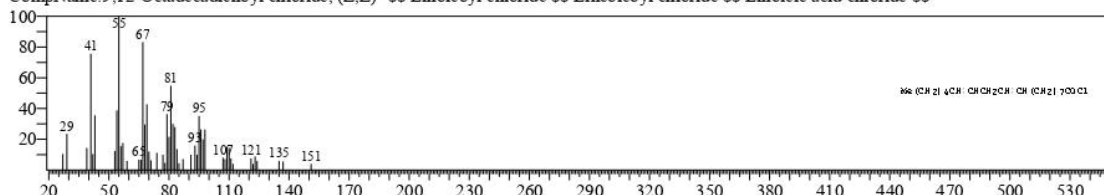
CompName:9-Octadecen-1-ol, (Z)- (CAS) cis-9-Octadecen-1-ol \$\$ Oleol \$\$ Satol \$\$ Ocenol \$\$ Sipol O \$\$ Adol 85 \$\$ Atalco O \$\$ Adol 320 \$\$ Loxanol M \$\$ Dermaffine \$\$ Loxanol 95 \$\$ Crodacol-O \$\$ Siponol OC \$\$ Oleo alcohol \$\$ Cachalot O-1 \$\$ Oleyl alcohol \$\$ Conditioner 1 \$\$ Oleic alcohol \$\$ Oleoyl alcohol \$\$ HD-Ocenol 90/95 \$\$ cis-9-Octadecenyl alcohol \$\$ Cachalot O 1 \$\$ Crodacol O \$\$ HD-Ocenol K \$\$ cis-DELTA-9-Octadecenol \$\$ (Z)-9-Octadecen-1-ol \$\$ Anjocol 90N \$\$ Anjocol 90NR \$\$ Z-9-OCTADECEN-1-OL \$\$ Z-OCTADECEN-1-OL



Hit#4 Entry:209385 Library:WILEY7.LIB

SI:83 Formula:C18 H31 Cl O CAS:7459-33-8 MolWeight:298 RetIndex:0

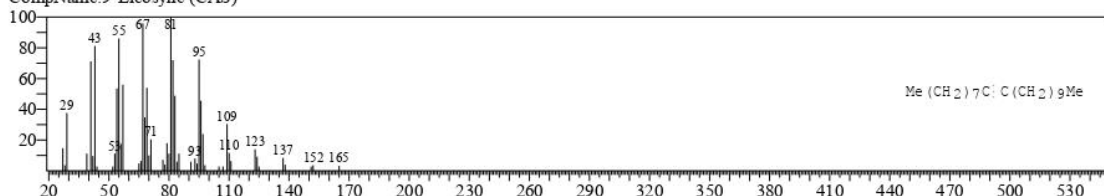
CompName:9,12-Octadecadienyl chloride, (Z,Z)- \$\$ Linoleoyl chloride \$\$ Lineoleoyl chloride \$\$ Linoleic acid chloride \$\$



Hit#5 Entry:188789 Library:WILEY7.LIB

SI:83 Formula:C20 H38 CAS:71899-38-2 MolWeight:278 RetIndex:0

CompName:9-Eicosyne (CAS)

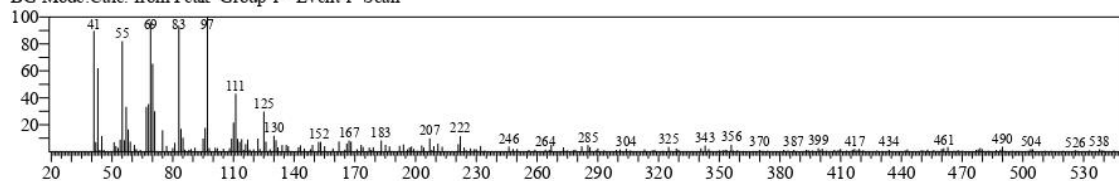


<< Target >>

Line# 9 RTime: 20.245 (Scan#: 4050) MassPeaks: 285

RawMode: Averaged 20.240-20.250 (4049-4051) BasePeak: 97.10 (2607)

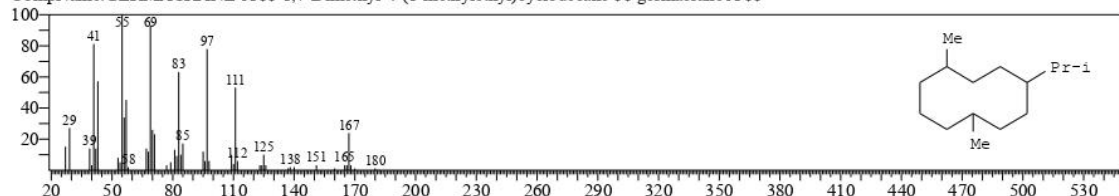
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#1 Entry: 108958 Library: WILEY7 LIB

SI 80 Formula: C₁₅H₃₀ CAS: 645-10-3 MolWeight: 210 RetIndex: 0

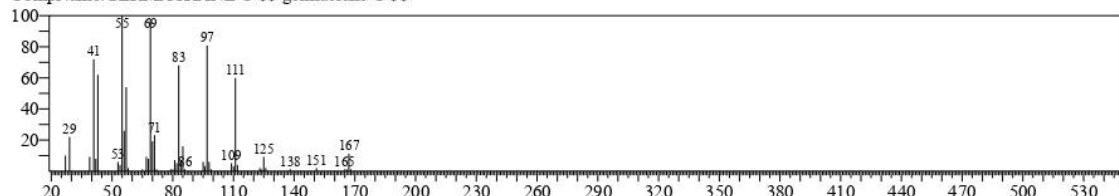
CompName: GERMACRANE-A \$\$ 1,7-Dimethyl-4-(1-methylethyl)cyclodecane \$\$ germacrane A \$\$



Hit#2 Entry: 108541 Library: WILEY7 LIB

SI 80 Formula: C₁₅H₃₀ CAS: 0-00-0 MolWeight: 210 RetIndex: 0

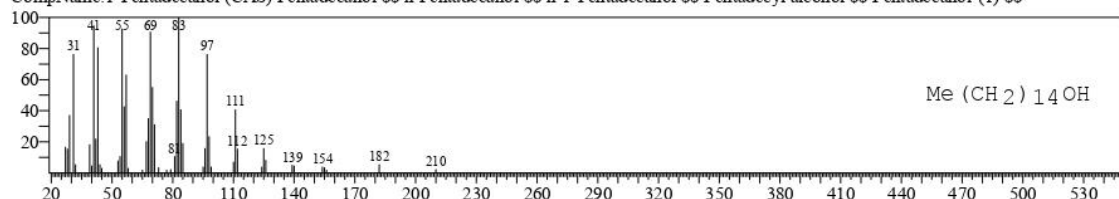
CompName: GERMACRANE-C \$\$ germacrane C \$\$



Hit#3 Entry: 131522 Library: WILEY7 LIB

SI 80 Formula: C₁₅H₃₂O CAS: 629-76-5 MolWeight: 228 RetIndex: 0

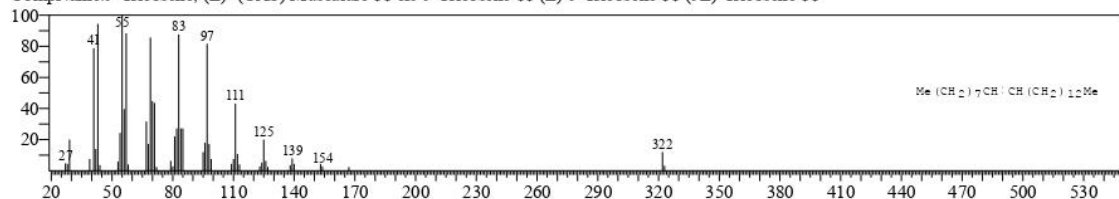
CompName: 1-Pentadecanol (CAS) Pentadecanol \$\$ n-Pentadecanol \$\$ n-1-Pentadecanol \$\$ Pentadecyl alcohol \$\$ Pentadecanol-(1) \$\$



Hit#4 Entry: 232425 Library: WILEY7 LIB

SI 80 Formula: C₂₃H₄₆ CAS: 27519-02-4 MolWeight: 322 RetIndex: 0

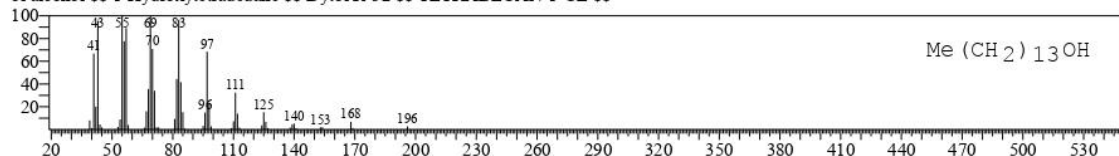
CompName: 9-Tricosene, (Z)- (CAS) Muscalure \$\$ cis-9-Tricosene \$\$ (Z)-9-Tricosene \$\$ (9Z)-Tricosene \$\$



Hit#5 Entry: 113625 Library: WILEY7 LIB

SI 80 Formula: C₁₄H₃₀O CAS: 112-72-1 MolWeight: 214 RetIndex: 0

CompName: 1-Tetradecanol (CAS) Alfol 14 \$\$ Tetradecanol \$\$ Loxanol V \$\$ Lanette K \$\$ Lanette Wax KS \$\$ n-Tetradecanol \$\$ Myristic alcohol \$\$ Myristyl alcohol \$\$ n-Tetradecan-1-ol \$\$ Tetradecyl alcohol \$\$ n-Tetradecyl alcohol \$\$ Lanette Wax sub 1 \$\$ n-Tetradecanol-1 \$\$ n-Tetradecanol alcohol \$\$ 1-Hydroxytetradecane \$\$ Dytol R-52 \$\$ TETRADECAN-1-OL \$\$

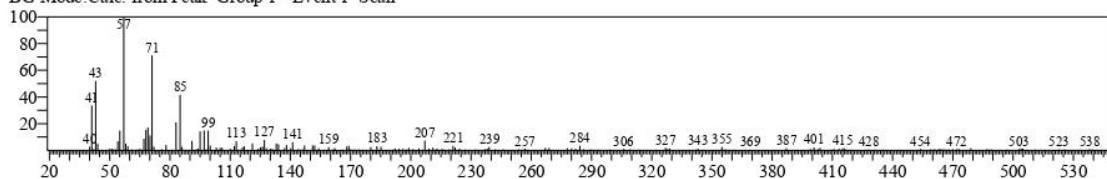


<< Target >>

Line#:10 R.Time:20.325(Scan#:4066) MassPeaks:281

RawMode:Averaged 20.320-20.330(4065-4067) BasePeak:57.05(6724)

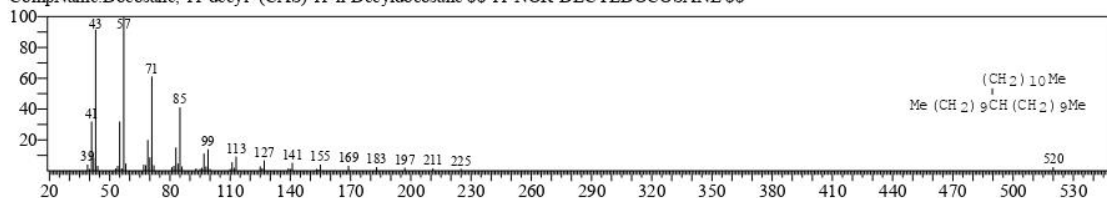
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:304715 Library:WILEY7.LIB

SI:82 Formula:C32 H66 CAS:55401-55-3 MolWeight:451 RetIndex:0

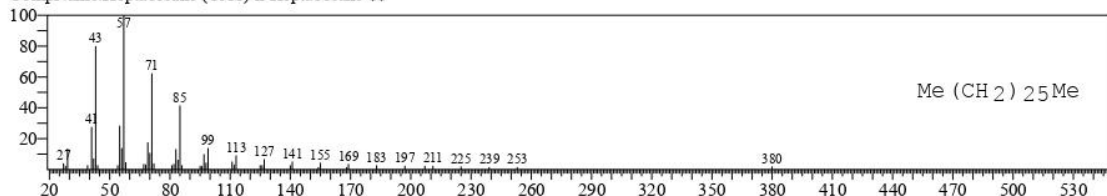
CompName:Docosane, 11-decyl- (CAS) 11-n-Decyldocosane \$\$ 11-NOR-DECYLDOSANE \$\$



Hit#:2 Entry:273896 Library:WILEY7.LIB

SI:82 Formula:C27 H56 CAS:593-49-7 MolWeight:380 RetIndex:0

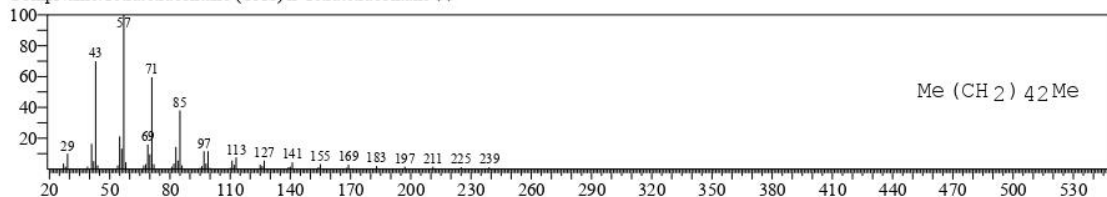
CompName:Heptacosane (CAS) n-Heptacosane \$\$



Hit#:3 Entry:330403 Library:WILEY7.LIB

SI:82 Formula:C44 H90 CAS:7098-22-8 MolWeight:619 RetIndex:0

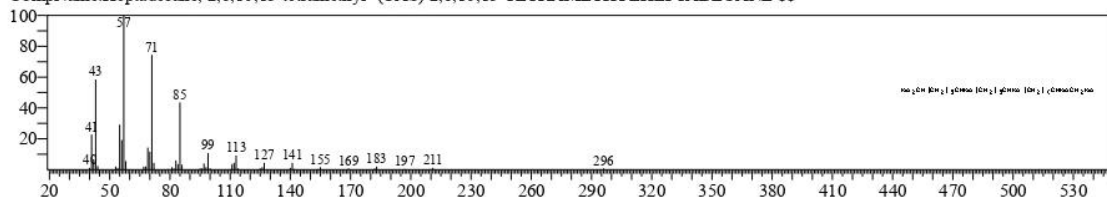
CompName:Tetratetracontane (CAS) n-Tetratetracontane \$\$



Hit#:4 Entry:207678 Library:WILEY7.LIB

SI:82 Formula:C21 H44 CAS:54833-48-6 MolWeight:296 RetIndex:0

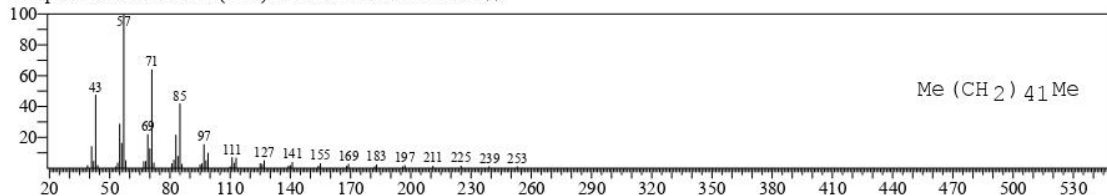
CompName:Heptadecane, 2,6,10,15-tetramethyl- (CAS) 2,6,10,15-TETRAMETHYLHEPTADECANE \$\$



Hit#:5 Entry:329365 Library:WILEY7.LIB

SI:81 Formula:C43 H88 CAS:7098-21-7 MolWeight:605 RetIndex:0

CompName:Tritetracontane (CAS) N-TRIATETRACONTANE \$\$

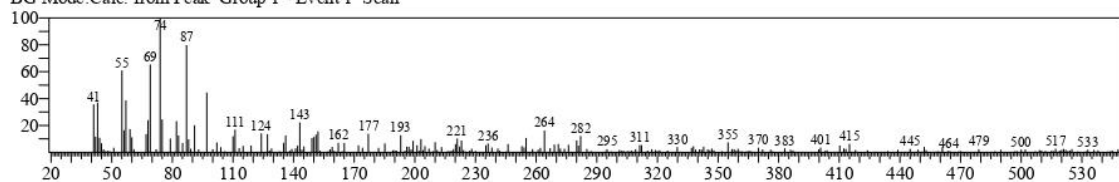


<< Target >>

Line#:11 R.Time:20.615(Scan#:4124) MassPeaks:272

RawMode:Averaged 20.610-20.620(4123-4125) BasePeak:74.00(1969)

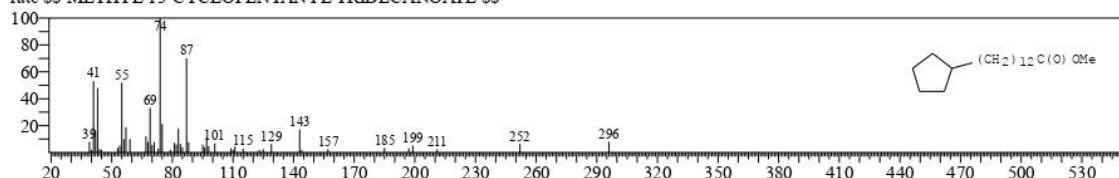
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:207882 Library:WILEY7.LIB

SI:69 Formula:C19 H36 O2 CAS:24828-61-3 MolWeight:296 RetIndex:0

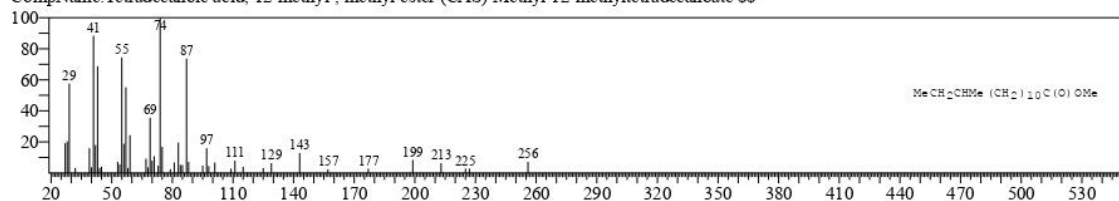
CompName:Cyclopentanetridecanoic acid, methyl ester (CAS) METHYL 13-CYCLOPENTANYLTRIDECANOATE \$\$ Methyl dihydrochaulmoograte METHYL 13-CYCLOPENTANYL TRIDECANOATE \$\$



Hit#:2 Entry:164491 Library:WILEY7.LIB

SI:69 Formula:C16 H32 O2 CAS:5129-66-8 MolWeight:256 RetIndex:0

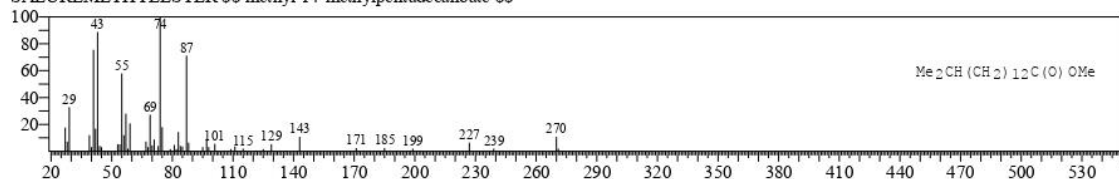
CompName:Tetradecanoic acid, 12-methyl-, methyl ester (CAS) Methyl 12-methyltetradecanoate \$\$



Hit#:3 Entry:180472 Library:WILEY7.LIB

SI:68 Formula:C17 H34 O2 CAS:5129-60-2 MolWeight:270 RetIndex:0

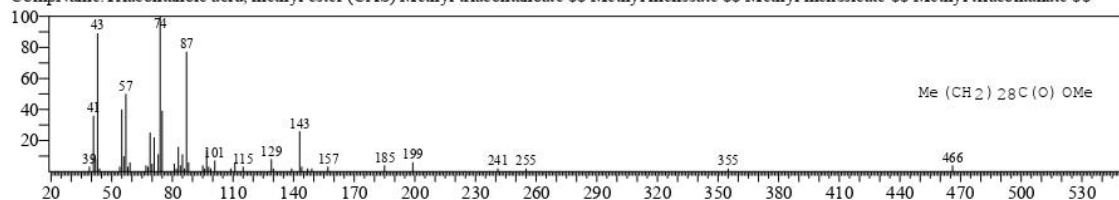
CompName:Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester (CAS) METHYL 14-METHYL-PENTADECANOATE \$\$ 14-METHYL-PENTADECANSAEUREMETHYLESTER \$\$ methyl 14-methylpentadecanoate \$\$



Hit#:4 Entry:309169 Library:WILEY7.LIB

SI:68 Formula:C31 H62 O2 CAS:629-83-4 MolWeight:466 RetIndex:0

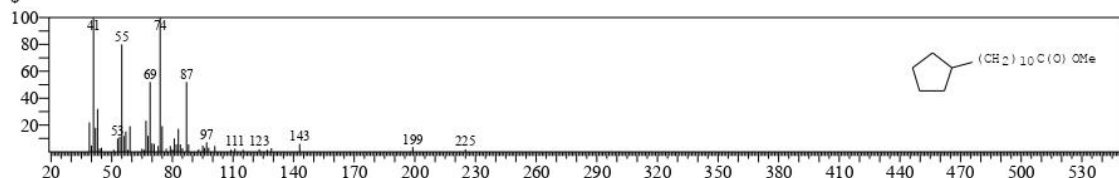
CompName:Triacontanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl triacontanoate \$\$ Methyl melissate \$\$ Methyl melissate \$\$ Methyl triacontanoate \$\$



Hit#:5 Entry:177662 Library:WILEY7.LIB

SI:68 Formula:C17 H32 O2 CAS:25779-85-5 MolWeight:268 RetIndex:0

CompName:Cyclopentaneundecanoic acid, methyl ester (CAS) METHYL 11-CYCLOPENTYLUDECANOATE \$\$ Methyl dihydrohynocarpat S

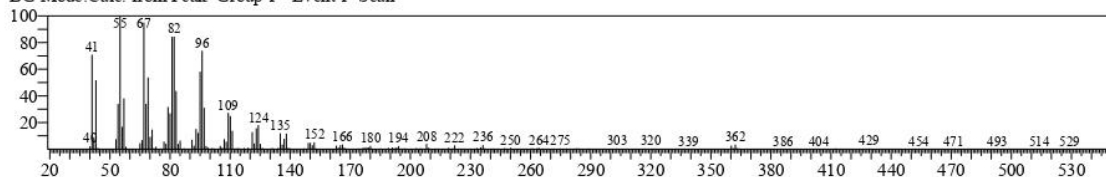


<< Target >>

Line#:12 R.Time:20.780(Scan#:4157) MassPeaks:329

RawMode:Averaged 20.775-20.785(4156-4158) BasePeak:55.05(29763)

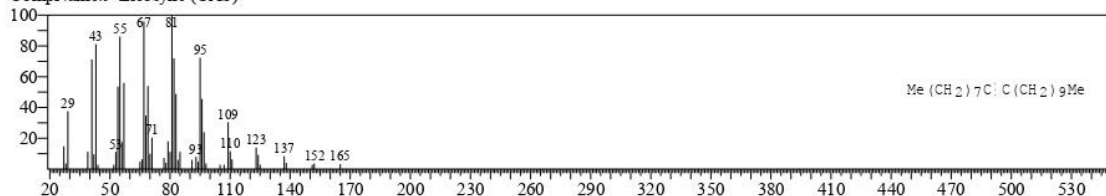
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:188789 Library:WILEY7.LIB

SI:91 Formula:C20 H38 CAS:71899-38-2 MolWeight:278 RetIndex:0

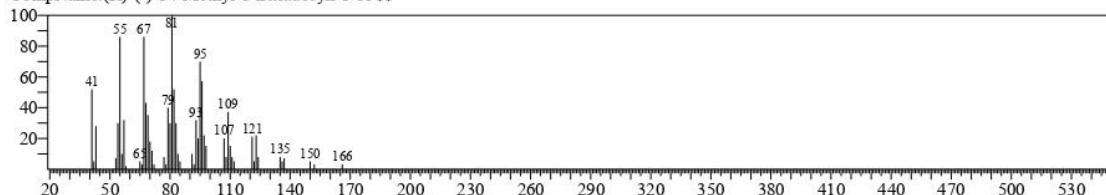
CompName:9-Eicosyne (CAS)



Hit#:2 Entry:160130 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C17 H32 O CAS:64566-18-3 MolWeight:252 RetIndex:0

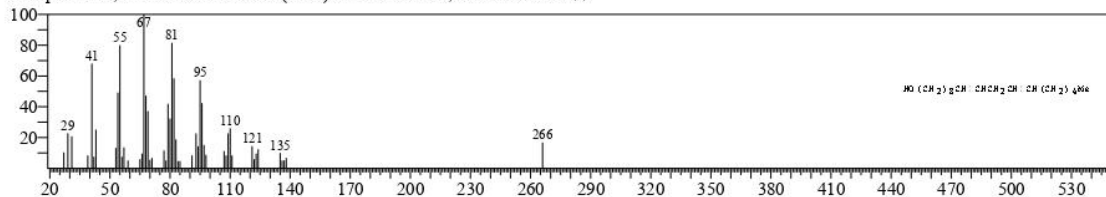
CompName:(R)-(-)-14-Methyl-8-hexadecyn-1-ol \$\$



Hit#:3 Entry:175623 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C18 H34 O CAS:1577-52-2 MolWeight:266 RetIndex:0

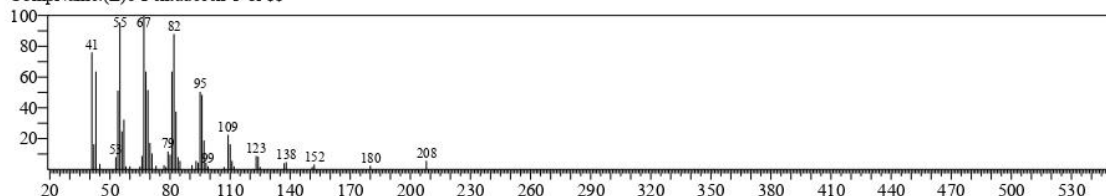
CompName:9,12-Octadecadien-1-ol (CAS) OCTADECA-9,12-DIEN-1-OL \$\$



Hit#:4 Entry:128788 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C15 H30 O CAS:68797-95-5 MolWeight:226 RetIndex:0

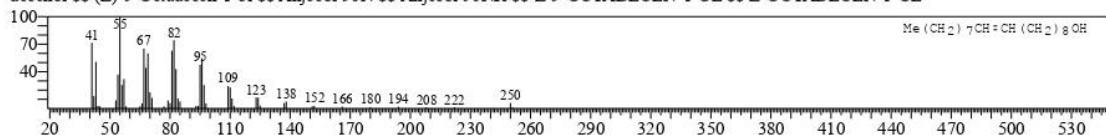
CompName:(Z)-6-Pentadecen-1-ol \$\$



Hit#:5 Entry:178159 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C18 H36 O CAS:143-28-2 MolWeight:268 RetIndex:0

CompName:9-Octadecen-1-ol, (Z)- (CAS) cis-9-Octadecen-1-ol \$\$ Oleol \$\$ Satol \$\$ Ocenol \$\$ Sipol O \$\$ Adol 85 \$\$ Atalco O \$\$ Adol 320 \$\$ Loxanol M \$\$ Dermaffine \$\$ Loxanol 95 \$\$ Crodacol-O \$\$ Siponol OC \$\$ Oleo alcohol \$\$ Cachalot O-1 \$\$ Oleyl alcohol \$\$ Conditioner 1 \$\$ Oleic alcohol \$\$ Oleoyl alcohol \$\$ HD-Ocenol 90/95 \$\$ cis-9-Octadecenyl alcohol \$\$ Cachalot O 1 \$\$ Crodacol O \$\$ HD-Ocenol K \$\$ cis-DELTA-9-Octadecenol \$\$ (Z)-9-Octadecen-1-ol \$\$ Anjocol 90N \$\$ Anjocol 90NR \$\$ Z-9-OCTADECEN-1-OL \$\$ Z-OCTADECEN-1-OL

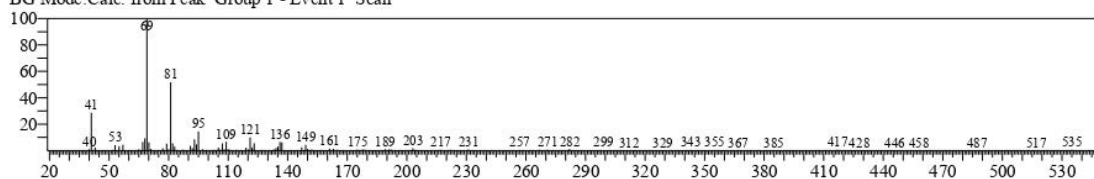


<< Target >>

Line#:13 R.Time:22.985(Scan#:4598) MassPeaks:320

RawMode:Averaged 22.980-22.990(4597-4599) BasePeak:69.05(27366)

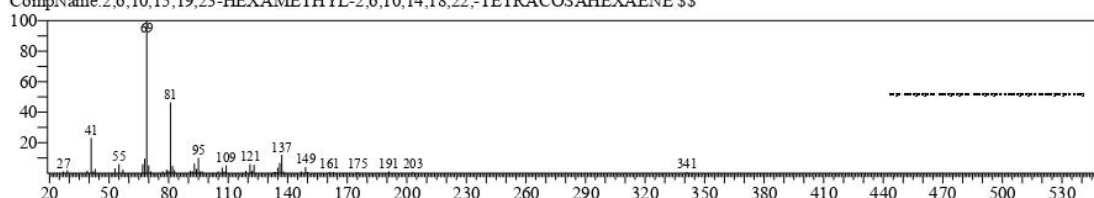
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:289263 Library:WILEY7.LIB

SI:94 Formula:C30 H50 CAS:7683-64-9 MolWeight:410 RetIndex:0

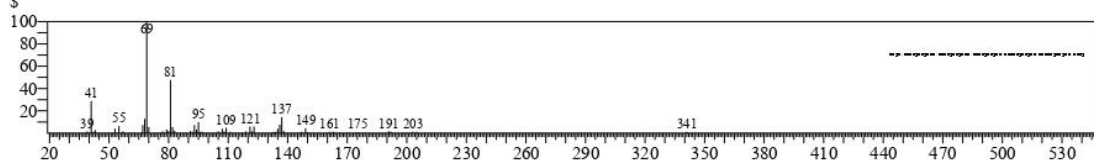
CompName:2,6,10,15,19,23-HEXAMETHYL-2,6,10,14,18,22,-TETRACOSAHEXAENE \$\$



Hit#:2 Entry:289266 Library:WILEY7.LIB

SI:94 Formula:C30 H50 CAS:7683-64-9 MolWeight:410 RetIndex:0

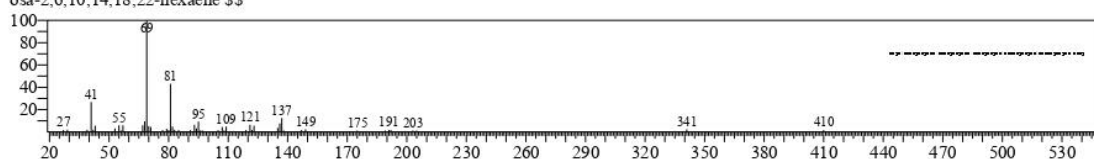
CompName:2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-, (CAS) Squalene \$\$ Skvalen \$\$ Supraene \$\$ Spinacene \$\$ 2,6,10,15,19,23-HEXAMETHYL-2,6,10,14,18,22,-TETRACOSAHEXAENE \$\$ 2,6,10,14,18,22,-TETRACOSAHEXAEN, 2,6,10,15,19,23-HEXAMETHYL- \$ \$



Hit#:3 Entry:289269 Library:WILEY7.LIB

SI:91 Formula:C30 H50 CAS:111-02-4 MolWeight:410 RetIndex:0

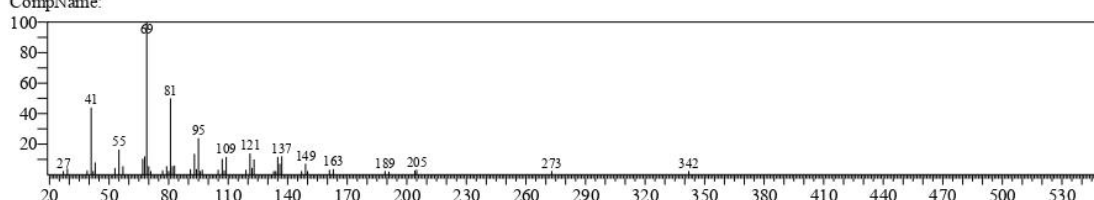
CompName:2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-, (all-E)- (CAS) Squalen \$\$ Supraene \$\$ Squalene \$\$ Spinacen \$\$ Spina cene \$\$ trans-Squalene \$\$ all-trans-Squalene \$\$ 2,6,10,15,19,23-Hexamethyl-2,6,10,14,18,22-tetracosahexaene \$\$ 2,6,10,15,19,23-Hexamethyltetra csa-2,6,10,14,18,22-hexaene \$\$



Hit#:4 Entry:248502 Library:WILEY7.LIB

SI:89 Formula:C25 H42 CAS:75581-03-2 MolWeight:342 RetIndex:0

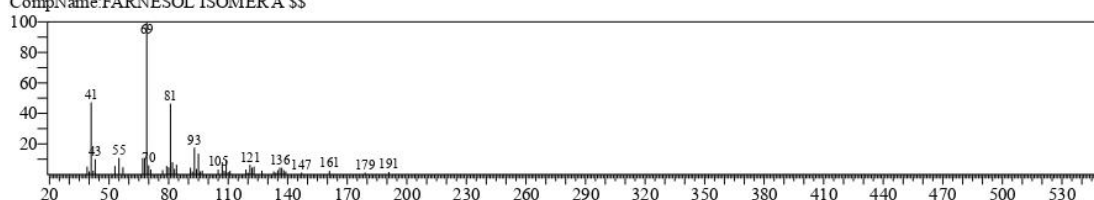
CompName:



Hit#:5 Entry:123362 Library:WILEY7.LIB

SI:89 Formula:C15 H26 O CAS:0-00-0 MolWeight:222 RetIndex:0

CompName:FARNESOL ISOMER A \$\$

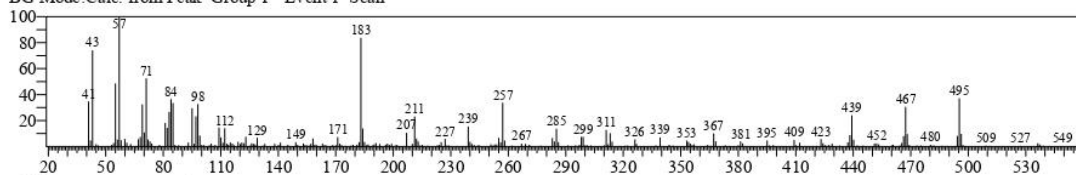


<< Target >>

Line#:14 R.Time:25.565(Scan#:5114) MassPeaks:335

RawMode:Averaged 25.560-25.570(5113-5115) BasePeak:57.05(6667)

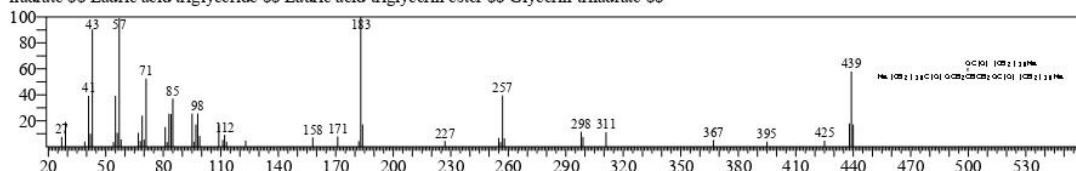
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#1 Entry:331589 Library:WILEY7.LIB

SI:80 Formula:C39 H74 O6 CAS:538-24-9 MolWeight:639 RetIndex:0

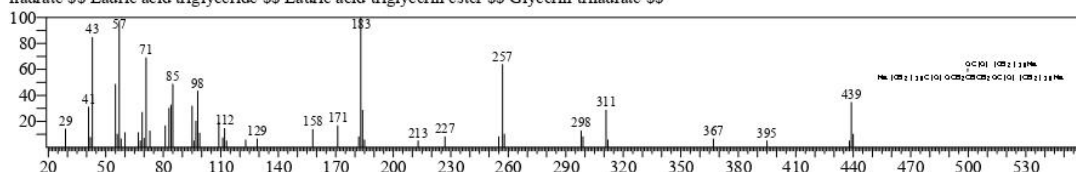
CompName:Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate \$\$



Hit#2 Entry:331588 Library:WILEY7.LIB

SI:80 Formula:C39 H74 O6 CAS:538-24-9 MolWeight:639 RetIndex:0

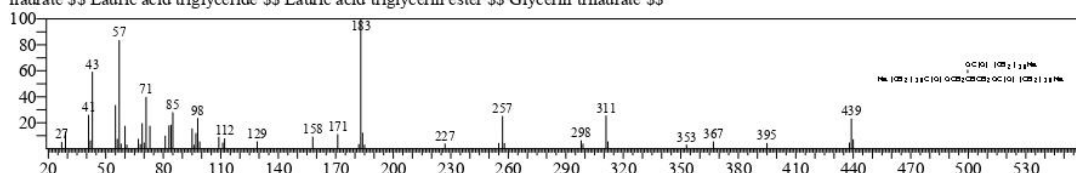
CompName:Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate \$\$



Hit#3 Entry:331587 Library:WILEY7.LIB

SI:76 Formula:C39 H74 O6 CAS:538-24-9 MolWeight:639 RetIndex:0

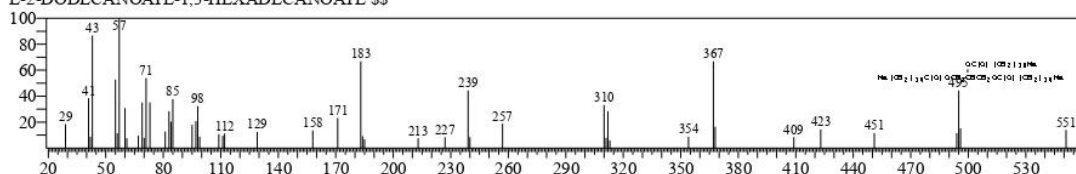
CompName:Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate \$\$



Hit#4 Entry:335628 Library:WILEY7.LIB

SI:74 Formula:C47 H90 O6 CAS:56599-90-7 MolWeight:751 RetIndex:0

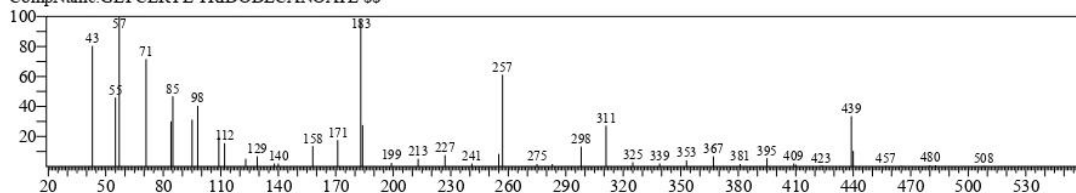
CompName:Hexadecanoic acid, 2-[(1-oxododecyl)oxy]-1,3-propanediyl ester (CAS) GLYCERYL-2-LAURATE-1,3-DIPALMITATE \$\$ GLYCERYL-2-DODECANOATE-1,3-HEXADECANOATE \$\$



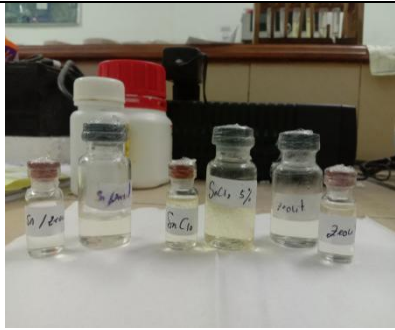
Hit#5 Entry:336354 Library:WILEY7.LIB

SI:73 Formula:C57 H10 O6 CAS:0-00-0 MolWeight:790 RetIndex:0

CompName:GLYCERYL TRIDODECANOATE \$\$



L.10 Dokumentasi penelitian



Hasil akhir reaksi esterifikasi



Hasil proses pengeringan menggunakan oven



Proses penyaringan setelah perendaman menggunakan aquades



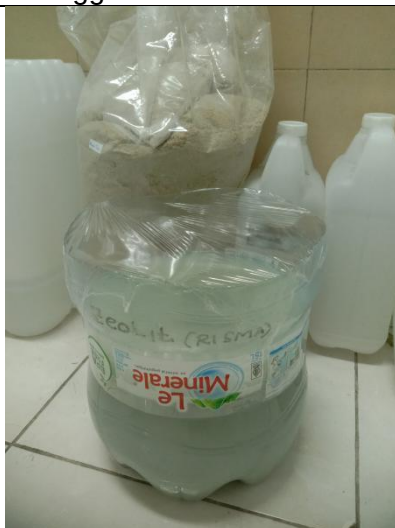
Proses pencucian zeolit setelah proses perendaman menggunakan larutan HF 1%



Asam oleat komersil yang digunakan



Hasil minyak setelah di sentrifuge



Proses pencucian zeolit



Proses perndaman zeolit menggunakan larutan HF 1%



Proses reaksi esterifikasi



Proses pengenceran HF 1 %



Proses pengenceran HF 1 %



Zeolit hasil preparasi