

**AKTIVASI ZEOLIT ALAM MENGGUNAKAN ASAM SULFAT
SEBAGAI KATALIS REAKSI ESTERIFIKASI PEMBUATAN
TRIASETIN**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1**



**Oleh:
Reza Nugraha Atmaja
10630016**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2017**

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR

Hal: Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp.: -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Reza Nugraha Atmaja

NIM : 10630016

Judul Skripsi : Aktivasi Zeolit Alam Menggunakan Asam Sulfat Sebagai Katalis Reaksi Esterifikasi Pembuatan Triasetin

sudah dapat diajukan kembali kepada Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Dengan ini, kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 28 Juli 2017

Pembimbing,



Didik Krisdiyanto, M.Sc.

NIP.:19811111 201101 1 007

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Reza Nugraha Atmaja
NIM : 10630016
Judul Skripsi : Aktivasi Zeolit Alam Menggunakan Asam Sulfat Sebagai Katalis Reaksi Esterifikasi Pembuatan Triasetin

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 28 Juli 2017

Konsultan,



Khamidinal, S.Si., M.Si.

NIP.: 19691104 200003 1 002

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

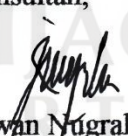
Nama : Reza Nugraha Atmaja
NIM : 10630016
Judul Skripsi : Aktivasi Zeolit Alam Menggunakan Asam Sulfat Sebagai Katalis Reaksi Esterifikasi Pembuatan Triasetin

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 28 Juli 2017
Konsultan,


Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc.
NIP.: 19820329 201101 1 005

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reza Nugraha Atmaja

NIM : 10630016

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “ **Aktivasi Zeolit Alam Menggunakan Asam Sulfat Sebagai Katalis Reaksi Esterifikasi Pembuatan Triasetin**” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 28 Juli 2017



Reza Nugraha Atmaja

NIM.: 10630016

PENGESAHAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1493/Un.02/DST/PP.00.9/08/2017

Tugas Akhir dengan judul : Aktivasi Zeolit Alam Menggunakan Asam Sulfat Sebagai Katalis Reaksi Esterifikasi Pembuatan Triasetin

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : REZA NUGRAHA ATMAJA
Nomor Induk Mahasiswa : 10630016
Telah diujikan pada : Kamis, 10 Agustus 2017
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR


Ketua Sidang




Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 19811111 201101 1 007

Penguji I

Penguji II



Khamidinal, S.Si., M.Si.
NIP. 19691104 200003 1 002



Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc.
NIP. 19820329 201101 1 005

Yogyakarta, 10 Agustus 2017
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi



HALAMAN MOTTO

Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil,
kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik.

(Evelyn Underhill)

Belajarlah dimanapun kita berada karena ilmu dapat datang dari mana
saja

(Reza)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan bangga, karya kecil ini
kupersembahkan untuk almamater tercinta
Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi *Rabbul'alamin* yang telah memberi kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul “**Aktivasi Zeolit Alam Menggunakan Asam Sulfat Sebagai Katalis Reaksi Esterifikasi Pembuatan Triasetin**”

ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan do'a, dorongan, semangat dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Dr. Murtono, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Maya Rahmayanti, S.Si.,M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
3. Didik Krisdiyanto,S.Si., M.Sc sebagai pembimbing skripsi yang secara ikhlas dan sabar telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan dan memotivasi penyusun dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Susy Yunita Prabawaty, S.Si.,M.Si.selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
5. Seluruh dosen yang telah memberikan ilmunya kepada penyusun dengan sabar dan ikhlas.

6. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
7. Orang tuaku tercinta Bapak dan Ibu. Terima kasih yang setulus-tulusnya atas kasih sayang, cinta, doa, bimbingan, semangat dan pengorbanan yang telah engkau berikan untuk dapat tersusunnya skripsi ini. Adik-adikku tersayang yang selalu memberikan semangat dan keceriaan. Kalian adalah penyemangat dalam hidupku. Serta seluruh keluarga besar yang telah senantiasa mendukung dan mendoakan akan kelancaran studiku.
8. Orang yang dari awal setia dan tidak bosan-bosan memberikan semangat, doa, nasehat serta menemani disaat-saat dalam keadaan suka maupun duka.
9. Teman-teman di kelas kimia angkatan 2010 UIN Sunan Kalijaga atas saran dan bantuannya.
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat penulis harapkan. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus.

Yogyakarta, April 2017

Reza Nugraha Atmaja
10630016

DAFTAR ISI

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
PENGESAHAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	4
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Landasan Teori.....	9
C. Hipotesis.....	28
D. Rancangan Penelitian.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
A. Waktu dan Tempat Penelitian	30
B. Alat-alat Penelitian.....	30
C. Bahan-bahan Penelitian.....	30
D. Cara Kerja Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
A. Karakterisasi Katalis Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat.....	33
B. Analisis Hasil Esterifikasi Gliserol dengan Anhidrida Asam Asetat Menggunakan Katalis Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat.....	44
C. Efektivitas Katalis Silika Sulfat	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
A. Kesimpulan	50

B. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Reaksi esterifikasi dengan katalis asam	16
Gambar 2. 2 Mekanisme reaksi esterifikasi	17
Gambar 2. 3 Reaksi transesterifikasi biodiesel	17
Gambar 2. 4 Reaksi esterifikasi pembentukan triasetin	18
Gambar 4. 1 Hasil spektra zeolit alam dan zeolit alam teraktivasi asam sulfat	34
Gambar 4. 2 Difraktrogram sinar x zeolit alam dan zeolit alam teraktivasi asam sulfat	38
Gambar 4. 3 Pertukaran ion antara proton H dari mineral asam atau ammonium klorida dengan kation natrium	43
Gambar 4. 4 Kromatogram produk reaksi esterifikasi	44
Gambar 4. 5 Spektra MS dari triasetin	45
Gambar 4. 6 Rumus struktur kimia triasetin	45
Gambar 4. 7 Fregmentasi triasetin	46
Gambar 4. 8 Mekanisme reaksi esterifikasi pembentukan monoasetin	46
Gambar 4. 9 Diagram efektivitas katalis terhadap konversi gliserol	48
Gambar 4. 10 Diagram selektivitas triasetin	49

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Zeolit Alam	11
Tabel 2.2 Daerah vibrasi inframerah struktur kerangka zeolit.....	21
Tabel 4. 1 Interpertasi spektra FTIR zeolit alam.....	35
Tabel 4. 2 Interpertasi puncak difraksi pada zeolit alam	39
Tabel 4. 3 Interpertasi puncak difraksi pada zeolit alam teraktivasi asam sulfat	39
Tabel 4. 4 Keasamaan Katalis.....	41



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Keasaman Katalis	55
Lampiran 2 Perhitungan Nilai Konvesi Gliserol.....	56
Lampiran 3 Perhitungan Nilai Selektivitas Triasetin	59
Lampiran 4 Spektra FT-IR Katalis.....	60
Lampiran 5 Hasil kromatogram GC dari esterifikasi sintesis triasetin ...	62
Lampiran 6 Hasil kromatogram GC-MS dari esterifikasi sintesis triasetin.....	63
Lampiran 7JCPDS.....	65

AKTIVASI ZEOLIT ALAM MENGGUNAKAN ASAM SULFAT SEBAGAI KATALIS REAKSI ESTERIFIKASI PEMBUATAN TRIASETIN

Reza Nugraha Atmaja

10630016

ABSTRAK

Telah di sintesis katalis zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) untuk reaksi esterifikasi gliserol dengan asam asetat anhidrat. Reaksi esterifikasi gliserol dengan asam asetat anhidrat tersebut dilakukan untuk mengkonversi gliserol menjadi triasetin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4), mengetahui potensi zeolit alam jika digunakan sebagai katalis dalam reaksi esterifikasi untuk mengkonversi gliserol pada sintesis triasetin serta mengetahui selektivitas sintesis triasetin dari reaksi esterifikasi menggunakan gliserol dan asam asetat anhidrat dengan katalis zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4). Percobaan ini dilakukan dengan perbandingan gliserol : asam asetat anhidrat sebesar 1 : 6 menggunakan katalis zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) dengan berat katalis 5% dari berat gliserol, reaksi esterifikasi gliserol dengan asam asetat anhidrat dilakukan selama 4 jam dan pada suhu reaksi $115^\circ C$.

Hasil analisa menggunakan FT-IR dan XRD terhadap katalis menunjukkan bahwa katalis yang di sintesis berupa zeolit alam teraktivasi asam berjenis mordenit. Sedangkan hasil analisa terhadap produk esterifikasi menggunakan GC-MS menunjukkan adanya produk triasetin. Penggunaan zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) sebagai katalis dapat mengkonversi gliserol sebesar 76 %, sedangkan untuk katalis zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) dapat memberikan nilai selektifitas triasetin sebesar 100%. Pengaruh keasaman katalis zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) 2N, 4N dan 6N tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai konversi.

Kata kunci: Gliserol, triasetin, asam asetat anhidrat, konversi gliserol dan selektivitas triasetin

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Zeolit alam Indonesia merupakan komoditi yang sangat melimpah dan sampai saat ini terus diupayakan pemanfaatannya pada berbagai bidang. Zeolit merupakan material berpori dan memiliki beberapa kandungan mineral dominan (SiO_4 dan AlO_4). Zeolit memiliki bentuk kristal yang sangat teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah yang menyebabkan luas permukaan zeolit sangat besar (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

Zeolit alam mempunyai cukup banyak pori-pori yaitu 30% lebih dari volumenya. Namun zeolit alam tanpa dimodifikasi (diaktivasi) terlebih dahulu, bila dimanfaatkan memberikan hasil yang kurang maksimal. Untuk meningkatkan kemampuan zeolit alam maka perlu dilakukan aktivasi secara kimia dengan menggunakan larutan basa ataupun asam. Hal ini telah didukung oleh beberapa hasil penelitian, yakni Kumar, dkk. (1995), telah melakukan modifikasi (aktivasi) tanah lempung dengan asam mineral asam sulfat (H_2SO_4). Hasilnya dapat meningkatkan beberapa sifat fisik dan kimianya seperti keasaman permukaan dan porositasnya sehingga lebih efektif sebagai adsorben ataupun katalis.

Penelitian yang dilakukan Widjanarko dkk. (2003), menunjukkan bahwa aktivasi alofan dengan asam sulfat (H_2SO_4) dan natrium hidroksida (NaOH) dapat meningkatkan luas permukaan dan keasaman alofan. Mengingat alofan merupakan material berpori dan memiliki beberapa kandungan mineral dominan

(SiO_2 dan Al_2O_3) yang sama dengan zeolit dan tanah lempung, maka kemungkinan juga kapasitas zeolit alam sebagai adsorben dan katalis dapat ditingkatkan dengan aktivasi larutan asam kuat atau basa kuat. Untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan aktivasi zeolit alam dengan asam sulfat (H_2SO_4), yang selanjutnya diaplikasikan sebagai katalis pada proses esterifikasi gliserol menggunakan anhidrida asam asetat untuk mensintesis triasetin gliserol.

Gliserol merupakan produk samping dari biodiesel dari proses transesterifikasi untuk memperoleh metil ester. Pada tahun 2015 dihasilkan gliserol 150.000 kilo liter kemudian target tahun 2025 akan menjadi tiga kali lipat dari tahun 2010 yaitu 470.000 kilo liter. Peningkatan jumlah gliserol yang tidak diiringi dengan diversifikasi dari produk gliserol tidak akan menambah nilai jual dari gliserol tersebut. Untuk ini perlu adanya pengolahan gliserol menjadi menjadi produk lain yang lebih bernilai ekonomi. Sebagai produk samping industri biodiesel, gliserol belum banyak diolah sehingga nilai jualnya masih rendah. Oleh karena itu perlu pengolahan terhadap gliserol agar dapat menjadi produk yang lebih bernilai jual tinggi dan lebih banyak manfaatnya. Diantaranya adalah dengan membuat turunan gliserol melalui proses esterifikasi, salah satu produk esterifikasi gliserol adalah triasetin. Kegunaan triasetin sangat banyak baik untuk keperluan bahan makanan maupun non makanan. Untuk bahan makanan, triasetin dapat digunakan sebagai bahan aroma pada permen (gula-gula), minuman dari susu, minuman ringan dan permen karet. Sedangkan untuk bahan non makanan triasetin dapat digunakan untuk pelarut pada parfum, tinta cetak, pelarut pada aroma, plastisizer untuk resin selulosa, polimer dan ko-polimer (Nuryoto dkk., 2010).

Triasetin dibuat dari proses esterifikasi antara gliserol dan asam asetat dengan bantuan katalis. Selain produk triasetin, produk lain yang terbentuk pada proses esterifikasi gliserol dengan asam asetat adalah mono asetin gliserol dan diasetin gliserol. Silva dkk (2010) telah melakukan penelitian untuk membandingkan reaksi esterifikasi gliserol antara menggunakan asam asetat dan asam asetat anhidrat. Dalam penelitiannya dijelaskan untuk kondisi yang sama (katalis niobium phosphate, rasio 4 : 1), esterifikasi gliserol menggunakan asam asetat anhidrat memberikan selektivitas yang tinggi terhadap triasetin (100% pada 80 menit) dibandingkan dengan asam asetat (7% pada 120 menit). Selain itu, pada penelitian Silva ini juga memberikan informasi mengenai pengaruh penggunaan beberapa katalis yang digunakan dalam reaksi esterifikasi menggunakan asam asetat anhidrat dan asam asetat.

Terkait penelitian sebelumnya mengenai reaksi esterifikasi dengan asam asetat secara umum menggunakan katalis heterogen (Balaraju dkk, 2010; Khayoon dan Hameed, 2011). Oleh karena itu penelitian selanjutnya mencoba menggunakan katalis homogen seperti yang dilakukan oleh widayat dkk (2013), dengan menggunakan katalis asam sulfat karena unggul dalam sifat higroskopiknya yang dapat menyerap air, sehingga reaksi esterifikasi berjalan kearah produk. Dari hasil penelitian ini dengan menggunakan pereaksi gliserol dan asam asetat 1 : 7 suhu 120°C, waktu 50 menit didapatkan nilai konversi sebesar 67,6% dan selektivitas sebesar 25%. Penggunaan katalis homogen mempunyai kelemahan yaitu katalis sulit untuk dipisahkan dengan produk setelah reaksi. Solusi yang dapat dilakukan diantaranya dengan menggunakan bantuan

material penyangga untuk tempat substitusi dopan/ situs aktif (dalam hal ini dopan berupa asam sulfat). Penelitian ini material penyangga yang dipilih adalah zeolit alam karena zeolit merupakan material berpori yang pengguannya sangat luas. Penggunaan katalis zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) akan digunakan dalam reaksi esterifikasi gliserol menggunakan asam asetat anhidrat.

B. Batasan Masalah

Beberapa batasan perlu diberikan agar permasalahan yang akan dibahas menjadi terarah, batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Zeolit alam yang digunakan untuk membuat katalis zeolit asam berasal dari Wonosari Gunung Kidul.
2. Aktivasi zeolit alam dengan larutan asam sulfat (H_2SO_4) 2N, 4N dan 6N.
3. Uji aktivitas katalis zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) dilakukan dengan cara uji terhadap konversi gliserol dari reaksi esterifikasi gliserol menggunakan asam asetat anhidrat.
4. Karakterisasi gugus fungsional zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red (FT-IR), kristalinitas zeolit alam teraktivasi asam sulfat menggunakan X-ray Diffraction (XRD) dan keasaman menggunakan metode gravimetri.
5. Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh jumlah asam sulfat (H_2SO_4) dalam katalis zeolit sulfat dan waktu pereaksian terhadap konversi gliserol terhadap proses sintesis triasetin dari gliserol.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan pada latar belakang di atas, maka masalah-masalah tersebut dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik gugus fungsional, jenis mineral dan keasamaan zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4)?
2. Bagaimana zeolit alam teraktivasi asam sulfat jika digunakan sebagai katalis dalam sintesis triasetin dari gliserol?
3. Bagaimanakah pengaruh jumlah asam sulfat (H_2SO_4) dalam katalis zeolit asam terhadap konversi gliserol dari reaksi esterifikasi menggunakan asam asetat anhidrat?

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai beberapa tujuan, antara lain :

1. Mengetahui karakteristik gugus fungsional, jenis mineral dan keasamaan zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4).
2. Mengetahui zeolit alam teraktivasi asam sulfat jika digunakan sebagai katalis dalam reaksi esterifikasi untuk mengkonversi gliserol pada sintesis triasetin.
3. Mengetahui selektivitas sintesis triasetin dari reaksi esterifikasi menggunakan gliserol dan asam asetat anhidrat dengan katalis zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4).

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat di antaranya:

1. Bagi Mahasiswa

Memberikan informasi dan referensi tentang pemanfaatan zeolit alam sebagai bahan dasar pembuatan katalis zeolit asam, serta memberi informasi tentang tahap esterifikasi menggunakan asam asetat anhidrat dalam sintesis triasetin.

2. Bagi Akademik

Menambah referensi di bidang penelitian kimia khususnya tentang pemanfaatan zeolit alam sebagai bahan dasar pembuatan katalis zeolit asam, serta tentang tahap esterifikasi menggunakan asam asetat anhidrat dalam sintesis triasetin.

3. Bagi Masyarakat

Menaikkan nilai guna zeolit alam dan mengurangi masalah penumpukan gliserol sebagai produk samping biodisel, serta dapat meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomi gliserol dengan mengubahnya menjadi triasetin.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang diperoleh dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometri infra merah (FT-IR) menunjukkan bahwa zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) mengalami dealuminasi pada padatan zeolit yang menyebabkan terjadi pengurangan Al-O pada kerangka zeolit alam. Hal ini membuktikan bahwa padatan zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) lebih bersih dari pengotor.

Hasil karakterisasi dengan difraksi sinar x (XRD) menunjukkan bahwa zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) cenderung terdapat difraksi karakteristik untuk mineral mordenit.

zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) 2N, 4N dan 6N menunjukkan kenaikan jumlah keasamaan menjadi 4,5248; 5,3476 dan 6,0852 mmol/gram.

2. Katalis zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) cukup efektif sebagai katalis reaksi esterifikasi gliserol, karena pada reaksi tersebut dapat mengkonversi gliserol sekitar 76 %.

3. Katalis zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) dapat menghasilkan nilai selektivitas sekitar 100 % pada sintesis triasetin dari esterifikasi gliserol dengan asam asetat anhidrat.

B. Saran

Saran yang perlu dilakukan untuk mengembangkan penelitian ini adalah perlu dilakukannya perbandingan antara reaksi esterifikasi gliserol dengan asam asetat anhidrat dan dengan menggunakan asam asetat untuk katalis yang sama yaitu zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4). Selain itu perlu pula dilakukan penelitian tentang pengaruh zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H_2SO_4) terhadap kinetika reaksi dari reaksi esterifikasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, S.B dkk. 2009. *X-Ray Diffractometer*. Surakarta: Jurusan Teknik Kimia.
- Ari, E.P, Anggra W dan Widayat. 2012. Potensi Gliserol Dalam Pembuatan Turunan Gliserol Melalui Proses Esterifikasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 1. hal 26-31.
- Appleby, D. 2003. *The impact of biodiesel production on the glycerine market*. Oral presentation of Procter & Gamble at American Oil Chemist Society, Champain, Illinois.
- Balaraju. M, P. Nikhitha, K. Jagadeeswaraiyah, K. Srilatha, P.S. Sai Prasad, N. Lingaiah., 2010. *Acetylation of Glycerol to Synthesize Bioadditives over niobic acid Supported*.
- Barrault, J., Pouilloux, Y., Clacens, J. M., Vanhove, C., Bancquart, S. 2002. Catalysis and fine chemistry, *Catalysis Today* ,75, 177–181.
- Beiser, Arthur. 1995. *Concepts of Modern Physics*. 3rd Edition. Jakarta: Erlangga.
- Budiman, A., 2012, *Seminar Nasional “Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri”*, UGM.
- Chang, R. ,2010. *Chemistry, Tenth Edition*, Published by McGraw-Hill,.Pp 594 - 599
- Chatwall,G. 1985. *Spectroscopy Atomic and Molecule*.Bombay :Himalaya Publishing House
- Cheetam, D., A., 1992, *Solid State Compound*, Oxford university press, 234-237
- Day. R.A.JR dan Underwood. L.U. 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi keenam. Jakarta : Erlangga
- Diantariani, N.P., 2010, *Peningkatan Potensi Batu Padas Ladgenstone Sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III) Dalam Air Melalui Aktivitas Asam dan Basa*, FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.
- Dyer, A., 1988, *An Introduction to Zeolite Molecular Sieves*, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, England
- Endang Tri wahyuni. 2003. *Hand Out Metode Difraksi Sinar-X*. Yogyakarta: Laboratorium Kimia Analitik. FMIPA; Universitas Gajah Mada
- Ertan, A., and Ozkan, 2005, *CO2 and N2 Adsorption on the Acid (HCl, HNO3, H2SO4, and H3PO4) Treated Zeolites*. Adsorption, Vol 11, 151-156
- Fatimah, I. 2013. *Kinetika Kimia*. Edisi Pertama. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Fessenden, R.J.J.S.F. (1986) ‘*Organic Chemistry*’, third edition, California: Wadsworth Inc., California.

- Folletto, E.L., Ederson, G., Leonardo, H. O., Sergio, J., 2006, *Conversion of Rice Hull Ash Into Sodium Silicate. Material Research, vol 9, No 3,335 – 338, Brazil.*
- Frenzer, G and Maier, W. F. 2006. Amorphorous Pourous Mixed Oxides : Sol-Gel Ways to a Highly Versatile Class of Materials and Catalysts. *Annual Review of Materials Reseach.* 36. pp 281-331.
- Hamdan, H., 1992, *Introduction to Zeolites: Synthesis, Characterization, and Modification*, Universiti Teknologi Malaysia, Penang
- Harmita. 2006. *Analisis Fisika Kimia*. Jakarta: Departemen Farmasi FMIPA-UI
- Khadijeh. B., Ghoreishidan Mohd. A.Y. 2013. Sol-gel Sulfated Silica as a Catalyst for Glycerol Acetylation with Acetic Acid. *Journal of Science and Technology*. Hal. 65-78.
- Khayoon, M. S.; Hameed, B. H., *Acetylation of glycerol to biofuel additives over sulfated activated carbon catalyst, BioresourceTechnology, 2011, 102(19), 9229–9235.*
- Khopkar. S.M. 2003. *Konsep-Konsep Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press
- Kumar, P., Jasra, RV., and Bhat, TSG, 1995, *Evolution of Porosity and Surface Acidity in Montmorillonite Clay on Acid Activation, Ind. Eng. Chem. Res., 34 (4): 1440-1448*
- Liao. Xiaoyuan, Yulei Zhu, Sheng-Guang Wang, Hongmei Chen, Yongwang Li., 2010. *Theoretical Elucidation of acetylating Glycerol With Acetic Acid and Acetic Anhydride.*
- Madejova, J. 2003. Review: *FTIR Techniques in Clay Mineral Studies, Vibrational Spectroscopy.* 31, 1-10
- Moffat, J. B. 1990. *Theoretical Aspects of Heterogeneous Catalysis*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Nasikin. M dan Susanto. B.H . 2010. *Katalis Heterogen*. Edisi Pertama. Jakarta: UI-Press
- Nurjanto, P., 2011, *Sintesis Silika Gel dari Pelepah Pohon Salak Pondoh dengan Metode Sol-Gel Menggunakan NaOH dan HCl*, Skripsi, Yogyakarta : Fak. Saintek UIN Sunan Kalijaga.
- Nuryoto, Sulistyono, H., Rahayu S.S., Sutijan., 2010. *Uji Performa Katalisator Resin Penukar Ion Untuk Pengolahan Hasil Samping Pembuatan Biodiesel Menjadi Triacetin*. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses 2010.
- Sastrohamidjojo, H. 2004. *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Setiadi dan Pertiwi, A., 2007, *Preparasi dan Karakterisasi Zeolit Alam untuk Konversi senyawa ABE menjadi Hidrokarbon, Prosiding Kongres dan Simposium Nasional Kedua MKICS, ISSN : 0216-4183, 1-4*

- Setyawan P.H.D., 2002, *Pengaruh Perlakuan Asam, Hidrotermal dan Impregnasi Logam Kromium Pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis*, *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol. 3 No.2, Juli 2002.
- Sherrington, D. C., and A. P. Kybett, 2001, *Supported Catalysts and Their Application*, Royal Society of Chemistry. London, 61-65
- Shigemoto, N, Sugiyama, S, Hayashi, H, and Miyaura, K. 1995. *Characterization of Na-X, Na-A and Coal Fly Ash Zeolite and Their Amorphous Precursors by IR, MAS NMR and XPS*, *J. Mater. Sci.* 30, 5777-5782
- Silva. Leonardo N, Valter L.C, Goncalves, Claudio J.A. Mota., 2010. *Catalytic Acetylation of Glycerol With Acetic Anhydride*.
- Smith, K., 1992, *Solid Support and Catalyst in Organic Synthesis*, Ellis Horwood PTR, Prentice Hall, London.
- Sumar Hendayana. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang; IKIP Semarang Press
- Sunardi, S.P. (2006) '116 Unsur Kimia Deskripsi dan Pemanfaatannya', Yrama Widya.
- Sutarti, M. dan M. Rachmawati, 1994, *Zeolit: Tinjauan Literatur*, Jakarta: Pusat dokumentasi dan dan Informasi LIPI.
- Suyartono & Husaini, 1991, *Tinjauan Terhadap Kegiatan Penelitian Karakteristik dan Pemanfaatan Zeolit Indonesia yang Dilakukan P3TM Periode 1980-1991*. Bandung: Pusat Penelitian Pengembangan Teknologi Mineral
- Tomiyama, S., Takahashi, R., Sato, S., Sodesawa, T., Yoshida, S. 2003. Preparation of Ni/SiO₂ Catalyst with High Thermal Stability for CO₂-reforming of CH₄. *Applied Catalyst A: General*. 241. pp. 349-361.
- Valter L.C. Goncalves, Bianca P. Pinto, Joaõ C. Silva dan Claudio J.A. Mota. 2008. Acetylation of glycerol catalyzed by different solid acids. *Catalysis Today*. Vol. 133-135. Hal. 673-677.
- Widayat, Hantoro Satriadi, Abdullah, Ika Windrianto K. Handono. 2013. *Proses Produksi Triasetat dari Gliserol dengan Katalis Asam Sulfat*.
- Widjonarko, DM., Pranoto., dan Cristina, Y., 2003, *Pengaktifan H₂SO₄ dan NaOH Terhadap Luas Permukaan dan Keasaman Alofan*, *Alchemy*
- Xiaoyuan Liao, Yulei Zhu, Sheng-Guan Wang, Yongwang Li. 2009. *Producing Triacetyl glycerol with Glycerol by Two Steps : Esterification and Acetylation*.
- Yuanita, D., 2009, *Hidrogenasi Katalitik Metil Oleat Menjadi Stearil Alkohol Menggunakan Katalis Ni/Zeolit Alam*, Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY.
- Zahrul.M. 2012. Chemical Kinetics for Synthesis of Triacetin from Biodiesel Byproduct. *International Journal of Chemistry*. No. 2. Vol. 4. Hal. 101-107.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Keasaman Katalis

1. Hasil Pengukuran Grafimetri Katalis

Katalis	m.cawan (W0) (gr)	m.cawan+zeolit (W1) (gr)	m.cawan+zeolit+ammonia (W2) (gr)	Keasaman (mmol/gr)
ZA	28,54	28,83	28,85	4,0567
ZAA 2N	23,52	23,78	23,80	4,5248
ZAA 4N	25,88	26,10	26,12	5,3476
ZAA 6N	27,47	27,76	27,79	6,0852

2. Perhitungan Keasaman Katalis

$$W \text{ NH}_3 \text{ (Keasaman Katalis)} = \frac{(W2-W1)}{(W1-W0) \times Mr_{\text{NH}_3}} \times 1000 \text{ mmol/gram}$$

a. Katalis ZA

$$W \text{ NH}_3 \text{ (Keasaman katalis)} = \frac{(28,85-28,83)}{(28,83-28,54) \times 17} \times 1000 = 4,0567 \text{ mmol/gram}$$

b. Katalis ZAA 2N

$$W \text{ NH}_3 \text{ (Keasaman katalis)} = \frac{(23,80-23,78)}{(23,78-23,52) \times 17} \times 1000 = 4,5248 \text{ mmol/gram}$$

c. Katalis ZAA 4N

$$W \text{ NH}_3 \text{ (Keasaman katalis)} = \frac{(26,12-26,10)}{(26,10-25,88) \times 17} \times 1000 = 5,3476 \text{ mmol/gram}$$

d. Katalis ZAA 6N

$$W \text{ NH}_3 \text{ (Keasaman katalis)} = \frac{(27,79-27,76)}{(27,76-27,47) \times 17} \times 1000 = 6,0852 \text{ mmol/gram}$$

Lampiran 2 Perhitungan Nilai Konvesi Gliserol

1. Hasil Titration Produk Reaksi Esterifikasi menggunakan NaOH 1M

Katalis	Volume NaOH 1 M (mL)		Rata-rata (mL)	Mol NaOH(mol)
	Tit 1	Tit 2		
ZAA 2N	8,9	9,1	9	0,009
ZAA 4N	9,3	9,1	9,2	0,0092
ZAA 6N	10,1	10,2	10,15	0,01015

2. Menghitung Mol Anh. Asam Asetat Sisa Dan Gliserol yang Bereaksi.

Jika massa awal Gliserol adalah 5 mL, maka :

$$\text{Mol awal Gliserol} = \frac{\text{Massa Gliserol}}{\text{Mr Gliserol}} = \frac{5\text{mL} \times 1,26}{92 \text{ g/mol}} = 0,0685 \text{ mol}$$

Jika massa awal Anh. Asam asetat adalah 30 mL, maka :

$$\text{Mol awal Anh As. Asetat} = \frac{\text{Massa anh.as.asetat}}{\text{Mr anh.as.asetat}} = \frac{30\text{mL} \times 1,08}{102,08 \text{ g/mol}} = 0,317 \text{ mol}$$

Reaksi 1 (Reaksi antara NaOH dan Anh. Asam Asetat):



Jika mol Anh. Asam Asetat sisa = $\frac{1}{2}$ mol NaOH, jika jumlah mol sisa dari spesies 3 anh. Asam asetat dan 3 asam asetat (produk samping) :

Reaksi 2 (Reaksi Esterifikasi):

Katalis ZAA 2N

	Gliserol	+ 3Anh.Asam asetat	→	Triasetat	+ 3Asam Asetat
Awal :	0,0685 mol	0,317 mol		---	---
Bereaksi :	0,05208 mol	0,156 mol		0,0165 mol	0,156mol
Setimbang:	0,0165 mol	0,0045 mol		0,0165 mol	

Maka mol gliserol yang bereaksi adalah 0,05208 mol.

Katalis ZAA 4N

	Gliserol	+ 3Anh.Asam Asetat	→	Triasetat	+ 3Asam Asetat
Awal :	0,0685 mol	0,317 mol		---	---
Bereaksi :	0,05206 mol	0,1562 mol		0,01643 mol	0,1562 mol
Setimbang:	0,01643 mol	0,0046 mol		0,01643 mol	

Maka mol gliserol yang bereaksi adalah 0,052066 mol.

Katalis ZAA 6N

	Gliserol	+ 3Anh.Asam Asetat	→	Triasetat	+ 3 Asam Asetat
Awal :	0,0685 mol	0,317 mol		---	---
Bereaksi :	0,051987 mol	0,15596 mol		0,01651 mol	0,15696 mol
Setimbang:	0,01651 mol	0,005075 mol		0,01651 mol	

Maka mol gliserol yang bereaksi adalah 0,051987 mol.

Langkah tersebut digunakan untuk menghitung mol gliserol dan didapatkan hasil:

Katalis	Mol Anh. Asam Asetat Sisa (mol)	Mol Gliserol yang bereaksi (mol)
ZAA 2N	0,0045	0,05208
ZAA 4N	0,0046	0,052066
ZAA 6N	0,005075	0,051987

3. Perhitungan Nilai Konversi Gliserol

$$\text{Konversi Gliserol (\%)} = \frac{\text{Mol Gliserol yang bereaksi}}{\text{Mol Gliserol awal}} \times 100\%$$

a. Katalis ZAA 2N:

$$\text{Konversi Gliserol (\%)} = \frac{0,05208}{0,0685} \times 100\% = 76,03 \%$$

b. Katalis ZAA 4N:

$$\text{Konversi Gliserol (\%)} = \frac{0,52066}{0,0685} \times 100\% = 76,01 \%$$

c. Katalis ZAA 6N:

$$\text{Konversi Gliserol (\%)} = \frac{0,051987}{0,0685} \times 100\% = 75,766\%$$

Lampiran 3 Perhitungan Nilai Selektivitas Triasetin

1. Konsentrasi Triasetin dari produk reaksi menggunakan katalis zeolit alam teraktivasi asam sulfat (H₂SO₄) hasil instrumentasi GC

Katalis	KonsentrasiTria setin (%)	Totalkonsentrasi produk (%)	Selektivitas (%)
ZAA 2N	37,1877	37,1877	100
ZAA 4N	34,6218	34,6218	100
ZAA 6N	34,3676	34,3676	100

2. Perhitungan Selektivitas Triasetin (%)

$$\text{Selektivitas Triasetin (\%)} = \frac{\text{KonsentrasiProduk yang dicari}}{\text{TotalKonsentrasiProduk}}$$

- a. Katalis ZAA 2N

$$\text{Selektivitas Triasetin (\%)} = \frac{37,1877}{37,1877} \times 100\% = 100\%$$

- b. Katalis ZAA 4N

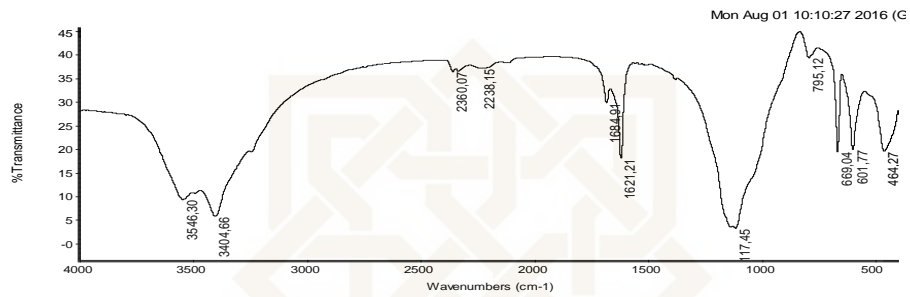
$$\text{Selektivitas Triasetin (\%)} = \frac{34,6218}{34,6218} \times 100\% = 100\%$$

- c. Katalis ZAA 6N

$$\text{Selektivitas Triasetin (\%)} = \frac{34,3676}{34,3676} \times 100\% = 100\%$$

Lampiran 4 Spektra FT-IR Katalis

ZAA 2N



Collection time: Mon Aug 01 09:30:49 2016 (GMT+0)

Mon Aug 01 10:10:26 2016 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *0384-1 1

Region: 4000,00 400,00

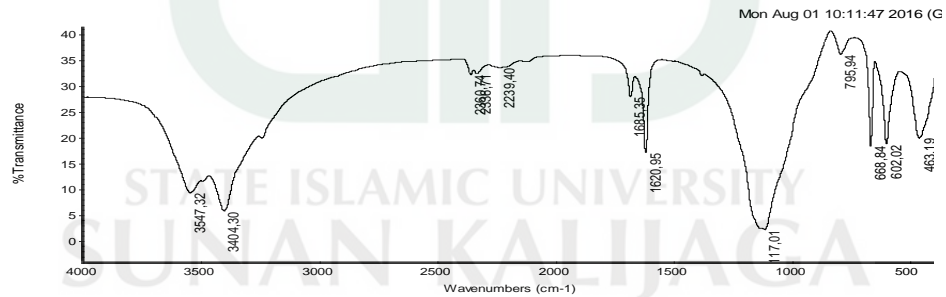
Absolute threshold: 46,089

Sensitivity: 70

Peak list:

Position:	Intensity:
1117,45	3,040
3404,66	5,542
3546,30	9,125
1621,21	17,877
669,04	19,340
464,27	19,389
601,77	19,767
1684,91	29,684
2360,07	36,325
2238,15	37,017
795,12	39,284

ZAA 4N



Collection time: Mon Aug 01 09:34:53 2016 (GMT+0)

Mon Aug 01 10:11:45 2016 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *0384-2 2

Region: 4000,00 400,00

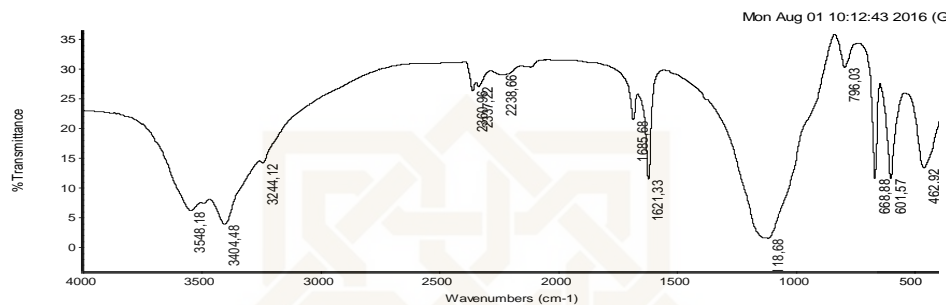
Absolute threshold: 41,769

Sensitivity: 70

Peak list:

Position:	Intensity:
1117,01	2,023
3404,30	5,642
3547,32	9,154
1620,95	16,986
668,84	18,249
602,02	18,632
463,19	19,828
1685,35	27,797
2360,74	32,151
2336,71	32,313
2239,40	33,489
795,94	36,073

ZAA 6N



Collection time: Mon Aug 01 09:39:18 2016 (GMT+0)

Mon Aug 01 10:12:40 2016 (GMT+07:00)

FINN PEAKS: -0384-3-3

Spectrum: 4000.00

Region: 4000.00

Absolute threshold: 36.754

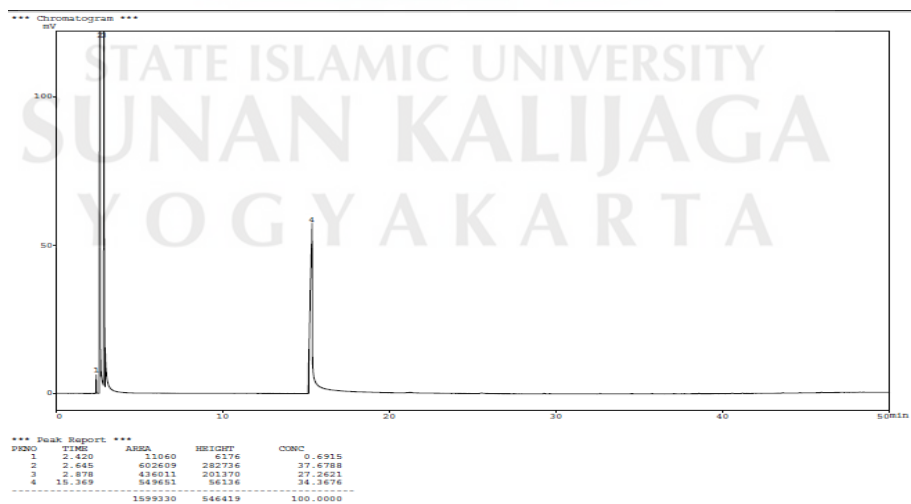
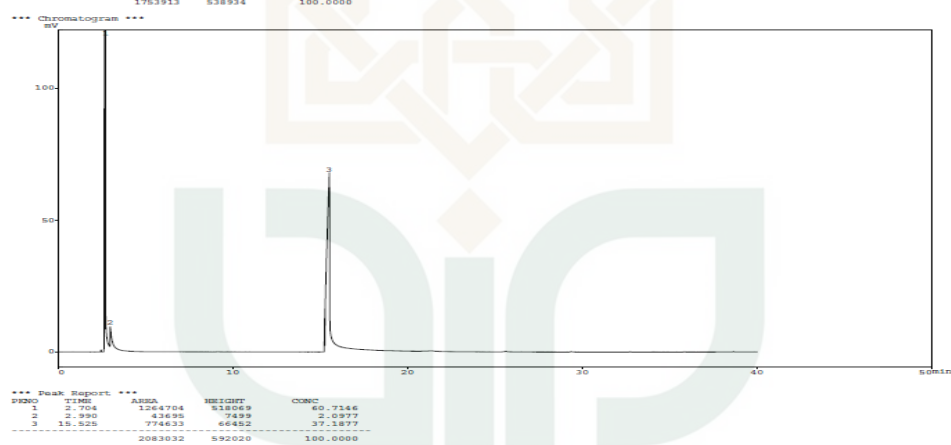
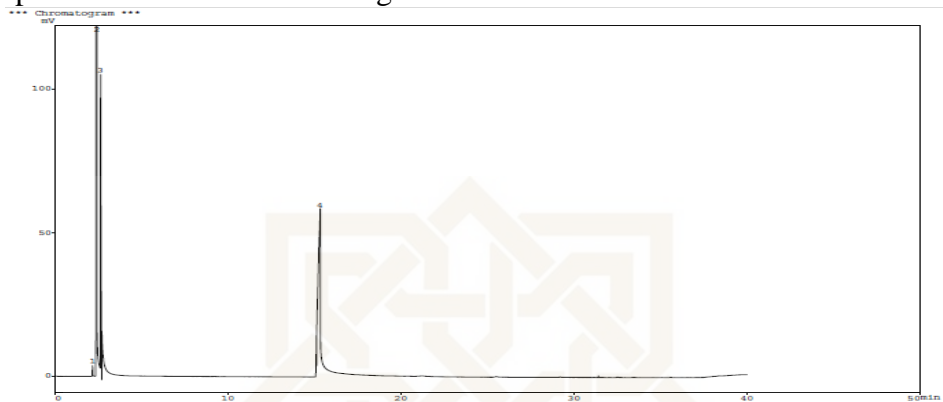
Sensitivity: 70

Peak list:

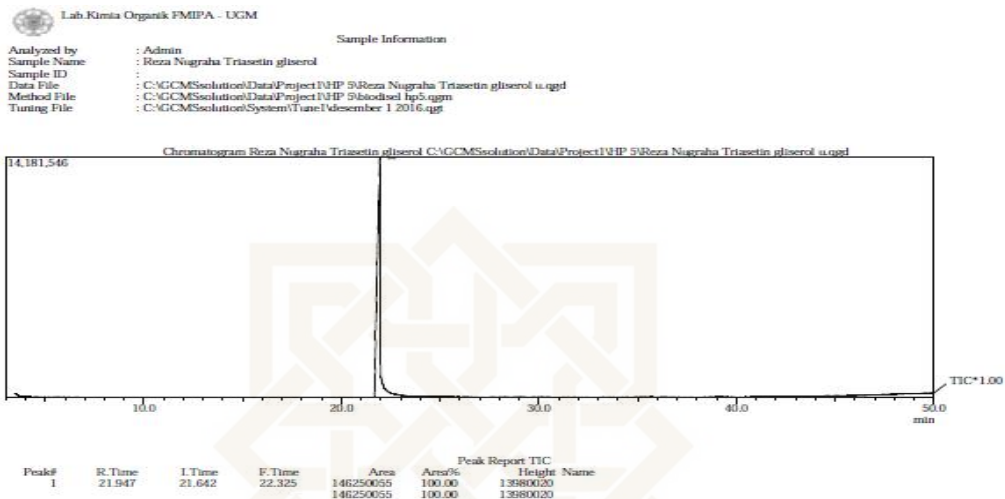
Position: 1118.68	Intensity: 1.317
Position: 3404.48	Intensity: 3.965
Position: 3548.18	Intensity: 5.969
Position: 1621.33	Intensity: 11.296
Position: 601.57	Intensity: 11.410
Position: 668.88	Intensity: 11.419
Position: 462.92	Intensity: 13.181
Position: 3244.12	Intensity: 13.967
Position: 1865.68	Intensity: 21.307
Position: 2360.96	Intensity: 26.207
Position: 2337.22	Intensity: 26.884
Position: 2338.65	Intensity: 28.326
Position: 796.03	Intensity: 30.171

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Lampiran 5 hasil kromatogram GC dari esterifikasi sintesis triasetin



Lampiran 6 hasil kromatogram GC-MS dari esterifikasi sintesis triasetin



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Sample Information

Rica Nugraha Triawati glycerol
 C:\CCM\Automation\Data\Project 7141P 516\ica Nugraha Triawati glycerol 1.sgl

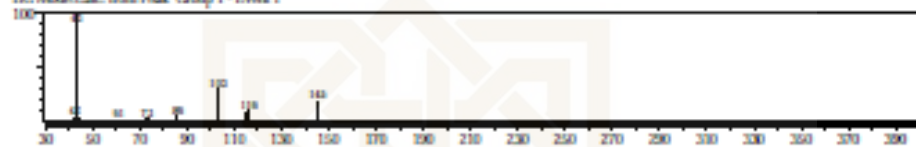
Library

<< Target >>

Line#1 R.T:21.950(Scan#2233) MassPeak:14

RawMode: Averaged 21.942-21.958(2234-2236) MassPeak:42.95(S116312)

IC: ModelCalc: from Peak Group 1 - Event 1



HR#1 Entry:81891 Library:WILEY229.L111

S1:54 Formula:C9H14O6 CAS:102-76-1 MolWeight:218 RefIndex:0

CompName:1,2,3-Propanetriol, triacetate (CAS) Triacetin SS Glycerol triacetate SS Vazoy SS Glycol SS Triacetin SS Triacetin SS Propylene SS Acetic, in



HR#2 Entry:822 Library:NIST02.L115

S1:54 Formula:C9H14O6 CAS:102-76-1 MolWeight:218 RefIndex:0

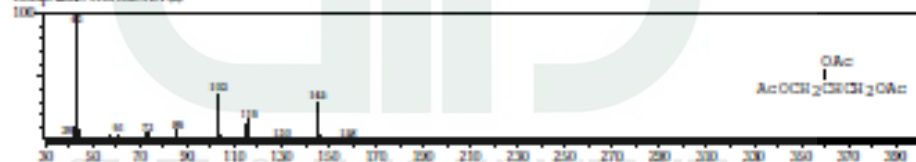
CompName:Triacetin



HR#3 Entry:81897 Library:WILEY229.L111

S1:52 Formula:C9H14O6 CAS:102-76-1 MolWeight:218 RefIndex:0

CompName:TRIACTEN SS



HR#4 Entry:1875 Library:NIST02.L115

S1:52 Formula:C7H12O5 CAS:25285-31-7 MolWeight:176 RefIndex:0

CompName:1,2,3-Propanetriol, diacetate SS Acetic, d- SS Diacetin SS Diacetyl glycerol SS Glycerol diacetate SS Glycerol diacetate SS Glycerol diacetate S



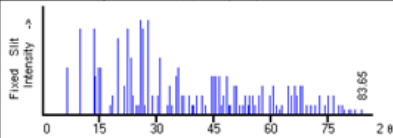
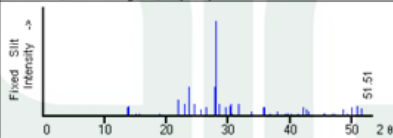
HR#5 Entry:47289 Library:WILEY229.L111

S1:90 Formula:C7H12O5 CAS:25285-31-7 MolWeight:176 RefIndex:0

CompName:1,2,3-Propanetriol, diacetate (CAS) Diacetin SS Acetic, d- SS Diacetyl glycerol SS Glycerol diacetate SS Glycerol diacetate SS Glycerol diacetate S



Lampiran 7 JCPDS

06-0239	Quality: I	[Ca, Na ₂ , K ₂]Al ₂ Si ₁₀ O ₂₄ ·7H ₂ O Calcium Aluminum Silicate Hydrate Ref: Harris, Brindley, Am. Mineral., 39, 819 (1954)																																																																																																																																																																																																																																																																														
CAS Number:																																																																																																																																																																																																																																																																																
Molecular Weight:	884.99																																																																																																																																																																																																																																																																															
Volume[CD]:	2800.15																																																																																																																																																																																																																																																																															
Dx:	2.125	Dm: 2.135																																																																																																																																																																																																																																																																														
Sys:	Orthorhombic																																																																																																																																																																																																																																																																															
Lattice:	End-centered																																																																																																																																																																																																																																																																															
S.G.:	Cmc2 ₁ (36)																																																																																																																																																																																																																																																																															
Cell Parameters:	a 18.16 b 20.45 c 7.54																																																																																																																																																																																																																																																																															
α	β	γ																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS/FOM:	F30=7(0.056, 78)																																																																																																																																																																																																																																																																															
I/Cor:																																																																																																																																																																																																																																																																																
Rad. CoKa																																																																																																																																																																																																																																																																																
Lambda:	1.79020																																																																																																																																																																																																																																																																															
Filter:	Fe																																																																																																																																																																																																																																																																															
d-sp:	other																																																																																																																																																																																																																																																																															
Mineral Name:																																																																																																																																																																																																																																																																																
Mordenite																																																																																																																																																																																																																																																																																
Also called:																																																																																																																																																																																																																																																																																
Mordenite																																																																																																																																																																																																																																																																																
																																																																																																																																																																																																																																																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>2θ</th> <th>Int</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>7.492</td><td>50</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>31.379</td><td>10</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>49.874</td><td>10</td><td>7</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>11.290</td><td>90</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>32.280</td><td>100</td><td>5</td><td>1</td><td>1</td><td>51.860</td><td>40</td><td>3</td><td>9</td><td>1</td></tr> <tr><td>15.565</td><td>90</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>33.565</td><td>20</td><td>4</td><td>4</td><td>1</td><td>52.634</td><td>40</td><td>3</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td>16.130</td><td>40</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>35.376</td><td>20</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>53.231</td><td>40</td><td>8</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>16.876</td><td>50</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>36.008</td><td>60</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>54.558</td><td>40</td><td>6</td><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>17.787</td><td>50</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>38.091</td><td>10</td><td>1</td><td>5</td><td>2</td><td>55.077</td><td>10</td><td>1</td><td>9</td><td>2</td></tr> <tr><td>20.501</td><td>10</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>38.722</td><td>30</td><td>1</td><td>7</td><td>1</td><td>55.570</td><td>20</td><td>4</td><td>8</td><td>2</td></tr> <tr><td>21.182</td><td>20</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>39.654</td><td>10</td><td>3</td><td>7</td><td>0</td><td>56.765</td><td>40</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td></tr> <tr><td>22.793</td><td>80</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>40.932</td><td>40</td><td>4</td><td>6</td><td>1</td><td>57.364</td><td>10</td><td>4</td><td>10</td><td>0</td></tr> <tr><td>24.973</td><td>30</td><td>4</td><td>2</td><td>0</td><td>41.577</td><td>50</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>57.873</td><td>10</td><td>1</td><td>11</td><td>0</td></tr> <tr><td>25.862</td><td>90</td><td>1</td><td>5</td><td>0</td><td>42.584</td><td>20</td><td>6</td><td>4</td><td>1</td><td>59.170</td><td>30</td><td>4</td><td>10</td><td>1</td></tr> <tr><td>26.959</td><td>60</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td>43.098</td><td>20</td><td>7</td><td>1</td><td>1</td><td>59.823</td><td>30</td><td>1</td><td>11</td><td>1</td></tr> <tr><td>27.544</td><td>20</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>44.919</td><td>20</td><td>2</td><td>8</td><td>1</td><td>60.947</td><td>10</td><td>2</td><td>10</td><td>2</td></tr> <tr><td>28.631</td><td>10</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>45.827</td><td>10</td><td>6</td><td>2</td><td>2</td><td>61.997</td><td>10</td><td>10</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>29.125</td><td>10</td><td>5</td><td>1</td><td>0</td><td>46.339</td><td>10</td><td>5</td><td>7</td><td>0</td><td>62.719</td><td>20</td><td>9</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>29.809</td><td>100</td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>47.375</td><td>20</td><td>4</td><td>8</td><td>0</td><td>63.626</td><td>10</td><td>8</td><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>30.620</td><td>90</td><td>3</td><td>5</td><td>0</td><td>48.915</td><td>20</td><td>1</td><td>9</td><td>1</td><td>64.133</td><td>20</td><td>5</td><td>7</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>	2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	7.492	50	1	1	0	31.379	10	2	2	2	49.874	10	7	1	2	11.290	90	2	0	0	32.280	100	5	1	1	51.860	40	3	9	1	15.565	90	1	1	1	33.565	20	4	4	1	52.634	40	3	5	3	16.130	40	1	3	0	35.376	20	5	3	1	53.231	40	8	4	1	16.876	50	0	2	1	36.008	60	3	3	2	54.558	40	6	8	0	17.787	50	3	1	0	38.091	10	1	5	2	55.077	10	1	9	2	20.501	10	2	2	1	38.722	30	1	7	1	55.570	20	4	8	2	21.182	20	1	3	1	39.654	10	3	7	0	56.765	40	0	0	4	22.793	80	3	3	0	40.932	40	4	6	1	57.364	10	4	10	0	24.973	30	4	2	0	41.577	50	4	4	2	57.873	10	1	11	0	25.862	90	1	5	0	42.584	20	6	4	1	59.170	30	4	10	1	26.959	60	2	4	1	43.098	20	7	1	1	59.823	30	1	11	1	27.544	20	0	0	2	44.919	20	2	8	1	60.947	10	2	10	2	28.631	10	1	1	2	45.827	10	6	2	2	61.997	10	10	2	1	29.125	10	5	1	0	46.339	10	5	7	0	62.719	20	9	3	2	29.809	100	2	0	2	47.375	20	4	8	0	63.626	10	8	8	0	30.620	90	3	5	0	48.915	20	1	9	1	64.133	20	5	7	3	
2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l																																																																																																																																																																																																																																																																		
7.492	50	1	1	0	31.379	10	2	2	2	49.874	10	7	1	2																																																																																																																																																																																																																																																																		
11.290	90	2	0	0	32.280	100	5	1	1	51.860	40	3	9	1																																																																																																																																																																																																																																																																		
15.565	90	1	1	1	33.565	20	4	4	1	52.634	40	3	5	3																																																																																																																																																																																																																																																																		
16.130	40	1	3	0	35.376	20	5	3	1	53.231	40	8	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																		
16.876	50	0	2	1	36.008	60	3	3	2	54.558	40	6	8	0																																																																																																																																																																																																																																																																		
17.787	50	3	1	0	38.091	10	1	5	2	55.077	10	1	9	2																																																																																																																																																																																																																																																																		
20.501	10	2	2	1	38.722	30	1	7	1	55.570	20	4	8	2																																																																																																																																																																																																																																																																		
21.182	20	1	3	1	39.654	10	3	7	0	56.765	40	0	0	4																																																																																																																																																																																																																																																																		
22.793	80	3	3	0	40.932	40	4	6	1	57.364	10	4	10	0																																																																																																																																																																																																																																																																		
24.973	30	4	2	0	41.577	50	4	4	2	57.873	10	1	11	0																																																																																																																																																																																																																																																																		
25.862	90	1	5	0	42.584	20	6	4	1	59.170	30	4	10	1																																																																																																																																																																																																																																																																		
26.959	60	2	4	1	43.098	20	7	1	1	59.823	30	1	11	1																																																																																																																																																																																																																																																																		
27.544	20	0	0	2	44.919	20	2	8	1	60.947	10	2	10	2																																																																																																																																																																																																																																																																		
28.631	10	1	1	2	45.827	10	6	2	2	61.997	10	10	2	1																																																																																																																																																																																																																																																																		
29.125	10	5	1	0	46.339	10	5	7	0	62.719	20	9	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																		
29.809	100	2	0	2	47.375	20	4	8	0	63.626	10	8	8	0																																																																																																																																																																																																																																																																		
30.620	90	3	5	0	48.915	20	1	9	1	64.133	20	5	7	3																																																																																																																																																																																																																																																																		
10-0393	Quality: *	Na [Si3Al] O8 Sodium Aluminum Silicate Ref: Smith, Mineral. Mag., 31, 47 (1956)																																																																																																																																																																																																																																																																														
CAS Number:																																																																																																																																																																																																																																																																																
Molecular Weight:	262.22																																																																																																																																																																																																																																																																															
Volume[CD]:	667.79																																																																																																																																																																																																																																																																															
Dx:	2.608	Dm: 2.620																																																																																																																																																																																																																																																																														
Sys:	Anorthic																																																																																																																																																																																																																																																																															
Lattice:	End-centered																																																																																																																																																																																																																																																																															
S.G.:	C1																																																																																																																																																																																																																																																																															
Cell Parameters:	a 8.165 b 12.87 c 7.111																																																																																																																																																																																																																																																																															
α	β	γ																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS/FOM:	F30=26(0.160, 72)																																																																																																																																																																																																																																																																															
I/Cor:																																																																																																																																																																																																																																																																																
Rad. CuKa																																																																																																																																																																																																																																																																																
Lambda:	1.5418																																																																																																																																																																																																																																																																															
Filter:	Ni																																																																																																																																																																																																																																																																															
d-sp:																																																																																																																																																																																																																																																																																
Mineral Name:																																																																																																																																																																																																																																																																																
Albite, disordered																																																																																																																																																																																																																																																																																
																																																																																																																																																																																																																																																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>2θ</th> <th>Int</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>13.776</td><td>8</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>30.648</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>46.802</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>13.931</td><td>10</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>31.615</td><td>12</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>47.241</td><td>2</td><td>4</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>15.168</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>33.772</td><td>4</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>48.609</td><td>6</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>15.640</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>35.655</td><td>8</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td>49.253</td><td>2</td><td>4</td><td>0</td><td>3</td></tr> <tr><td>18.921</td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>35.832</td><td>8</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td>49.945</td><td>8</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>22.001</td><td>16</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>36.680</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>0</td><td>50.150</td><td>1</td><td>2</td><td>6</td><td>0</td></tr> <tr><td>22.914</td><td>12</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>37.981</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>0</td><td>50.959</td><td>10</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>23.713</td><td>30</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>39.149</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>51.514</td><td>7</td><td>2</td><td>0</td><td>4</td></tr> <tr><td>24.461</td><td>12</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>39.506</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25.627</td><td>6</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>39.778</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>26.447</td><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>40.167</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>27.783</td><td>30</td><td>0</td><td>4</td><td>0</td><td>41.379</td><td>2</td><td>0</td><td>4</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>28.095</td><td>100</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>42.229</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>28.526</td><td>12</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>42.647</td><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>29.619</td><td>8</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>43.073</td><td>4</td><td>1</td><td>5</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30.297</td><td>10</td><td>0</td><td>4</td><td>1</td><td>45.536</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30.541</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>45.657</td><td>2</td><td>0</td><td>6</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	13.776	8	0	2	0	30.648	2	2	2	2	46.802	2	3	3	3	13.931	10	0	0	1	31.615	12	1	3	1	47.241	2	4	2	2	15.168	2	1	1	1	33.772	4	1	3	2	48.609	6	2	2	2	15.640	2	1	1	1	35.655	8	2	4	1	49.253	2	4	0	3	18.921	2	0	2	1	35.832	8	2	4	1	49.945	8	4	0	0	22.001	16	2	0	1	36.680	2	1	5	0	50.150	1	2	6	0	22.914	12	1	1	1	37.981	4	2	4	0	50.959	10	1	1	3	23.713	30	1	3	0	39.149	2	2	3	3	51.514	7	2	0	4	24.461	12	1	3	0	39.506	2	2	3	3						25.627	6	1	1	2	39.778	2	1	1	3						26.447	8	1	1	2	40.167	2	1	3	2						27.783	30	0	4	0	41.379	2	0	4	2						28.095	100	0	0	2	42.229	8	0	6	0						28.526	12	2	2	0	42.647	6	2	4	1						29.619	8	1	3	1	43.073	4	1	5	1						30.297	10	0	4	1	45.536	2	1	3	3						30.541	12	0	2	2	45.657	2	0	6	1						
2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l																																																																																																																																																																																																																																																																		
13.776	8	0	2	0	30.648	2	2	2	2	46.802	2	3	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																		
13.931	10	0	0	1	31.615	12	1	3	1	47.241	2	4	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																		
15.168	2	1	1	1	33.772	4	1	3	2	48.609	6	2	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																		
15.640	2	1	1	1	35.655	8	2	4	1	49.253	2	4	0	3																																																																																																																																																																																																																																																																		
18.921	2	0	2	1	35.832	8	2	4	1	49.945	8	4	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																		
22.001	16	2	0	1	36.680	2	1	5	0	50.150	1	2	6	0																																																																																																																																																																																																																																																																		
22.914	12	1	1	1	37.981	4	2	4	0	50.959	10	1	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																		
23.713	30	1	3	0	39.149	2	2	3	3	51.514	7	2	0	4																																																																																																																																																																																																																																																																		
24.461	12	1	3	0	39.506	2	2	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																							
25.627	6	1	1	2	39.778	2	1	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																							
26.447	8	1	1	2	40.167	2	1	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																							
27.783	30	0	4	0	41.379	2	0	4	2																																																																																																																																																																																																																																																																							
28.095	100	0	0	2	42.229	8	0	6	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
28.526	12	2	2	0	42.647	6	2	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																							
29.619	8	1	3	1	43.073	4	1	5	1																																																																																																																																																																																																																																																																							
30.297	10	0	4	1	45.536	2	1	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																							
30.541	12	0	2	2	45.657	2	0	6	1																																																																																																																																																																																																																																																																							

85-1787 Quality: C

CAS Number:

Molecular Weight: 1349.65

Volume[CD]: 2089.01

Dx: 2.214 Dm:

Sys: Monoclinic

Lattice: End-centered

S.G.: C2/m [12]

Cell Parameters:

a 17.62 b 17.89 c 7.399

α β 116.45 γ

I/Cor: 0.72

Rad: CuKa1

Lambda: 1.54060

Filter:

d-sp. calculated

ICSD #: 073412

Mineral Name:

Clinoptilolite

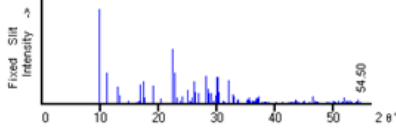
Non-Ambient Temperature

[Na .K . Ca]2.5 Al3 [Al . Si]2 Si13 O36 · 12 H2 O

Sodium Calcium Potassium Aluminum Silicate Hydrate

Ref.: Calculated from ICSD using POWD-12+, (1997)

Ref.: Ambrose, T., *Am. Mineral.*, 78, 280 (1993)



2 θ	Int-I	h	k	l	2 θ	Int-I	h	k	l	2 θ	Int-I	h	k	l
7.464	7	1	1	0	28.158	287	4	2	2	36.512	19	4	6	1
9.878	999*	0	2	0	28.616	154	4	4	1	36.609	38	6	4	1
11.207	319	2	0	0	28.704	107	5	1	0	36.705	24	4	0	3
13.064	179	2	0	1	28.704	107	0	2	2	36.846	66	2	6	1
13.355	82	0	0	1	29.080	103	2	4	1	36.918	50	5	1	1
14.960	32	2	2	0	29.080	103	1	3	2	37.038	46	2	0	3
15.871	10	1	3	0	29.531	30	5	1	2	37.162	76	4	4	1
16.404	19	2	2	1	29.802	89	3	5	1	37.162	76	1	7	1
16.638	32	0	2	1	29.935	71	0	6	0	37.238	59	7	1	2
16.924	195	3	1	1	29.935	71	3	3	1	37.785	17	4	6	0
17.375	234	1	1	1	30.068	275	1	5	1	38.104	18	4	2	3
17.563	65	3	1	0	30.180	276	3	5	0	38.238	19	5	1	3
19.099	188	1	3	1	30.180	276	4	4	0	38.323	16	3	1	2
19.829	3	0	4	0	30.330	118	1	1	2	38.426	17	2	2	3
20.424	54	4	0	1	30.456	75	6	0	1	38.529	15	6	6	4
20.987	1	2	0	1	31.105	26	4	0	1	38.634	6	5	5	2
22.373	469	1	3	1	31.359	12	2	4	2	38.757	9	2	6	2
22.521	576	3	3	0	32.063	243	5	3	0	38.848	14	3	7	1
22.521	576	4	0	0	32.063	243	6	2	1	38.848	14	1	1	3
22.733	231	4	2	1	32.785	100	6	6	1	39.060	6	7	3	1
22.833	322	2	4	0	32.785	100	3	2	2	39.060	6	1	7	1
23.244	65	2	2	1	32.908	78	0	6	1	39.149	7	3	7	0
23.819	29	5	4	1	33.542	44	1	3	2	39.269	3	1	5	2
24.046	79	0	4	1	33.640	42	0	4	2	39.375	5	2	4	2
24.046	79	2	0	2	33.640	42	2	0	2	39.521	4	3	3	3
24.646	6	4	2	0	34.068	2	6	0	0	39.729	11	6	4	0
25.054	139	3	1	2	34.233	3	6	2	2	39.961	8	6	0	3
25.366	29	1	1	2	35.167	35	2	2	2	39.961	8	7	3	2
25.500	22	1	5	0	35.167	35	3	2	2	40.265	15	4	6	2
25.757	60	5	1	1	35.448	39	1	5	2	40.265	15	0	8	0
26.052	234	2	2	2	35.556	60	1	7	0	40.833	8	0	0	3
26.302	117	4	0	2	35.556	60	6	2	0	40.985	9	3	3	2
26.302	117	3	1	1	35.737	32	5	5	1	41.216	20	6	2	3
26.896	105	0	0	2	36.190	23	3	5	1	41.510	9	1	3	3
27.657	4	1	5	1	36.249	23	7	1	1	41.510	9	8	0	1

80-0464 Quality: C

CAS Number:

Molecular Weight: 2327.89

Volume[CD]: 2112.43

Dx: 1.830 Dm:

Sys: Monoclinic

Lattice: End-centered

S.G.: C2/m [12]

Cell Parameters:

a 17.66 b 17.98 c 7.417

α β 116.33 γ

I/Cor: 1.09

Rad: CuKa1

Lambda: 1.54060

Filter:

d-sp. calculated

ICSD #: 068258

Mineral Name:

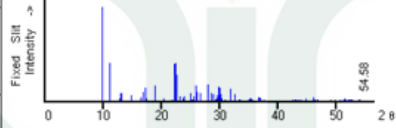
Clinoptilolite

Na2.88 K0.37 Mg0.80 Ca0.84 Ba0.15 [Al6.84 Si29.16 O72] (H2O)

Sodium Potassium Magnesium Calcium Barium Aluminum Silicate Hydrate

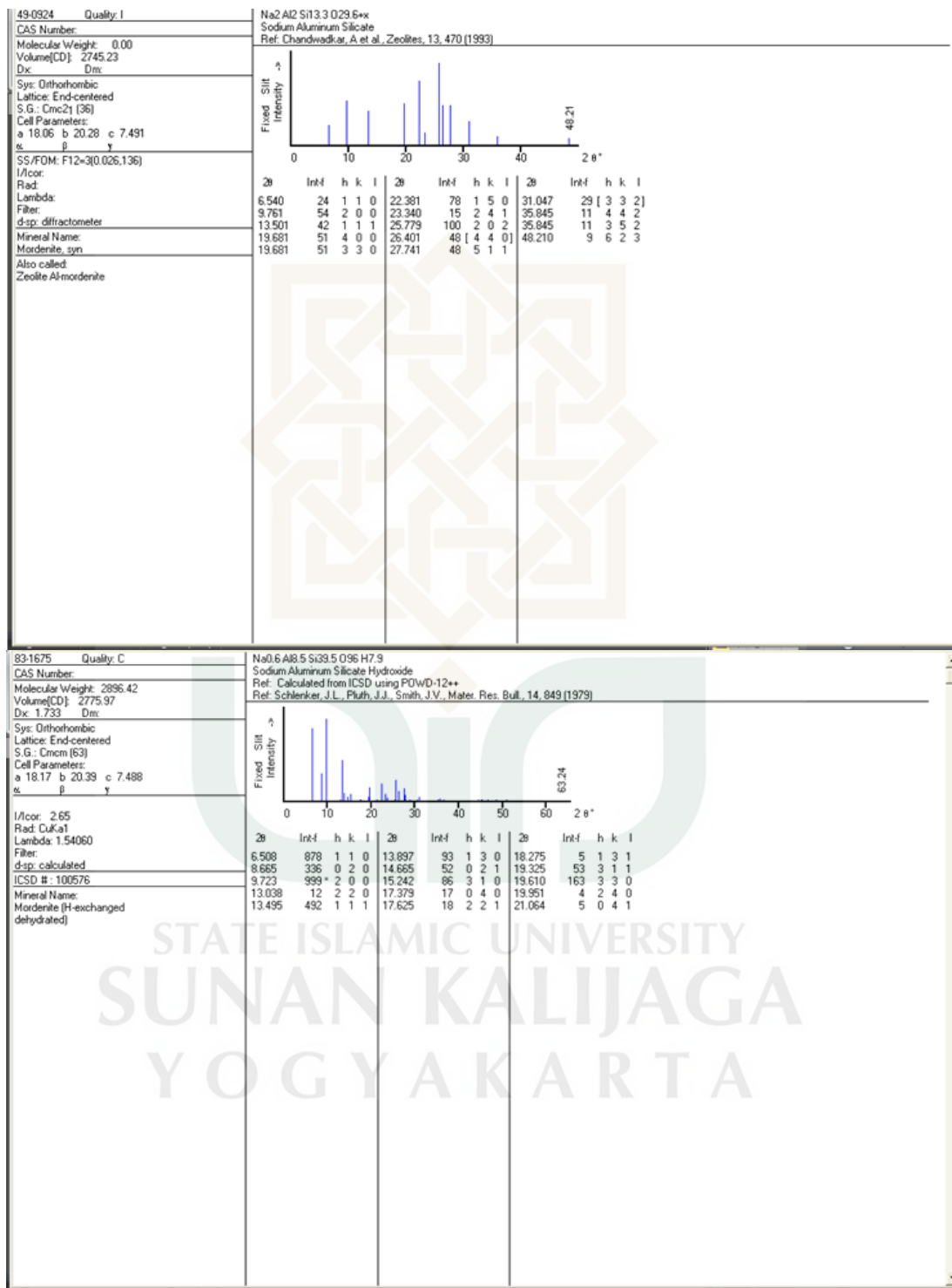
Ref.: Calculated from ICSD using POWD-12+, (1997)

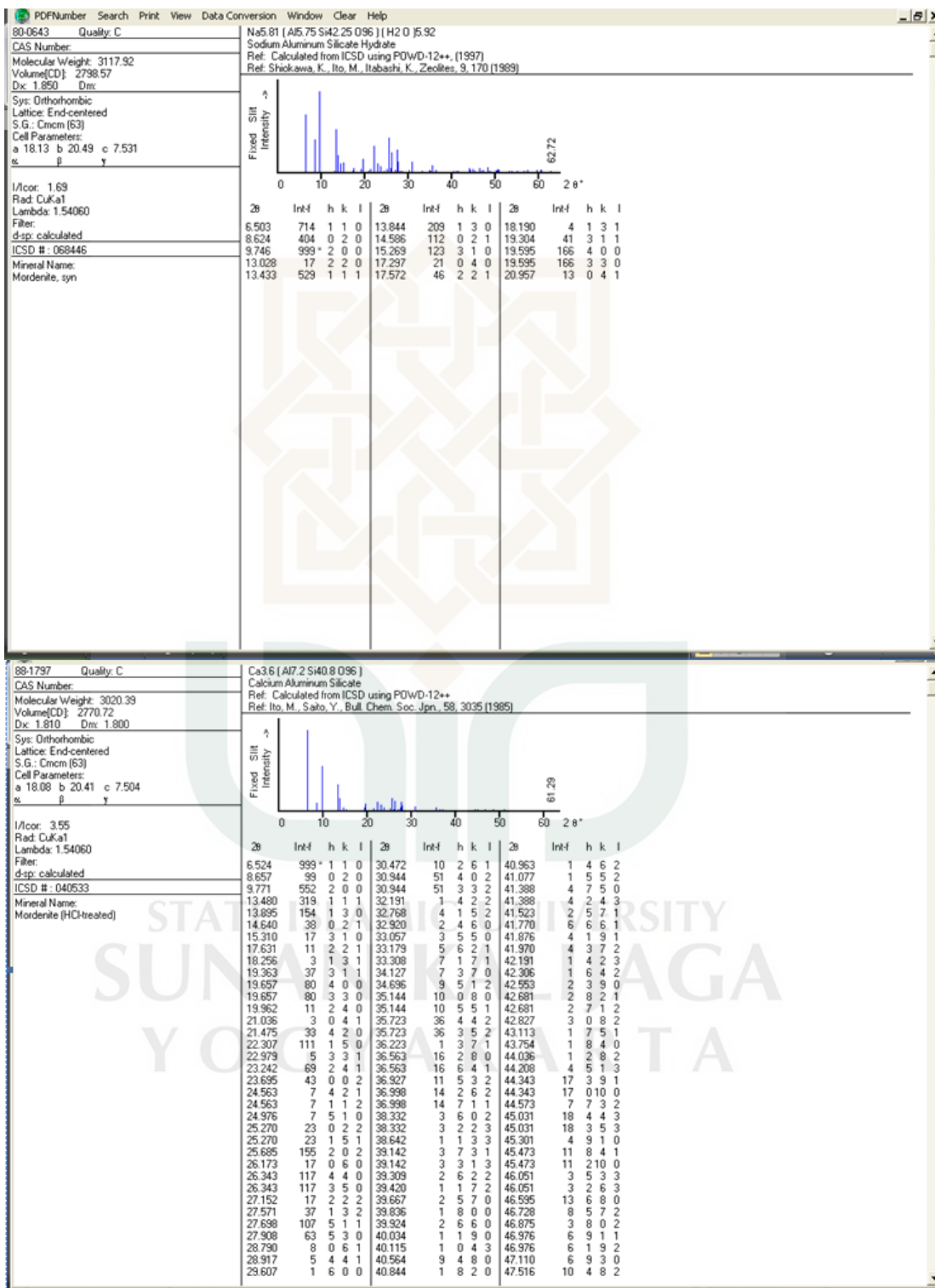
Ref.: Suggawa, K., Takeuchi, Y., *Stud. Surf. Sci. Catal.*, 28, 449 (1986)

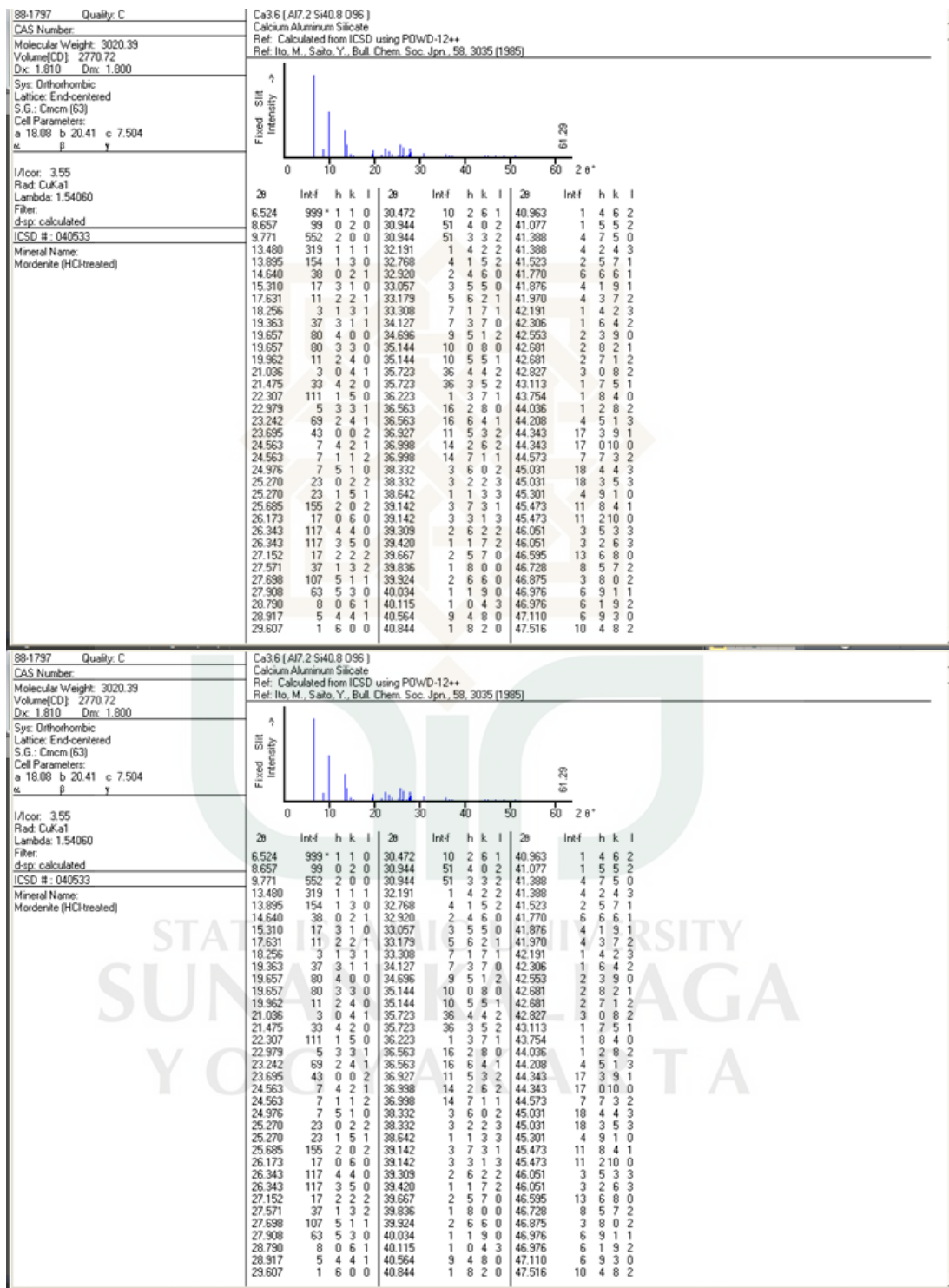


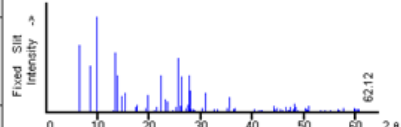
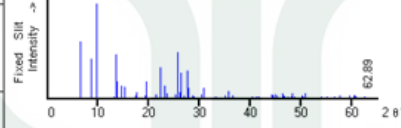
2 θ	Int-I	h	k	l	2 θ	Int-I	h	k	l	2 θ	Int-I	h	k	l
7.432	1	1	1	0	28.511	80	4	4	1	36.140	8	7	1	1
9.827	999*	0	2	0	28.596	59	5	1	0	36.355	4	4	6	1
11.166	400	2	0	0	28.596	59	0	2	2	36.479	10	6	4	1
12.904	24	1	1	1	28.975	77	1	3	2	36.664	36	2	6	1
13.039	88	2	0	1	29.330	17	5	3	1	36.664	36	3	1	3
13.309	86	0	0	1	29.472	25	5	1	2	36.760	27	5	1	1
14.896	63	2	2	0	29.676	67	3	5	1	36.932	40	4	4	1
15.793	7	1	3	0	29.780	56	0	6	0	36.992	40	1	7	1
16.570	37	0	2	1	29.780	56	3	3	1	37.154	26	7	1	2
16.886	99	3	1	1	29.923	148	1	5	1	37.607	14	4	6	0
17.304	144	1	1	1	30.038	145	3	5	0	37.817	7	5	5	0
17.496	31	3	1	0	30.038	145	4	4	0	38.009	9	4	2	3
19.021	159	1	3	1	30.211	77	1	1	2	38.158	10	5	1	3
19.728	2	0	4	0	30.371	29	6	0	1	38.158	10	3	1	2
20.377	26	4	0	1	30.972	13	4	0	1	38.307	10	2	2	3
20.899	1	2	0	1	31.245	9	2	4	2	38.416	9	6	6	4
21.946	14	3	3	1	31.933	127	2	6	0	38.505	4	3	5	2
22.272	392	1	3	1	31.933	127	5	3	0	38.594	6	2	6	2
22.424	406	3	3	0	31.995	130	6	2	1	38.666	7	3	7	1
22.424	406	4	0	0	32.632	77	6	0	2	38.901	2	7	3	1
22.724	283	4	2	1	32.632	77	2	6	1	38.901	2	3	7	0
22.724	283	2	4	0	32.746	67	5	3	2	39.092	2	1	5	2
23.141	51	2	2	1	32.746	67	0	6	1	39.200	2	2	4	2
23.720	25	2	4	1	33.402	20	1	3	2	39.494	6	5	3	1
23.985	56	2	0	2	33.500	20	0	4	2	39.563	9	6	4	0
24.550	7	4	2	0	33.500	20	2	0	2	39.655	4	8	0	3
24.998	85	3	1	2	33.940	1	6	0	0	39.855	4	7	3	2
25.287	14	1	1	2	34.154	3	6	2	2	40.144	4	4	6	2
25.370	15	1	5	0	35.018	16	2	2	2	40.144	4	1	5	0
25.689	53	5	1	1	35.097	16	5	5	2	40.490	1	0	6	2
25.976	161	2	2	2	35.300	24	1	5	2	40.685	6	0	0	3
26.252	97	3	1	1	35.418	29	1	7	0	40.803	6	5	3	3
26.252	97	4	0	2	35.418	29	6	2	0	40.803	6	3	3	2
26.801	81	0	0	2	35.598	12	5	5	1	41.126	8	6	2	3
28.093	180	4	2	2	36.018	9	3	5	1	41.362	8	1	3	3

80-1557	Quality: C	Na1.66 K2.56 Ca1.9 [Al5.48 Si30.52 O72] (H2O)19.16													
CAS Number:		Sodium Potassium Calcium Aluminum Silicate Hydrate													
Molecular Weight: 2716.56		Ref: Calculated from ICSD using POWD-12+, (1997)													
Volume[CD]: 2097.06		Ref: Smyth, J.R., Spaid, A.T., Bish, D.L., <i>Am. Mineral.</i> , 75, 522 (1990)													
Dx: 2.151 Dm:															
Sys: Monoclinic															
Lattice: End-centered															
S.G.: C2/m (12)															
Cell Parameters:															
a 17.63 b 17.94 c 7.400															
α	β 116.39 γ														
I/Cor: 0.91															
Rad: CuK α 1															
Lambda: 1.54060															
Filter:															
d-sp: calculated															
ICSD #: 069390															
Mineral Name:															
Clinoptilolite-K															
	Fixed Slit Intensity														
	2 θ	Intensity													
	0 10 20 30 40 50 60	2 θ °													
	2 θ	Int-I	h	k	l	2 θ	Int-I	h	k	l					
	7.451	12	1	1	0	27.608	2	1	5	1	36.561	20	6	4	1
	9.852	999*	0	2	0	28.149	200	4	2	2	36.766	47	3	1	3
	11.194	474	2	0	0	28.574	125	4	4	1	36.766	47	2	6	1
	12.935	35	1	1	1	28.785	20	3	3	2	36.868	37	5	1	1
	13.064	124	2	0	1	29.051	99	1	3	2	37.099	57	1	7	1
	13.346	60	0	0	1	29.393	10	3	1	1	37.099	57	4	4	1
	14.533	74	2	0	0	29.527	29	5	1	2	37.224	44	7	1	2
	15.833	9	1	3	0	29.745	87	3	5	1	37.705	13	4	6	0
	16.389	6	2	2	1	29.857	70	0	6	0	37.916	3	5	5	0
	16.615	26	0	2	1	30.004	224	1	5	1	38.095	15	4	2	3
	16.918	113	3	1	1	30.115	228	3	5	0	38.277	13	5	1	3
	17.355	252	1	1	1	30.115	228	4	4	0	38.277	13	3	1	2
	17.540	74	3	1	0	30.302	94	1	1	2	38.407	15	2	2	3
	19.068	165	1	3	1	30.434	61	6	0	1	38.496	15	2	4	2
	19.778	4	0	4	0	31.064	16	4	0	1	38.692	5	3	6	2
	20.415	56	4	0	1	31.322	5	2	4	2	38.762	7	3	7	1
	20.962	1	2	0	1	32.015	203	5	3	0	38.856	4	1	1	3
	21.993	12	3	3	1	32.015	203	6	2	1	38.967	3	1	7	1
	22.335	381	1	3	1	32.713	79	6	0	2	38.967	3	7	3	1
	22.480	405	3	3	0	32.713	79	2	6	1	39.056	5	3	7	0
	22.480	405	4	0	0	32.832	76	5	3	2	39.205	3	1	5	2
	22.782	249	4	2	1	32.832	76	0	6	1	39.317	5	2	4	2
	22.782	249	4	4	0	33.500	24	1	3	2	39.666	12	6	4	0
	23.210	48	2	2	1	33.594	26	0	4	2	39.935	5	6	0	3
	23.776	28	2	4	1	33.594	26	2	0	2	39.935	5	7	3	2
	24.042	42	2	0	2	34.028	2	6	0	0	40.178	5	0	8	0
	24.612	6	4	2	0	34.219	5	6	2	2	40.178	5	4	6	2
	25.051	91	3	1	2	35.125	28	2	2	2	40.805	3	0	0	3
	25.354	15	1	1	2	35.125	28	3	5	2	40.928	7	5	3	3
	25.435	18	1	5	0	35.510	37	1	7	0	40.928	7	3	3	2
	25.740	41	3	1	1	35.510	37	6	2	0	41.209	12	6	2	3
	26.038	207	2	2	2	35.680	23	5	5	1	41.477	9	1	3	3
	26.302	119	4	0	2	36.120	17	3	5	1	41.477	9	8	0	1
	26.302	119	3	1	1	36.219	20	7	1	1	41.840	4	2	8	0
	26.878	78	0	0	2	36.442	14	4	6	1	42.034	2	4	4	3
81-1997	Quality: C	[Na0.19 Ca0.08 Ba] [Ba0.08 K0.54 J4 [Al6.96 Si29.04 O72] (H2O)4.84													
CAS Number:		Sodium Calcium Barium Potassium Aluminum Silicate Hydrate													
Molecular Weight: 2401.24		Ref: Calculated from ICSD using POWD-12+, (1997)													
Volume[CD]: 2019.98		Ref: Ambruster, T., <i>Am. Mineral.</i> , 78, 260 (1993)													
Dx: 1.974 Dm:															
Sys: Monoclinic															
Lattice: End-centered															
S.G.: C2/m (12)															
Cell Parameters:															
a 17.61 b 17.45 c 7.360															
α	β 116.77 γ														
I/Cor: 1.93															
Rad: CuK α 1															
Lambda: 1.54060															
Filter:															
d-sp: calculated															
ICSD #: 073415															
Mineral Name:															
Clinoptilolite-K															
Non-Ambient Temperature															
	Fixed Slit Intensity														
	2 θ	Intensity													
	0 10 20 30 40 50 60	2 θ °													
	2 θ	Int-I	h	k	l	2 θ	Int-I	h	k	l					
	7.561	22	1	1	0	29.506	42	2	4	1	37.294	31	7	1	2
	10.127	999*	0	2	0	29.585	36	5	1	2	37.294	31	2	0	3
	11.246	648	2	0	0	29.585	36	5	3	1	37.627	27	2	6	1
	13.051	110	1	1	1	30.346	47	3	3	1	37.627	27	4	4	1
	13.051	110	2	0	1	30.346	47	3	5	1	38.499	11	4	6	0
	13.464	19	0	0	1	30.483	32	6	0	1	38.499	11	5	5	0
	15.156	208	2	2	0	30.683	76	1	5	1	38.744	4	2	2	3
	16.230	29	1	3	0	30.683	76	0	6	0	38.822	5	6	4	2
	16.578	2	5	2	1	30.747	75	3	5	0	39.195	1	1	1	3
	16.970	51	1	1	1	31.316	1	4	0	1	39.195	1	7	3	1
	17.546	252	1	1	1	32.200	42	6	2	1	39.462	3	2	6	2
	19.436	64	1	3	1	32.335	62	5	3	0	39.689	3	3	7	1
	20.431	42	4	0	1	32.711	7	6	0	2	39.868	2	3	3	3
	21.153	7	2	0	1	32.797	5	2	6	0	39.868	2	2	4	2
	22.603	100	4	0	0	33.021	3	4	2	1	40.030	4	3	7	0
	22.733	208	1	3	1	33.021	3	3	3	2	40.030	4	5	3	1
	22.918	247	3	0	0	33.509	26	2	6	1	40.105	4	6	4	0
	22.918	247	4	2	1	33.509	26	4	4	2	40.105	4	6	3	2
	23.295	83	2	4	0	33.663	41	0	6	1	40.459	1	7	1	0
	23.503	19	2	2	1	33.950	21	1	3	2	40.902	1	4	6	2
	24.259	30	2	4	1	33.950	21	2	0	2	41.179	3	5	3	3
	24.466	4	0	4	1	34.327	3	6	2	2	41.179	3	0	0	3
	24.823	1	4	2	0	35.521	9	2	2	2	41.366	8	6	2	3
	25.170	45	3	1	2	35.748	9	6	2	0	41.366	8	0	6	2
	25.569	7	1	2	2	35.748	9	3	2	2	41.940	10	1	3	3
	25.797	14	5	1	1	36.041	6	1	5	2	42.472	2	6	0	1
	26.276	120	2	2	2	36.209	12	5	5	1	42.472	2	0	2	3
	26.358	117	4	0	2	36.310	12	7	1	1	42.843	2	2	4	3
	26.572	35	3	1	1	36.451	6	1	7	0	42.843	2	8	2	2
	27.118	35	0	0	2	36.783	6	3	5	1	42.984	4	2	8	0
	28.303	94	1	5	1	36.921	5	4	0	3	43.137	4	4	0	2
	28.303	94	2	2	2	36.921	5	6	4	1	43.137	4	7	3	0
	28.981	40	4	4	1	36.996	3	3	1	3	43.916	15	6	2	1
	28.981	40	0	2	2	37.168	16	4	6	1	43.916	15	1	1	1
	29.435	51	1	3	2	37.168	16	5	1	1	44.101	3	3	7	2







89-0642 Quality: C		Na ₂ /3 [Al ₂ /3/ Si ₄ O ₁₃ U36] (H ₂ O) 10U16 Sodium Aluminum Silicate Hydrate																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CAS Number:		Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Molecular Weight: 3237.48		Ref: Shiohawa, K., Ito, M., Itabashi, K., Zeolites, 9, 170 (1989)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Volume(CD): 2604.77																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Dx: 1.917 Dm:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Sys: Orthorhombic																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Lattice: End-centered																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
S.G.: Cmcm (63)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Cell Parameters:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
a 18.12 b 20.51 c 7.544																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
α β γ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
I/Corr: 1.20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Rad: CuKα1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Lambda: 1.54060																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Filter:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
d-sp: calculated																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ICSD #: 068445																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Mineral Name:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Mordenite, syn																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>2θ</th> <th>Int</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6.503</td><td>697</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>28.639</td><td>29</td><td>0</td><td>6</td><td>1</td><td>39.210</td><td>10</td><td>6</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>8.613</td><td>479</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>28.811</td><td>20</td><td>4</td><td>4</td><td>1</td><td>39.210</td><td>10</td><td>1</td><td>7</td><td>2</td></tr> <tr><td>9.754</td><td>999</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>28.811</td><td>20</td><td>3</td><td>5</td><td>1</td><td>39.510</td><td>11</td><td>5</td><td>7</td><td>0</td></tr> <tr><td>13.026</td><td>17</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>29.368</td><td>7</td><td>0</td><td>4</td><td>2</td><td>39.822</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>0</td></tr> <tr><td>13.415</td><td>618</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>29.553</td><td>3</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>39.822</td><td>5</td><td>1</td><td>9</td><td>0</td></tr> <tr><td>13.829</td><td>383</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>30.322</td><td>41</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>40.381</td><td>25</td><td>4</td><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>14.563</td><td>163</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>30.322</td><td>41</td><td>2</td><td>6</td><td>1</td><td>40.775</td><td>4</td><td>8</td><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>15.279</td><td>203</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>30.821</td><td>195</td><td>4</td><td>0</td><td>2</td><td>40.775</td><td>4</td><td>4</td><td>6</td><td>2</td></tr> <tr><td>17.274</td><td>48</td><td>0</td><td>4</td><td>0</td><td>30.821</td><td>195</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>40.908</td><td>3</td><td>5</td><td>5</td><td>2</td></tr> <tr><td>17.557</td><td>76</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>32.060</td><td>1</td><td>4</td><td>2</td><td>2</td><td>41.024</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>18.165</td><td>9</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>32.595</td><td>27</td><td>1</td><td>5</td><td>2</td><td>41.169</td><td>21</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>19.300</td><td>40</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>32.947</td><td>8</td><td>5</td><td>5</td><td>0</td><td>41.169</td><td>21</td><td>7</td><td>5</td><td>0</td></tr> <tr><td>19.592</td><td>173</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>33.134</td><td>30</td><td>6</td><td>2</td><td>1</td><td>41.621</td><td>20</td><td>6</td><td>6</td><td>1</td></tr> <tr><td>19.592</td><td>173</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>33.134</td><td>30</td><td>1</td><td>7</td><td>1</td><td>41.621</td><td>20</td><td>1</td><td>9</td><td>1</td></tr> <tr><td>19.875</td><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>0</td><td>33.970</td><td>11</td><td>3</td><td>7</td><td>0</td><td>41.761</td><td>14</td><td>3</td><td>7</td><td>2</td></tr> <tr><td>20.926</td><td>20</td><td>0</td><td>4</td><td>1</td><td>34.433</td><td>7</td><td>6</td><td>4</td><td>0</td><td>41.993</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>21.425</td><td>48</td><td>4</td><td>2</td><td>0</td><td>34.571</td><td>5</td><td>5</td><td>1</td><td>2</td><td>42.151</td><td>2</td><td>6</td><td>4</td><td>2</td></tr> <tr><td>22.195</td><td>385</td><td>1</td><td>5</td><td>0</td><td>34.958</td><td>37</td><td>4</td><td>6</td><td>1</td><td>42.343</td><td>1</td><td>3</td><td>9</td><td>0</td></tr> <tr><td>22.891</td><td>8</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>34.958</td><td>37</td><td>0</td><td>8</td><td>0</td><td>42.418</td><td>1</td><td>1</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td>23.134</td><td>131</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td>35.083</td><td>23</td><td>5</td><td>5</td><td>1</td><td>42.559</td><td>4</td><td>8</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>23.567</td><td>104</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>35.952</td><td>148</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>42.559</td><td>4</td><td>0</td><td>8</td><td>2</td></tr> <tr><td>24.473</td><td>22</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>36.552</td><td>149</td><td>3</td><td>5</td><td>2</td><td>42.961</td><td>1</td><td>7</td><td>5</td><td>1</td></tr> <tr><td>24.473</td><td>22</td><td>4</td><td>2</td><td>1</td><td>36.303</td><td>21</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>43.648</td><td>1</td><td>8</td><td>4</td><td>0</td></tr> <tr><td>25.134</td><td>54</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>36.379</td><td>25</td><td>2</td><td>8</td><td>0</td><td>43.804</td><td>5</td><td>2</td><td>8</td><td>2</td></tr> <tr><td>25.134</td><td>54</td><td>1</td><td>5</td><td>1</td><td>36.492</td><td>35</td><td>6</td><td>4</td><td>1</td><td>44.104</td><td>68</td><td>3</td><td>9</td><td>1</td></tr> <tr><td>25.560</td><td>560</td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>36.787</td><td>10</td><td>5</td><td>3</td><td>2</td><td>44.104</td><td>68</td><td>0</td><td>10</td><td>0</td></tr> <tr><td>26.037</td><td>66</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td><td>36.787</td><td>10</td><td>2</td><td>6</td><td>2</td><td>44.428</td><td>31</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>26.234</td><td>364</td><td>4</td><td>4</td><td>0</td><td>36.942</td><td>8</td><td>7</td><td>1</td><td>1</td><td>44.814</td><td>45</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>26.234</td><td>364</td><td>3</td><td>5</td><td>0</td><td>36.942</td><td>8</td><td>0</td><td>8</td><td>1</td><td>44.814</td><td>45</td><td>3</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td>27.019</td><td>38</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>38.131</td><td>4</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>45.352</td><td>24</td><td>8</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>27.426</td><td>76</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>38.131</td><td>4</td><td>6</td><td>0</td><td>2</td><td>45.844</td><td>13</td><td>5</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>27.628</td><td>382</td><td>5</td><td>1</td><td>1</td><td>38.347</td><td>1</td><td>2</td><td>8</td><td>1</td><td>45.844</td><td>13</td><td>2</td><td>6</td><td>3</td></tr> <tr><td>27.837</td><td>223</td><td>5</td><td>3</td><td>0</td><td>38.432</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>46.412</td><td>55</td><td>6</td><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>27.837</td><td>223</td><td>2</td><td>6</td><td>0</td><td>39.041</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>46.520</td><td>31</td><td>5</td><td>7</td><td>2</td></tr> <tr><td>28.207</td><td>28</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>39.041</td><td>5</td><td>7</td><td>3</td><td>1</td><td>46.741</td><td>11</td><td>8</td><td>0</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>		2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	6.503	697	1	1	0	28.639	29	0	6	1	39.210	10	6	2	2	8.613	479	0	2	0	28.811	20	4	4	1	39.210	10	1	7	2	9.754	999	2	0	0	28.811	20	3	5	1	39.510	11	5	7	0	13.026	17	2	2	0	29.368	7	0	4	2	39.822	5	6	6	0	13.415	618	1	1	1	29.553	3	6	0	0	39.822	5	1	9	0	13.829	383	1	3	0	30.322	41	5	3	1	40.381	25	4	8	0	14.563	163	0	2	1	30.322	41	2	6	1	40.775	4	8	2	0	15.279	203	3	1	0	30.821	195	4	0	2	40.775	4	4	6	2	17.274	48	0	4	0	30.821	195	3	3	2	40.908	3	5	5	2	17.557	76	2	2	1	32.060	1	4	2	2	41.024	4	3	3	3	18.165	9	1	3	1	32.595	27	1	5	2	41.169	21	2	4	3	19.300	40	3	1	1	32.947	8	5	5	0	41.169	21	7	5	0	19.592	173	4	0	0	33.134	30	6	2	1	41.621	20	6	6	1	19.592	173	3	3	0	33.134	30	1	7	1	41.621	20	1	9	1	19.875	6	2	4	0	33.970	11	3	7	0	41.761	14	3	7	2	20.926	20	0	4	1	34.433	7	6	4	0	41.993	3	4	2	3	21.425	48	4	2	0	34.571	5	5	1	2	42.151	2	6	4	2	22.195	385	1	5	0	34.958	37	4	6	1	42.343	1	3	9	0	22.891	8	3	3	1	34.958	37	0	8	0	42.418	1	1	5	3	23.134	131	2	4	1	35.083	23	5	5	1	42.559	4	8	2	1	23.567	104	0	0	2	35.952	148	4	4	2	42.559	4	0	8	2	24.473	22	1	1	2	36.552	149	3	5	2	42.961	1	7	5	1	24.473	22	4	2	1	36.303	21	1	1	3	43.648	1	8	4	0	25.134	54	0	2	2	36.379	25	2	8	0	43.804	5	2	8	2	25.134	54	1	5	1	36.492	35	6	4	1	44.104	68	3	9	1	25.560	560	2	0	2	36.787	10	5	3	2	44.104	68	0	10	0	26.037	66	0	6	0	36.787	10	2	6	2	44.428	31	7	3	2	26.234	364	4	4	0	36.942	8	7	1	1	44.814	45	4	4	3	26.234	364	3	5	0	36.942	8	0	8	1	44.814	45	3	5	3	27.019	38	2	2	2	38.131	4	2	2	3	45.352	24	8	4	1	27.426	76	1	3	2	38.131	4	6	0	2	45.844	13	5	3	3	27.628	382	5	1	1	38.347	1	2	8	1	45.844	13	2	6	3	27.837	223	5	3	0	38.432	1	1	3	3	46.412	55	6	8	0	27.837	223	2	6	0	39.041	5	3	1	3	46.520	31	5	7	2	28.207	28	3	1	2	39.041	5	7	3	1	46.741	11	8	0	2
2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6.503	697	1	1	0	28.639	29	0	6	1	39.210	10	6	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8.613	479	0	2	0	28.811	20	4	4	1	39.210	10	1	7	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
9.754	999	2	0	0	28.811	20	3	5	1	39.510	11	5	7	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
13.026	17	2	2	0	29.368	7	0	4	2	39.822	5	6	6	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
13.415	618	1	1	1	29.553	3	6	0	0	39.822	5	1	9	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
13.829	383	1	3	0	30.322	41	5	3	1	40.381	25	4	8	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
14.563	163	0	2	1	30.322	41	2	6	1	40.775	4	8	2	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
15.279	203	3	1	0	30.821	195	4	0	2	40.775	4	4	6	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
17.274	48	0	4	0	30.821	195	3	3	2	40.908	3	5	5	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
17.557	76	2	2	1	32.060	1	4	2	2	41.024	4	3	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
18.165	9	1	3	1	32.595	27	1	5	2	41.169	21	2	4	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
19.300	40	3	1	1	32.947	8	5	5	0	41.169	21	7	5	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
19.592	173	4	0	0	33.134	30	6	2	1	41.621	20	6	6	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
19.592	173	3	3	0	33.134	30	1	7	1	41.621	20	1	9	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
19.875	6	2	4	0	33.970	11	3	7	0	41.761	14	3	7	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
20.926	20	0	4	1	34.433	7	6	4	0	41.993	3	4	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
21.425	48	4	2	0	34.571	5	5	1	2	42.151	2	6	4	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
22.195	385	1	5	0	34.958	37	4	6	1	42.343	1	3	9	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
22.891	8	3	3	1	34.958	37	0	8	0	42.418	1	1	5	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
23.134	131	2	4	1	35.083	23	5	5	1	42.559	4	8	2	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
23.567	104	0	0	2	35.952	148	4	4	2	42.559	4	0	8	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
24.473	22	1	1	2	36.552	149	3	5	2	42.961	1	7	5	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
24.473	22	4	2	1	36.303	21	1	1	3	43.648	1	8	4	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
25.134	54	0	2	2	36.379	25	2	8	0	43.804	5	2	8	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
25.134	54	1	5	1	36.492	35	6	4	1	44.104	68	3	9	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
25.560	560	2	0	2	36.787	10	5	3	2	44.104	68	0	10	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
26.037	66	0	6	0	36.787	10	2	6	2	44.428	31	7	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
26.234	364	4	4	0	36.942	8	7	1	1	44.814	45	4	4	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
26.234	364	3	5	0	36.942	8	0	8	1	44.814	45	3	5	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
27.019	38	2	2	2	38.131	4	2	2	3	45.352	24	8	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
27.426	76	1	3	2	38.131	4	6	0	2	45.844	13	5	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
27.628	382	5	1	1	38.347	1	2	8	1	45.844	13	2	6	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
27.837	223	5	3	0	38.432	1	1	3	3	46.412	55	6	8	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
27.837	223	2	6	0	39.041	5	3	1	3	46.520	31	5	7	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
28.207	28	3	1	2	39.041	5	7	3	1	46.741	11	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
89-0644 Quality: C		Na4.60 [Al4.55 Si43.45 O96] (H2O) 10.36 Sodium Aluminum Silicate Hydrate																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CAS Number:		Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Molecular Weight: 3135.38		Ref: Shiohawa, K., Ito, M., Itabashi, K., Zeolites, 9, 170 (1989)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Volume(CD): 2799.24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Dx: 1.860 Dm:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Sys: Orthorhombic																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Lattice: End-centered																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
S.G.: Cmcm (63)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Cell Parameters:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
a 18.16 b 20.46 c 7.528																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
α β γ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
I/Corr: 1.67																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Rad: CuKα1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Lambda: 1.54060																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Filter:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
d-sp: calculated																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ICSD #: 068447																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Mineral Name:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Mordenite, syn																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>2θ</th> <th>Int</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> <th>2θ</th> <th>Int</th> <th>h</th> <th>k</th> <th>l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6.500</td><td>601</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>29.475</td><td>5</td><td>0</td><td>4</td><td>2</td><td>41.149</td><td>6</td><td>7</td><td>5</td><td>0</td></tr> <tr><td>8.634</td><td>418</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>29.475</td><td>5</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>41.251</td><td>15</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>9.729</td><td>999</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>30.380</td><td>40</td><td>2</td><td>6</td><td>1</td><td>41.378</td><td>8</td><td>5</td><td>7</td><td>1</td></tr> <tr><td>13.021</td><td>15</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>30.828</td><td>113</td><td>4</td><td>0</td><td>2</td><td>41.614</td><td>13</td><td>6</td><td>6</td><td>1</td></tr> <tr><td>13.436</td><td>463</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>30.828</td><td>113</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>41.755</td><td>8</td><td>1</td><td>9</td><td>1</td></tr> <tr><td>13.854</td><td>172</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>32.072</td><td>1</td><td>4</td><td>2</td><td>2</td><td>41.835</td><td>9</td><td>3</td><td>7</td><td>2</td></tr> <tr><td>14.596</td><td>132</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>32.657</td><td>4</td><td>1</td><td>5</td><td>2</td><td>42.040</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>15.245</td><td>122</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>32.808</td><td>3</td><td>4</td><td>6</td><td>0</td><td>42.142</td><td>1</td><td>6</td><td>4</td><td>2</td></tr> <tr><td>17.317</td><td>25</td><td>0</td><td>4</td><td>0</td><td>32.934</td><td>11</td><td>5</td><td>5</td><td>0</td><td>42.249</td><td>1</td><td>4</td><td>8</td><td>1</td></tr> <tr><td>17.570</td><td>93</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>33.039</td><td>11</td><td>6</td><td>2</td><td>1</td><td>42.424</td><td>4</td><td>3</td><td>9</td><td>0</td></tr> <tr><td>18.201</td><td>10</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>33.212</td><td>21</td><td>1</td><td>7</td><td>1</td><td>42.514</td><td>5</td><td>7</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>19.288</td><td>31</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>34.022</td><td>9</td><td>3</td><td>7</td><td>0</td><td>42.514</td><td>5</td><td>1</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td>19.585</td><td>173</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>34.387</td><td>3</td><td>6</td><td>4</td><td>0</td><td>42.699</td><td>7</td><td>0</td><td>8</td><td>2</td></tr> <tr><td>19.585</td><td>173</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>34.561</td><td>2</td><td>5</td><td>1</td><td>2</td><td>44.043</td><td>7</td><td>5</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>20.976</td><td>9</td><td>0</td><td>4</td><td>1</td><td>34.815</td><td>2</td><td>7</td><td>1</td><td>0</td><td>44.217</td><td>39</td><td>3</td><td>9</td><td>1</td></tr> <tr><td>21.386</td><td>39</td><td>4</td><td>2</td><td>0</td><td>35.046</td><td>31</td><td>0</td><td>8</td><td>0</td><td>44.217</td><td>39</td><td>0</td><td>10</td><td>0</td></tr> <tr><td>22.244</td><td>324</td><td>1</td><td>5</td><td>0</td><td>35.046</td><td>31</td><td>5</td><td>5</td><td>1</td><td>44.332</td><td>28</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>22.837</td><td>7</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>35.605</td><td>74</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>44.872</td><td>37</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>23.169</td><td>129</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td>35.605</td><td>74</td><td>3</td><td>5</td><td>2</td><td>44.872</td><td>37</td><td>3</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td>23.618</td><td>95</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>36.110</td><td>1</td><td>3</td><td>7</td><td>1</td><td>45.281</td><td>24</td><td>8</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>24.521</td><td>10</td><td>4</td><td>2</td><td>1</td><td>36.457</td><td>26</td><td>2</td><td>8</td><td>0</td><td>45.386</td><td>15</td><td>2</td><td>10</td><td>0</td></tr> <tr><td>24.521</td><td>10</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>36.457</td><td>26</td><td>6</td><td>4</td><td>1</td><td>45.881</td><td>10</td><td>5</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>24.857</td><td>4</td><td>5</td><td>1</td><td>0</td><td>36.882</td><td>6</td><td>7</td><td>1</td><td>1</td><td>45.881</td><td>10</td><td>0</td><td>10</td><td>1</td></tr> <tr><td>25.189</td><td>40</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>36.882</td><td>6</td><td>2</td><td>6</td><td>2</td><td>45.960</td><td>9</td><td>2</td><td>6</td><td>3</td></tr> <tr><td>25.189</td><td>40</td><td>1</td><td>5</td><td>1</td><td>37.084</td><td>2</td><td>0</td><td>8</td><td>1</td><td>46.429</td><td>50</td><td>6</td><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>25.537</td><td>495</td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>38.203</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>46.564</td><td>28</td><td>7</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>26.102</td><td>58</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td><td>38.515</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>46.764</td><td>20</td><td>9</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>26.257</td><td>266</td><td>4</td><td>4</td><td>0</td><td>38.978</td><td>2</td><td>7</td><td>3</td><td>1</td><td>46.764</td><td>20</td><td>6</td><td>6</td><td>2</td></tr> <tr><td>26.257</td><td>266</td><td>3</td><td>5</td><td>0</td><td>39.152</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>2</td><td>46.899</td><td>14</td><td>9</td><td>3</td><td>0</td></tr> <tr><td>27.061</td><td>24</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>39.301</td><td>4</td><td>1</td><td>7</td><td>2</td><td>46.899</td><td>14</td><td>1</td><td>9</td><td>2</td></tr> <tr><td>27.583</td><td>284</td><td>5</td><td>1</td><td>1</td><td>39.529</td><td>10</td><td>5</td><td>7</td><td>0</td><td>47.048</td><td>8</td><td>2</td><td>10</td><td>1</td></tr> <tr><td>27.795</td><td>113</td><td>5</td><td>3</td><td>0</td><td>39.655</td><td>6</td><td>8</td><td>0</td><td>0</td><td>47.048</td><td>8</td><td>5</td><td>9</td><td>0</td></tr> <tr><td>28.231</td><td>9</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>40.433</td><td>12</td><td>4</td><td>8</td><td>0</td><td>47.359</td><td>17</td><td>4</td><td>8</td><td>2</td></tr> <tr><td>28.709</td><td>27</td><td>0</td><td>6</td><td>1</td><td>40.824</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>2</td><td>47.573</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>28.812</td><td>20</td><td>4</td><td>4</td><td>1</td><td>40.928</td><td>6</td><td>5</td><td>5</td><td>2</td><td>48.001</td><td>12</td><td>1</td><td>7</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>		2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	6.500	601	1	1	0	29.475	5	0	4	2	41.149	6	7	5	0	8.634	418	0	2	0	29.475	5	6	0	0	41.251	15	2	4	3	9.729	999	2	0	0	30.380	40	2	6	1	41.378	8	5	7	1	13.021	15	2	2	0	30.828	113	4	0	2	41.614	13	6	6	1	13.436	463	1	1	1	30.828	113	3	3	2	41.755	8	1	9	1	13.854	172	1	3	0	32.072	1	4	2	2	41.835	9	3	7	2	14.596	132	0	2	1	32.657	4	1	5	2	42.040	3	4	2	3	15.245	122	3	1	0	32.808	3	4	6	0	42.142	1	6	4	2	17.317	25	0	4	0	32.934	11	5	5	0	42.249	1	4	8	1	17.570	93	2	2	1	33.039	11	6	2	1	42.424	4	3	9	0	18.201	10	1	3	1	33.212	21	1	7	1	42.514	5	7	1	2	19.288	31	3	1	1	34.022	9	3	7	0	42.514	5	1	5	3	19.585	173	4	0	0	34.387	3	6	4	0	42.699	7	0	8	2	19.585	173	3	3	0	34.561	2	5	1	2	44.043	7	5	1	3	20.976	9	0	4	1	34.815	2	7	1	0	44.217	39	3	9	1	21.386	39	4	2	0	35.046	31	0	8	0	44.217	39	0	10	0	22.244	324	1	5	0	35.046	31	5	5	1	44.332	28	7	3	2	22.837	7	3	3	1	35.605	74	4	4	2	44.872	37	4	4	3	23.169	129	2	4	1	35.605	74	3	5	2	44.872	37	3	5	3	23.618	95	0	0	2	36.110	1	3	7	1	45.281	24	8	4	1	24.521	10	4	2	1	36.457	26	2	8	0	45.386	15	2	10	0	24.521	10	1	1	2	36.457	26	6	4	1	45.881	10	5	3	3	24.857	4	5	1	0	36.882	6	7	1	1	45.881	10	0	10	1	25.189	40	0	2	2	36.882	6	2	6	2	45.960	9	2	6	3	25.189	40	1	5	1	37.084	2	0	8	1	46.429	50	6	8	0	25.537	495	2	0	2	38.203	3	2	2	3	46.564	28	7	2	2	26.102	58	0	6	0	38.515	1	1	3	3	46.764	20	9	1	1	26.257	266	4	4	0	38.978	2	7	3	1	46.764	20	6	6	2	26.257	266	3	5	0	39.152	5	6	2	2	46.899	14	9	3	0	27.061	24	2	2	2	39.301	4	1	7	2	46.899	14	1	9	2	27.583	284	5	1	1	39.529	10	5	7	0	47.048	8	2	10	1	27.795	113	5	3	0	39.655	6	8	0	0	47.048	8	5	9	0	28.231	9	3	1	2	40.433	12	4	8	0	47.359	17	4	8	2	28.709	27	0	6	1	40.824	3	4	2	2	47.573	5	6	2	3	28.812	20	4	4	1	40.928	6	5	5	2	48.001	12	1	7	3
2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6.500	601	1	1	0	29.475	5	0	4	2	41.149	6	7	5	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8.634	418	0	2	0	29.475	5	6	0	0	41.251	15	2	4	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
9.729	999	2	0	0	30.380	40	2	6	1	41.378	8	5	7	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
13.021	15	2	2	0	30.828	113	4	0	2	41.614	13	6	6	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
13.436	463	1	1	1	30.828	113	3	3	2	41.755	8	1	9	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
13.854	172	1	3	0	32.072	1	4	2	2	41.835	9	3	7	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
14.596	132	0	2	1	32.657	4	1	5	2	42.040	3	4	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
15.245	122	3	1	0	32.808	3	4	6	0	42.142	1	6	4	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
17.317	25	0	4	0	32.934	11	5	5	0	42.249	1	4	8	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
17.570	93	2	2	1	33.039	11	6	2	1	42.424	4	3	9	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
18.201	10	1	3	1	33.212	21	1	7	1	42.514	5	7	1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
19.288	31	3	1	1	34.022	9	3	7	0	42.514	5	1	5	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
19.585	173	4	0	0	34.387	3	6	4	0	42.699	7	0	8	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
19.585	173	3	3	0	34.561	2	5	1	2	44.043	7	5	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
20.976	9	0	4	1	34.815	2	7	1	0	44.217	39	3	9	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
21.386	39	4	2	0	35.046	31	0	8	0	44.217	39	0	10	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
22.244	324	1	5	0	35.046	31	5	5	1	44.332	28	7	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
22.837	7	3	3	1	35.605	74	4	4	2	44.872	37	4	4	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
23.169	129	2	4	1	35.605	74	3	5	2	44.872	37	3	5	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
23.618	95	0	0	2	36.110	1	3	7	1	45.281	24	8	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
24.521	10	4	2	1	36.457	26	2	8	0	45.386	15	2	10	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
24.521	10	1	1	2	36.457	26	6	4	1	45.881	10	5	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
24.857	4	5	1	0	36.882	6	7	1	1	45.881	10	0	10	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
25.189	40	0	2	2	36.882	6	2	6	2	45.960	9	2	6	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
25.189	40	1	5	1	37.084	2	0	8	1	46.429	50	6	8	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
25.537	495	2	0	2	38.203	3	2	2	3	46.564	28	7	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
26.102	58	0	6	0	38.515	1	1	3	3	46.764	20	9	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
26.257	266	4	4	0	38.978	2	7	3	1	46.764	20	6	6	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
26.257	266	3	5	0	39.152	5	6	2	2	46.899	14	9	3	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
27.061	24	2	2	2	39.301	4	1	7	2	46.899	14	1	9	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
27.583	284	5	1	1	39.529	10	5	7	0	47.048	8	2	10	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
27.795	113	5	3	0	39.655	6	8	0	0	47.048	8	5	9	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
28.231	9	3	1	2	40.433	12	4	8	0	47.359	17	4	8	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
28.709	27	0	6	1	40.824	3	4	2	2	47.573	5	6	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
28.812	20	4	4	1	40.928	6	5	5	2	48.001	12	1	7	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	