

**ANALISIS MINYAK ZAITUN, SAWIT, BABI, DAN CAMPURAN
BERBASIS DATA FTIR DENGAN KUALIFIKASI
MENGUNAKAN PCA DAN CA**

SKRIPSI

Oleh:

FIKI HURUM MAQSUROH

NIM. 14640011



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

**ANALISIS MINYAK ZAITUN, SAWIT, BABI, DAN CAMPURAN
BERBASIS DATA FTIR DENGAN KUALIFIKASI
MENGUNAKAN PCA DAN CA**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

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

Oleh:

**FIKI HURUM MAQSUROH
NIM.14640011**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS MINYAK ZAITUN, SAWIT, BABI, DAN CAMPURAN BERBASIS DATA FTIR DENGAN KUALIFIKASI MENGUNAKAN PCA DAN CA

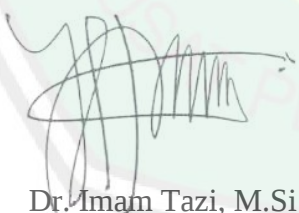
SKRIPSI

Oleh:

Fiki Hurum Maqsuroh
NIM. 14640011

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji,
Tanggal: 31 Oktober 2018

Pembimbing I



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

Pembimbing II



Umaiatus Syarifah, M.A.
NIP. 19820925 200901 2 005



Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS MINYAK ZAITUN, SAWIT, BABI, DAN CAMPURAN BERBASIS DATA FTIR DENGAN KUALIFIKASI MENGUNAKAN PCA DAN CA

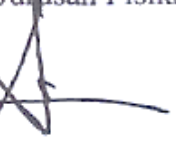
SKRIPSI

Oleh:
Fiki Hurum Maqsuroh
NIM. 14640011

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 31 Oktober 2018

Penguji Utama :	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Ketua Penguji :	<u>Muthmainnah, M.Si</u> NIP. 20140201 2402	
Sekretaris Penguji :	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Anggota Penguji :	<u>Umayyatus Syarifah, M.A.</u> NIP. 19820925 200901 2 005	

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika


Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003



HALAMAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

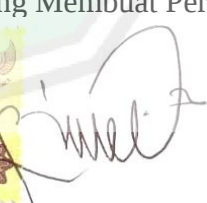
Nama : Fiki Hurum Maqsuroh
NIM : 14640011
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains Dan Teknoogi
Judul Penelitian : Analisis Minyak Zaitun, Sawit, Babi, dan Campuran Berbasis Data FTIR dengan Kualifikasi Menggunakan PCA dan CA

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber kutipan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 28 Novenber 2018
Yang Membuat Pernyataan,




Fiki Hurum Maqsuroh
NIM. 14640011

MOTTO

Harga kebaikan manusia diukur dari apa yang telah ia lakukan terhadap sesama,
lingkungan, dan Tuhannya- *Ali Bin Abi Thalib*

Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil; semua akan terjawab
setelah kita mengerjakannya dengan baik dan sungguh-sungguh- *Evelyn Underhill*



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur sedalam-dalamnya penulis persembahkan

Karya tulis ini teruntuk kedua orangtua tercinta,

‘Ayahanda Jumangin dan Ibunda Siti Suwaibah ’

Yang telah sabar mendidik saya dan membiayai hidup serta sekolah saya hingga bisa menyelesaikan tingkat perkuliahan saat ini.

Tiada kata yang dapat menggambarkan betapa hebatnya kalian, semoga hadiah kecil yang berupa gelar S.Si ini bisa memngukir senyum bahagia di wajah kalian, serta menjadi jembatan kesuksesan dan tabungan amal jariyah ibu dan ayah.

Terima kasih atas doa, restu dan dukungan yang tiada henti,

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Analisis Minyak Zaitun, Sawit, Babi dan Campuran Berbasis Data FTIR dengan Kualifikasi Menggunakan PCA dan CA”. Tidak lupa pula shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun umatnya dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang, yang penuh dengan ilmu pengetahuan luar biasa saat ini.

Dengan ini penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini tidak lupa juga penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam kegiatan penelitian maupun dalam penyusunan penulisan skripsi ini.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Imam Tazi, M.Si dosen pembimbing skripsi, yang memberikan banyak kesabaran, waktu dan ilmu dalam membimbing penulis agar skripsi ini tersusun dengan baik dan benar.
5. Umaiyyatus Syarifah, M.A selaku dosen pembimbing agama, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan bidang integrasi Sains dan al-Quran serta Hadits.
6. Farid Samsu Hananto, M.T dan Muthmainnah, M.Si selaku dosen penguji, yang bersedia meluangkan waktunya untuk menguji dan memberikan kritik serta saran dalam perbaikan skripsi ini.

7. Segenap sivitas akademika Jurusan Fisika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
8. Kedua orang tua tercinta, ayahanda Jumangin dan ibunda Siti Suwaibah dan adik Maulida Ramadlotul husnah serta keluarga yang slalu mendoakan, menjadi panutan serta memberi restu dan dukungan yang berharga.
9. Athi Inayah dan Sigma Nur Rismawati sebagai teman diskusi yang telah membantu, menemani dan memberikan semangat serta dukungan selama penulisan skripsi ini.
10. Seluruh anggota sensor team sebagai tim penelitian yang selalu memotivasi sehingga segera terselesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman Fisika angkatan 2014 dan teman-teman Biofisika yang selalu kompak dan memberi dukungan.
12. Dwi Hidayani, Sholehudin Ahmad, Ahmad Syariffudin yang selalu menghibur, memberi semangat, serta mendoakan.
13. Luqman Nur Aziz yang selalu menemani dan siap sedia membantu kapanpun dan dimanapun serta selalu memberikan do'a dan semangat.
14. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan bantuan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kekeliruan dikarenakan keterbatasan kemampuan. Dengan kerendahan hati, segala kritik dan saran yang bersifat membangun, sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat menambah khasanah pustaka dan bermanfaat bagi orang lain.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 15 November 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Lemak dan Minyak	7
2.2 Minyak Zaitun	13
2.3 Minyak Sawit	17
2.4 Minyak Babi	20
2.5 Fourier Transform Infrared (FTIR)	21
2.6 Principal Component Analysis (PCA)	27
2.7 Cluster Analisis (CA)	28
BAB III METODOLIGI PENELITIAN	32
3.1 Jenis Penelitian	32
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	32
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	32
3.3.1 Alat Penelitian	32
3.3.2 Bahan Penelitian	33
3.4 Prosedur Kerja	33
3.5 Preparasi Sampel	34
3.5.1 Minyak Zaitun 100%	34
3.5.2 Minyak Sawit 100%	35
3.5.3 Minyak Babi 100%	35
3.5.4 Zaitun 50% + Babi 50%	35
3.5.5 Sawit 50% + Babi 50%	36
3.6 Petunjuk Operasional Alat FTIR	36
3.6.1 Menghidupkan Instrumen	36
3.6.2 Pengoperasian	36
3.6.3 Mematikan Instrumen	38
3.7 Analisis Data	38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Preparasi sampel.....	40
4.2 Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR	42
4.3 Analisis Hasil Pengolahan Data PCA	47
4.4 Hasil Pengolahan Data CA.....	49
4.5 Pembahasan	51
4.5.1 Pengolahan Data PCA.....	54
4.5.2 Pengolahan Data CA	59
4.6 Minyak Sawit, Minyak Zaitun, dan Minyak Babi dalam Perspektif Islam...	63
BAB V PENUTUP	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk <i>trans</i> pada asam elaidat (asam trans-9-oktadekenoat)	10
Gambar 2.2	Bentuk <i>cis</i> pada asam oleat (asam cis-9-oktadekenoat)	11
Gambar 2.3	Penyusun buah kelapa sawit	19
Gambar 2.4	Perkembangan penggunaan minyak sawit untuk aplikasi pangan dan non-pangan	19
Gambar 2.5	Spektrum <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	23
Gambar 2.6	Skema interferometer michelson	24
Gambar 2.7	Vektor listrk pada gelombang cahaya	26
Gambar 2.8	Dendogram hasil analisis kluster	30
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	34
Gambar 4.1	Sampel minyak yang telah dimasukkan ke dalam wadah berlabel	40
Gambar 4.2	Spektrum FTIR minyak babi 100% (1), (2), (3)	43
Gambar 4.3	Spektrum FTIR minyak filma 100% (1), (2), dan (3)	43
Gambar 4.4	Spektrum FTIR minyak zaitun 100% (1), (2), dan (3)	44
Gambar 4.5	Spektrum FTIR minyak zaitun 50% + minyak babi 50%	44
Gambar 4.6	Spektrum FTIR minyak sawit (filma) 50% + babi 50%	45
Gambar 4.7	Kolom analisis PCA	48
Gambar 4.8	Kolom analisis CA	50
Gambar 4.9	Spektrum FTIR	53
Gambar 4.10	<i>Scree</i> plot puncak gugus fungsi	55
Gambar 4.11	<i>Score</i> plot PCA	56
Gambar 4.12	Plot 3 dimensi PCA	58
Gambar 4.13	Dendogram <i>Cluster Analysis</i> (CA)	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Asam-asam lemak jenuh pada tumbuhan dan hewan	12
Tabel 2.2 Asam-asam lemak tak jenuh pada tumbuhan dan hewan	13
Tabel 2.3 Kandungan nutrisi per cangkir minyak zaitun (216 gr)	16
Tabel 2.4 Struktur asam lemak yang terdapat dalam minyak kelapa sawit	20
Tabel 2.5 Klasifikasi ilmiah babi	20
Tabel 2.6 Sifat fisik minyak babi	21
Tabel 3.1 Rencana pengambilan data hasil penelitian	39
Tabel 4.1 Perbandingan konsentrasi sampel	41
Tabel 4.2 Gugus fungsi yang terdapat dalam setiap sampel	46
Tabel 4.3 Analisis eigen matriks korelasi	49
Tabel 4.4 Partisi akhir (<i>Final Partition</i>)	51
Tabel 4.5 Langkah-langkah pengelompokan (<i>Amalgamation Steps</i>)	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pengambilan data.....
Lampiran 2	Nilai PC
Lampiran 3	Nilai transmitan spektroskopi FTIR minyak babi 100%
Lampiran 4	Nilai transmitan spektroskopi FTIR minyak filma 100%
Lampiran 5	Nilai transmitan spektroskopi FTIR minyak zaitun 100%
Lampiran 6	Nilai transmitan spektroskopi FTIR minyak zaitun 50% + minyak babi 50%
Lampiran 7	Nilai transmitan spektroskopi FTIR minyak filma 50% + minyak babi 50%

ABSTRAK

Maqsurroh, Fiki Hurum. 2018. **Analisis Minyak Zaitun, Sawit, Babi, dan Campuran Berbasis Data FTIR dengan Kualifikasi Menggunakan PCA dan CA.** Skripsi, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, Pembimbing: (I) Dr. Imam Tazi, M. Si. (II) Umayyatus Syarifah, M.A.

Kata Kunci: Minyak Zaitun, Minyak Sawit, Minyak Babi, Spektroskopi FTIR, Principal Component Analysis (PCA), Cluster Analysis (CA)

Minyak zaitun, minyak sawit, dan minyak babi memiliki warna, bau, dan rasa yang relatif sama, sehingga akan sulit dibedakan dengan menggunakan panca indra manusia, hal ini memicu munculnya kekhawatiran masyarakat perihal kemurnian dan kehalalan minyak goreng yang di konsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan minyak zaitun, minyak sawit, minyak babi, dan campurannya dengan FTIR. FTIR adalah alat yang menggunakan prinsip spektroskopi dengan sinar *infrared*. Spektroskopi FTIR dapat menganalisis perbedaan minyak zaitun, minyak sawit, minyak babi dan minyak campuran berdasarkan komposisi gugus fungsi. *Fourier Transform Infrared* (FTIR) yang digunakan pada penelitian ini termasuk kedalam jenis sinar *infrared* menengah yang berada dalam rentang bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} . Hasil data yang diperoleh dari analisis FTIR berupa grafik spektrum. Spektrum FTIR minyak zaitun, minyak sawit, minyak babi, dan minyak campuran dapat dibedakan dengan menggunakan metode klasifikasi *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Cluster Analysis* (CA). Pengklasifikasian dengan PCA menghasilkan reduksi data 2 dan 4 dimensi yang mewakili seluruh data. Nilai proporsi untuk PC1 sebesar 87,1% dan nilai proporsi untuk PC2 sebesar 91%, serta nilai kumulatif dari PC1 dan PC2 sebesar 96.1%. Pengklasifikasian dengan CA memiliki nilai jarak rata-rata dari *centroid* sebesar 2,95070 pada *Euclidean distance*.

ABSTRACT

Maqsuroh, Fiki Hurum. 2018. **Analysis of Olive Oil, Palm Oil, Pork Oil, and Mixture Based on FTIR with Qualifications Using PCA and CA**. Essay, Physics Department, Science and Technology Faculty, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang, Advisor: (I) Dr. Imam Tazi, M. Si. (II) Umayyatus Syarifah, M.A.

Keywords: Olive Oil, Palm Oil, Pork Oil, FTIR Spectroscopy, Principal Component Analysis (PCA), Cluster Analysis (CA)

Olive oil, palm oil and pork oil have the relatively same of the color, smell and taste, so that it will be difficult to distinguish by using the five human senses only, this causes people to worry about the purity and halal of cooking oil consumed. This research to analyze differences of olive oil, palm oil, pork oil, and mixture with FTIR. FTIR is a device that uses spectroscopic principles with infrared. FTIR spectroscopy can analyze differences of olive oil, palm oil, pork oil and mixtures based on the functional group composition. Fourier Transform Infrared (FTIR) used for this research is mid-infrared at regions wavelength $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$. The result of data obtained from FTIR analyses are in the form of spectrum graph. FTIR spectrum of olive oil, palm oil, pork oil, and mixed oil can be differentiated using classification of principal component analysis (PCA) and cluster analysis (CA) methods. Classification with PCA produces 2 and 4 dimensional data reductions that represent all data. The proportion value for PC1 was 87.1% and the proportion value for PC2 was 91%, and the cumulative value of PC1 and PC2 was 96.1%. Classification with CA has an average distance from the centroid of 2.95070 on Euclidean distance.

ملخص البحث

مقصورة ، فيكي حور. 2018. تحليل زيت الزيتون ، النخيل ، الخنزير والمختلطة القائمة على البيانات FTIR تحويل فورييه الأشعة تحت الحمراء مع المؤهلات باستخدام PCA و CA. البحث الجامعي ، قسم الفيزياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج ، الاشراف: (الاول) الدكتور إمام تازي ، الماجستير ، وأمية الشريفة، الماجستير

الكلمات المفتاحية: زيت الزيتون ، زيت النخيل ، زيت الخنزير، مطياف FTIR، تحليل المكونات الرئيسية (PCA) ، تحليل الكتلة (CA)

زيت الزيتون وزيت النخيل وزيت الخنزير لهم اللون والرائحة والطعم سواء نسيا، لذا سيكون ان يصعب باستخدام الحواس الخمس للبشر، وهذا يثير القلق العام عن نقاء وحلال زيت الطهي. يهدف هذا البحث إلى تحليل الاختلافات لزيت الزيتون وزيت النخيل وزيت الخنازير والمختلطة مع FTIR. FTIR هو آلة التي تستخدم المبادئ الطيفية مع ضوء الأشعة تحت الحمراء. الطيفي FTIR يمكن أن يحلل الاختلافات لزيت الزيتون وزيت النخيل وزيت الخنزير والزيت المختلطة القائمة على تركيبة المجموعة الوظيفية. شمل (Fourier Transform Infrared (FTIR على نوع الأشعة تحت الحمراء المتوسطة التي تكون في نطاق عدد الموجات من 400-4000 سم⁻¹. نتائج البيانات التي حصلت عليها من تحليل FTIR هي في شكل رسوم بيانية للطيف. الطيف FTIR لزيت الزيتون وزيت النخيل وزيت الخنازير والزيت المختلطة يمكن أن يميز باستخدام أساليب تصنيف تحليل المكونات الرئيسية (PCA) والتحليل الكتلة (CA). التصنيف مع PCA حصل 2 و 4 الأبعاد التي تمثل جميع البيانات. وبلغت قيمة نسبة PC1 87.1 % وكانت قيمة نسبة PC2 91 % ، وكانت القيمة التراكمية PC1 و PC2 هي 96.1 % .التصنيف مع CA لديه مسافة متوسطة من النقطة الوسطى بقدرة 2.95070 في المسافة الإقليدية *Euclidean distance*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu kebutuhan pokok manusia yakni kebutuhan pangan. Makanan merupakan bahan yang sangat dibutuhkan oleh setiap manusia guna memenuhi asupan energi dalam tubuh. Makanan memiliki dua jenis bahan, yaitu bahan pangan mentah dan bahan pangan matang. Contoh bahan pangan matang yang bisa langsung dikonsumsi tanpa diolah terlebih dahulu yaitu buah-buahan, sedangkan contoh bahan pangan mentah yaitu minyak goreng.

Minyak goreng sering digunakan untuk memasak makanan. Memasak makanan dengan cara digoreng diyakini memiliki cita rasa yang lebih gurih, sehingga minyak goreng menjadi bahan yang digemari oleh masyarakat. Minyak goreng ada yang terbuat dari lemak hewan (hewani), contohnya adalah minyak babi dan minyak goreng yang terbuat dari tumbuhan (nabati), contohnya minyak zaitun dan minyak sawit.

Minyak sawit merupakan minyak yang berasal dari buah kelapa sawit. Minyak ini bersifat semi padat jika diletakkan dalam suhu kamar. Minyak tersebut diperoleh dengan menggunakan metode fraksinasi kering, dimana metode tersebut akan memisahkan minyak sawit menjadi *olein* sawit cair dan *stearin* sawit padat dengan cara pendinginan. Sebagian besar komposisi dari minyak sawit adalah TAG *palmitate* dan asam oleat.

Minyak zaitun (*olive oil*) adalah sari lemak yang berasal dari buah zaitun dan dapat dikonsumsi dengan pengolahan yang tepat. Minyak zaitun merupakan salah

satu minyak yang paling digemari di seluruh dunia. Minyak zaitun mengandung asam lemak tak jenuh tunggal (*Mono-Unsaturated Fatty Acid/MUFA*) yang tinggi, terutama asam oleat yang dipercaya baik untuk kesehatan. Selain itu, minyak zaitun juga memiliki beberapa komponen minor yang sangat penting bagi aktivitas biologis dalam tubuh manusia.

Minyak babi merupakan minyak yang berasal dari jaringan tubuh babi. Minyak babi juga digunakan sebagai makanan atau sebagai bahan mentah untuk membuat makanan, hal tersebut dikarenakan minyak babi mengandung kalori yang tinggi dan asam lemak esensial yang diperlukan untuk pengembangan jaringan manusia. Dalam mengkonsumsi minyak babi perlu dipertimbangkan dengan memperhatikan dua sisi, yakni dari sudut pandang agama dan ekonomi. Dalam segi ekonomi, lemak babi merupakan minyak dengan kualitas rendah sehingga memiliki harga yang terjangkau. Minyak ini kerap digunakan sebagai campuran minyak yang memiliki kualitas lebih baik serta harga jual tinggi guna meminimalisir biaya produksi sehingga menghasilkan keuntungan yang besar. (Al-Qaradhawi, 1995). Perbuatan tersebut merupakan pelanggaran yang tidak sesuai menurut hukum dan Islam, seperti yang disinggung dalam Quran Surah Hud ayat 85, yang berbunyi:

وَيَا قَوْمِ أَوفُوا بِالْمِيزَانِ ۖ وَلَا تَبْخَسُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ وَلَا تَعْتُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ

“Dan Syu’aib berkata “ Hai kaumku, cukupkanlah takaran dan timbangan dengan adil, dan janganlah kamu merugikan manusia terhadap hak-hak mereka dan janganlah kamu membuat kejahatan di muka bumi dengan membuat kerusakan” (QS Hud (11): 85).

Terdapat lafadz “أَوْفُوا الْمِكْيَالَ وَالْمِيزَانَ بِالْقِسْطِ” yang artinya “cukupkanlah takaran dan timbangan dengan adil”. Menurut tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa Nabi Syu'aib memerintahkan umatnya untuk mencukupkan takaran dan timbangan secara adil, baik disaat mereka mengambil ataupun memberi. Ayat tersebut menjelaskan bahwa melakukan kecurangan saat memberikan takaran dan timbangan dalam suatu hal, seperti mencampur minyak sawit dan minyak zaitun dengan minyak babi yang hukumnya haram adalah perbuatan yang merugikan manusia. Masyarakat awam tidak mengetahui bahwa minyak yang mereka beli telah dicurangi takarannya dengan dicampur minyak babi. Karena tindakan tersebut banyak masyarakat yang menjadi korban. Hal tersebut dikarenakan masyarakat tidak bisa membedakan minyak zaitun dan sawit murni dengan yang telah dicampur minyak babi karena karakteristik fisiknya sama, sehingga sukar untuk dibedakan dengan panca indra manusia (Ghoffar, 2004).

Hal tersebut memicu kekhawatiran masyarakat perihal kemurnian dan kehalalan minyak goreng yang beredar dipasaran. Untuk membedakan ketiga minyak tersebut dibutuhkan analisa dengan tingkat akurasi dan sensitivitas yang tinggi. Oleh karena itu untuk membedakan ketiga minyak tersebut secara akurat, dibutuhkan bantuan alat yang mampu menganalisis komposisi gugus fungsi yang terkandung di dalam minyak tersebut.

Teknologi dari masa ke masa selalu berkembang, hal tersebut ditandai dengan munculnya berbagai macam alat yang dapat mempermudah kerja manusia. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk menganalisa gugus fungsi suatu sampel yakni FTIR (*Fourier Transform Infrared*). FTIR adalah alat yang

menggunakan prinsip spektroskopi dengan sinar *infrared*. FTIR telah digunakan oleh Gullen dan Cabo pada tahun 1997 dalam penelitiannya, yakni untuk mengkarakterisasi minyak babi. Karakterisasi minyak babi ini diteliti dengan menggunakan *Potassium bromide* (KBr) sebagai pembantu agar sampel mudah diteliti dan dalam penelitian dilakukan beberapa kali pengulangan dan didapatkan bahwa hasil bilangan gelombangnya sama (konstan). Tahun 2010 dilakukan penelitian tentang klasifikasi minyak nabati dan lemak hewani dengan menggunakan alat FTIR yang dilakukan oleh Yakoob dkk, pada penelitian tersebut analisa data FTIR spektroskopi dikombinasi dengan metode PCA dan CA. Penggabungan metode tersebut mampu membedakan dan mengklasifikasikan perbedaan minyak hewani dan minyak nabati dengan lebih jelas. Selain itu, teknik penggabungan tersebut ini cepat dan tidak memerlukan persiapan sampel yang berlebihan, serta tidak menggunakan reagen dan pelarut berbahaya, sehingga lebih ramah lingkungan (*Green Analytical Technique*) (Che, Rohman, dan Mansor. 2011).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dipaparkan pada paragraf sebelumnya, dijelaskan bahwa FTIR dapat digunakan untuk menganalisa perbedaan gugus fungsi setiap sampel. Spektrum FTIR memiliki pola yang relatif sama, sehingga sangat sulit untuk melakukan pengklasifikasian dengan mengamati spektrum FTIR. Dibutuhkan metode lain guna mempermudah pengklasifikasian sampel. Berdasarkan penelitian sebelumnya, analisis FTIR yang dikolaborasikan dengan menggunakan metode PCA dan CA menunjukkan hasil yang lebih spesifik dan akurat. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan

analisis sampel minyak zaitun, minyak sawit, minyak babi dan campuran dengan menggunakan alat FTIR dengan metode klasifikasi *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Current Analisis* (CA).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana analisis transmittan minyak zaitun, sawit, babi, dan campuran berbasis data *Fourier Transform Infrared* (FTIR)?
2. Bagaimana analisis minyak Zaitun, sawit, babi, dan campuran berbasis data *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Cluster Analysis* (CA)?
3. Bagaimana efektivitas hasil analisis minyak zaitun, sawit, babi dan campuran berbasis data *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Cluster Analysis* (CA)?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui hasil analisis transmittan minyak zaitun, sawit, babi dan campuran berbasis data *Fourier Transform Infrared* (FTIR).
2. Untuk mengetahui hasil analisis minyak zaitun, sawit, babi, dan campuran berbasis data *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Cluster Analysis* (CA).
3. Untuk mengetahui efektivitas hasil analisis minyak zaitun, sawit, babi dan campuran berbasis data *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dengan metode *Principal Component Analisis* (PCA) dan *Cluster Analisis* (CA).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui kegunaan alat FTIR untuk analisis minyak zaitun, minyak sawit, minyak babi dan campurannya.
2. Dapat membedakan sampel minyak zaitun, sawit dan babi murni dan sampel minyak yang telah dicampur berdasarkan nilai absorban/transmitan.
3. Dapat memberikan informasi mengenai penggunaan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dalam membedakan sampel minyak sawit, minyak zaitun, dan minyak babi dengan metode kualifikasi menggunakan PCA dan CA.

1.5 Batasan Masalah

1. Sampel yang digunakan hanya minyak sawit, minyak zaitun, dan minyak babi.
2. Data yang dianalisis fokus terhadap bilangan gelombang dan absorbansi/transmitan.
3. Metode kualifikasi yang digunakan PCA dan CA dengan menggunakan aplikasi Minitab.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lemak dan Minyak

Minyak adalah campuran kompleks dari berbagai macam senyawa, terutama *trigliserida* (tag), *diacylglycerols* (DGs), *free fatty acid* (FFAs), fosfolipid, dan komponen lainnya. Senyawa yang paling berpengaruh dalam minyak yaitu tag, atau dalam istilah kimianya disebut *gliserol esterified* dengan asam lemak (FAs). Salah satu kelompok golongan lipid adalah lemak dan minyak. Lipid adalah senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya dietil eter ($C_2H_5OC_2H_5$), kloroform ($CHCl_3$), *benzene*, dan hidrokarbon lainnya (Julianti, 2002).

Minyak goreng merupakan salah satu bahan pangan yang memiliki komposisi utama trigliserida yang berasal dari bahan nabati dengan atau tanpa perubahan kimiawi termasuk hidrogenasi, pendinginan dan telah melalui proses rafinasi atau pemurnian yang digunakan untuk menggoreng. Minyak goreng tersusun atas asam lemak berbeda yaitu sekitar dua puluh jenis asam lemak. Setiap minyak atau lemak tidak ada yang hanya tersusun atas satu jenis asam lemak, karena minyak atau lemak selalu ada dalam bentuk campuran dari beberapa asam lemak. Asam lemak yang dikandung oleh minyak sangat menentukan mutu dari minyak, karena asam lemak tersebut menentukan sifat kimia dan stabilitas minyak (Noriko, dkk, 2012).

Minyak dan lemak memiliki beberapa sifat-sifat fisik. Keduanya memiliki struktur kimia yang serupa, akan tetapi memiliki sifat-sifat fisik yang beragam, yaitu (Gaman dan Sherrington, 1994):

1. Minyak dan lemak tidak larut ke dalam air. Hal tersebut dikarenakan adanya asam lemak karbon berantai panjang dan tidak adanya gugus-gugus polar.
2. Lemak dan minyak pada umumnya mencair pada rentang suhu 30-40°C. Jika lemak atau minyak dipanaskan hingga mencapai suhu tertentu maka akan mengalami dekomposisi dan menghasilkan kabut berwarna biru atau menghasilkan asap yang memiliki aroma tidak sedap. Kondisi tersebut disebut sebagai titik asap. Pada umumnya lemak dan minyak akan berasap bila dipanaskan pada suhu diatas 200°C (minyak nabati memiliki titik lebih tinggi dari minyak hewani). Kemudian jika lemak dan minyak dipanaskan kembali dengan suhu yang lebih tinggi dari titik asap dan pada saat mencapai suhu tertentu ternyata lemak dan minyak menghasilkan percikan api atau terbakar, maka suhu tersebut dikenal sebagai titik nyala lemak dan minyak.
3. Bersifat plastis pada suhu tertentu, lunak dan dapat dioleskan. Plastisitas lemak dan minyak dikarenakan adanya campuran trigliserida yang memiliki titik cair berbeda-beda. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada suatu suhu tertentu, sebagian lemak dan minyak berbentuk cair dan sebagian lagi dalam bentuk kristal-kristal padat. Kristal-kristal padat tersebut yang menjadikan lemak dan minyak bersifat plastis.

4. Lemak dan minyak dapat mengalami kerusakan yang menimbulkan bau tengik. Terdapat dua reaksi yang menyebabkan ketengikan pada lemak dan minyak, yaitu:

a. Oksidasi

Terjadi sebagai hasil reaksi antara trigliserida tidak jenuh dan oksigen dari udara. Molekul oksigen bergabung pada ikatan ganda molekul trigliserida dan dapat terbentuk berbagai senyawa yang menimbulkan ketengikan yang memiliki aroma tidak sedap. Oksidasi dapat dipercepat oleh panas, cahaya dan logam-logam yang memiliki konsentrasi sangat kecil, khususnya tembaga.

b. Hidrolisis

Proses hidrolisis yakni berawal dari Enzim Lipase yang menghidrolisis lemak dan kemudian terpecah menjadi gliserol dan asam lemak, berikut proses alur hidrolisis:

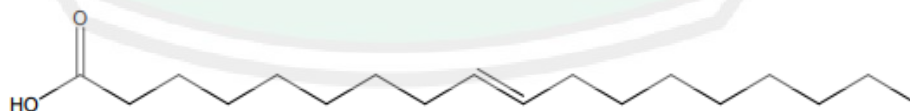


Ketengikan dalam proses hidrolisis dapat terjadi jika lemak atau minyak dipanaskan dalam keadaan ada air, misalnya pada penggorengan bahan makanan yang lembab. Ketengikan dapat dikurangi dengan menyimpan lemak dan minyak dalam tempat yang sejuk dan tertutup dengan wadah yang terbuat dari logam.

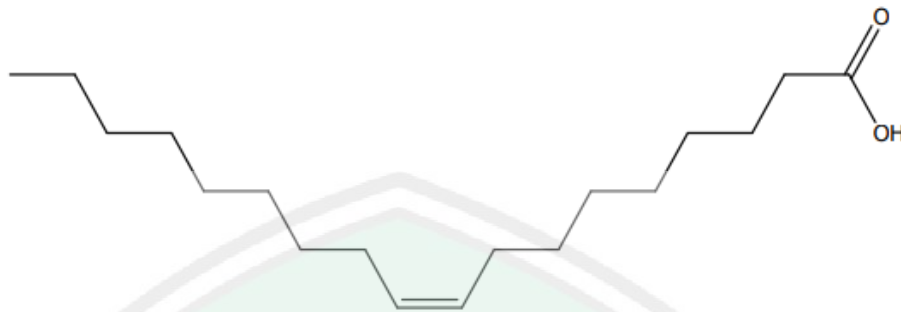
Lemak dan minyak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Lemak pada suhu ruang dapat membentuk suatu padatan, hal tersebut dikarenakan tingginya kandungan asam lemak jenuh yang

tidak memiliki ikatan rangkap, sehingga mempunyai titik lebur yang lebih tinggi. Sedangkan minyak akan tetap berbentuk cair pada suhu ruang karena tingginya kandungan asam lemak tidak jenuh pada minyak yang memiliki satu atau lebih ikatan rangkap diantara atom-atom karbonnya, sehingga mempunyai titik lebur yang rendah. Minyak dan lemak memiliki titik didih tinggi yakni sekitar 200°C, oleh karena itu keduanya dapat digunakan untuk menggoreng makanan. Selain sebagai media penghantar panas dalam menggoreng makanan, minyak goreng juga dapat membuat makanan yang digoreng bertambah gurih dan bertambah pula nilai kalori bahan pangan yang dimasak (Winarno, 1992).

Di alam, asam lemak digolongkan menjadi dua, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Perbedaan dari asam lemak tidak jenuh dengan asam lemak jenuh terletak pada jumlah dan posisi ikatan rangkapnya serta bentuk molekul keseluruhannya. Asam lemak tak jenuh biasanya terdapat dalam bentuk *cis* karena molekul akan bengkok pada ikatan rangkap, walaupun ada juga asam lemak tidak jenuh dalam bentuk *trans* (Padley, 1994).



Gambar 2.1 Bentuk *trans* pada asam elaidat (asam trans-9-oktadekenoat) (Padley, 1994)



Gambar 2.2 Bentuk cis pada asam oleat (asam cis-9-oktadekenoat)
(Padley, 1994)

Minyak goreng dapat diperoleh dari lemak tumbuhan (nabati) atau lemak hewan (hewani) dengan proses tertentu. Minyak goreng dapat diklasifikasikan dalam beberapa golongan, yaitu (Ketaren, 2005):

1. Berdasarkan sifat fisiknya, dapat diklasifikasikan sebagai berikut:
 - a. Minyak tidak mengering (*not drying oil*)
 - Tipe minyak zaitun, yaitu minyak zaitun, minyak buah persik, inti *peach* dan minyak kacang.
 - Tipe minyak rape, yaitu minyak biji rape, dan minyak biji mustard.
 - Tipe minyak hewani, yaitu minyak babi, minyak ikan paus, salmon, sarden, *herring*, *shark*, *Doh fish*, ikan lumba-lumba, dan minyak *purpose*.
 - b. Minyak nabati setengah mengering (*semi drying oil*), misalnya minyak biji kapas, minyak biji bunga matahari, kapo, gandum, croton, jagung, dan urgen.
 - c. Minyak nabati mengering (*drying oil*), misalnya minyak kacang kedelai, biji karet, *safflower*, *argemone*, *hemp*, *walnut*, biji *poppy*, biji karet, *perilla*, tung, *linseed* dan *candle nut*.

2. Berdasarkan sumbernya dari tanaman, diklasifikasikan sebagai berikut:
 - a. Biji-bijian palawija, yaitu minyak jagung, biji kapas, kacang, *rape seed*, wijen, kedelai, dan bunga matahari.
 - b. Kulit buah tanaman tahunan, yaitu minyak zaitun dan kelapa sawit.
 - c. Biji-bijian dari tanaman tahunan, yaitu kelapa, cokelat, inti sawit, *cohume*.
3. Berdasarkan ada atau tidaknya ikatan ganda dalam struktur molekulnya, yakni:
 - a. Minyak dengan asam lemak jenuh (*Saturated Fatty Acids/SFA*)

Asam lemak jenuh sifatnya stabil dan tidak mudah bereaksi/berubah menjadi asam lemak jenis lain.

Tabel 2.1 Asam-asam lemak jenuh pada tumbuhan dan hewan (Pilu, 2017)

Nama Sistematis	Nama Trival	Shorthand
Etanoat	Asetat	2:0
Butanoat	Butirat	4:0
Heksanoat	Kaproat	6:0
Oktanoat	Kaprilat	8:0
Dekanoat	Kaprat	10:0
Dedekanoat	Laurat	12:0
Tetradekanoat	Miristat	14:0
Heksadekanoat	Palmitat	16:0
Oktadekanoat	Stearate	18:0
Eikosanoat	Arachidat	20:0
Dokosanoat	Behenat	22:0

- b. Minyak dengan asam lemak tak jenuh tunggal (*mono-unsaturated Fatty Acids* (MUFA)) maupun majemuk (*Poly-Unsaturated Fatty Acids* (PUFA))

Unsaturated fatty acids memiliki ikatan atom karbon rangkap yang mudah terurai dan bereaksi dengan senyawa lain, sampai mendapatkan komposisi yang stabil berupa asam lemak jenuh, semakin banyak ikatan rangkap maka semakin mudah minyak untuk berubah/bereaksi.

Tabel 2.2 Asam-asam lemak tak jenuh pada tumbuhan dan hewan (Pilu, 2017)

Nama Sistematis	Nama Trival	Shorthand
9,12-oktadekadinoat	Linoleat	18:2 (n-6)
6,9,12-oktadekatrinoat	Gamma-linoleat	18:3 (n-6)
9,12,15-oktadekatrionat	Alfa-linoleat	18:3 (n-3)
5,8,11,14-eikosatetranoat	Arachidonat	20:4 (n-6)
5,8,11,14,17-eikosapentanoat	EPA	20:5 (n-3)
4,7,10,13,16,19-dokosaheksanoat	DHA	22:5 (n-3)

c. Minyak dengan asam lemak trans (*Trans Fatty Acid* (TFA))

TFA dapat meningkatkan kadar kolesterol jahat, menurunkan kadar kolesterol baik, dan menyebabkan bayi-bayi lahir prematur.

2.2 Minyak Zaitun

Pohon zaitun adalah pohon yang dapat bertahan hidup cukup lama, umurnya dapat mencapai 600 tahun. Satu pohon zaitun bisa membuahkan 15-20 kg zaitun pertahun. Pohon zaitun mengandung banyak manfaat bagi manusia baik minyak, daun, kayu maupun buahnya. Buah zaitun mengandung 67% air, 23% minyak, 5% protein, 1% garam mineral, terutama garam kalsium dan besi. Buah ini juga mengandung beberapa jenis vitamin. Zaitun termasuk buah yang memiliki fungsi kesehatan, karena mengandung vitamin B dan C. Manfaat buah zaitun dalam dunia kedokteran adalah menguatkan lambung, membangkitkan selera makan, dan menyembuhkan. Karena buah ini mengandung minyak, sehingga mengandung unsur-unsur vitamin A dan D, keduanya biasa ada pada minyak (As-Syayyid, 2016).

Perihal tanaman zaitun telah banyak disebutkana dalam al-Quran. Salah satunya kegunaan dari tanaman zaitun yakni dijelaskan dalam Firman Allah SWT pada Quran Surah al-Mu'minun ayat 20:

وَشَجَرَةً تَخْرُجُ مِنْ طُورِ سَيْنَاءَ تَنْبُتُ بِالذُّهْنِ وَصَبِغٍ لِلْآكِلِينَ

“dan pohon kayu ke luar dari Thursina (pohon zaitun), yang menghasilkan minyak, dan pemakan makanan bagi orang-orang yang makan”(QS. Al-Mu'minun:20).

Terdapat firman Allah SWT yang berbunyi “وَشَجَرَةً تَخْرُجُ مِنْ طُورِ سَيْنَاءَ” yang artinya “dan pohon kayu ke luar dari Thursina (pohon zaitun)” menurut tafsir Ibnu Katsir dijelaskan bahwa pohon tersebut adalah pohon zaitun. Kemudian dilanjutkan dengan lafaz “تَنْبُتُ بِالذُّهْنِ” yang artinya “yang menghasilkan minyak”. Sebagiain ulama mengatakan bahwa huruf ba yang ada dalam lafaz ayat ini adalah zaidah, bentuk aslinya ialah *tanbutuddhna* tanpa memakai ba. Seperti halnya yang terdapat di dalam ucapan orang-orang arab, *Alqa Fulanun Biyadihi* artinya si Fulan memukulkan tangannya, yakni *yadahu* tanpa memakai ba. Sedangkan menurut pendapat ulama yang mengatakan bahwa ia mengandung fi'il yang tidak disebutkan, maka bentuk lengkapnya ialah yang menghasilkan minyak atau yang dapat menghasilkan minyak. Diperjelas kembali dengan “وَصَبِغٍ لِلْآكِلِينَ” yang artinya “dan pelezat makanan bagi orang-orang yang makan”, menurut Qatadah lafaz tersebut menjelaskan bahwa minyak zaitun dapat dijadikan lauk pauk. Dengan kata lain buah zaitun tersebut mengandung manfaat yaitu dapat menghasilkan minyak dan juga dapat dijadikan sebagai pelezat makanan. Dikatakan oleh Imam Ahmad, bahwa telah menceritakan kepada Waki', telah

menceritakan kepada Abdullah ibnu Isa, dari Ata Asy-Syami dari Abu Usaid yang nama aslinya Malik ibnu Rabi'ah As-Sa'idi Al-Ansari r.a yang mengatakan bahwa Rasulullah SAW, pernah bersabda “makanlah minyak zaitun dan jadikanlah sebagai minyak, karena sesungguhnya buah zaitun itu berasal dari pohon yang diberkati” (Ghaffar, 2004).

Selain yang disebutkan dari penjelasan ayat di atas, kelebihan pohon zaitun lainnya adalah warnanya yang selalu hijau dan indah. Selain itu, penelitian mutakhir membuktikan bahwa zaitun merupakan bahan makanan yang sangat baik yang mengandung kadar protein cukup tinggi. Zaitun juga mengandung zat garam, zat besi dan fosforus yang merupakan bahan makanan terpenting bagi manusia. Lebih dari itu, zaitun mengandung vitamin A dan B. Dari buah zaitun dapat dihasilkan minyak yang pada umumnya juga digunakan sebagai bahan makanan. Sementara, dari segi kesehatan, penelitian terkini membuktikan bahwa zaitun bermanfaat untuk alat pencernaan pada umumnya, terutama hati. Mutu minyak zaitun juga melebihi minyak-minyak lainnya, baik minyak nabati maupun minyak hewani, karena tidak mempunyai efek yang dapat menimbulkan penyakit pada peredaran dan pembuluh darah arteri seperti yang terdapat pada jenis minyak lainnya. Zaitun juga dapat digunakan sebagai bahan penghalus kulit, di samping kegunaan-kegunaan industri lain seperti industri pembuatan sabun di mana zaitun merupakan salah satu bahan campuran terbaik (Yildiz dan Huseyin, 2016).

Minyak zaitun kaya akan kandungan *phenolic* dan antioksidan, oleh karena itu minyak zaitun dapat digunakan untuk mencegah berbagai macam penyakit seperti diabetes, obesitas, tekanan darah tinggi, penyakit jantung, serum *low-density lipo-*

proteins (LDL), aterosklerosis, dan kanker. Minyak zaitun mengandung asam lemak jenuh yang lebih rendah dan mengandung asam lemak tak jenuh lebih banyak dibanding dengan minyak biji yang ada ditoko-toko (Yildiz dan Huseyin, 2016).

Asam lemak bebas (FFA) dinyatakan sebagai asam oleat, yang merupakan salah satu komponen penting dalam minyak zaitun yang dapat menentukan kualitas minyak zaitun. IOOC menyatakan bahwa ekstra minyak zaitun virgin yang baik yaitu memiliki kandungan FFA harus kurang dari 1%, sementara FFA konten dalam minyak zaitun dengan kualitas rendah yaitu mencapai lebih dari 3% (Yang dan Irudayaraj, 2001).

Tabel 2.3 Kandungan nutrisi per cangkir minyak zaitun (216 gr) (Noname, 2012)

Energi 1910 kkal (7997 kJ)	Karbohidrat 0 g
<i>Mono-Unsaturated Fatty Acid/MUFA</i> (lemak tidk jenuh tunggal):	<i>Poly-Unsaturated Fatty Acid/PUFA</i> (lemak tidak jenuh rangkap):
- Asam oleat : 55.0-83.0%	- Asam linoleic : 3.5-2.1%
- Asam palmitate : 0.3-3.5%	- α -Linolenic acid: <1.0%
Protein 0 g	Vitamin E 14 mg
<i>Dietary Fiber</i> 1 mg Vitamin K 62 μ g	Vitamin K 62 μ g
Kalsium 1,3 mg	Vitamin A 9.8 IU

MUFA merupakan lemak baik yang tidak menggemukkan, hal tersebut dikarenakan MUFA menekan jumlah kolestrol jahat dalam darah LDL dengan demikian menaikkan jumlah kolesterol baik HDL. Jenis lemak tidak jenuh pada zaitun adalah ikatan tunggal. Zaitun merupakan salah satu buah dengan kandungan MUFA alami yang tinggi selain kacang-kacangan, alpukat, dan minyak yang berasal dari sayur-sayuran. Asosiasi jantung di Amerika menyarankan untuk mengkonsumsi minyak zaitun 2 sendok makan setiap harinya, cara tersebut diakui mampu memberikan asupan MUFA yang cukup dalam rangka

menjaga kadar kolesterol. Kandungan MUFA yang tinggi dalam minyak zaitun juga mampu membuat rasa kenyang yang lebih lama setelah mengonsumsi minyak zaitun. Salah satu jenis MUFA; asam oleic membantu menekan lapar antara waktu makan. Penelitian dari Asosiasi Diabetes Dunia (ADD) menyimpulkan bahwa konsumen tinggi MUFA yang disertai dengan diet rendah karbohidrat lebih mampu menjaga berat badan (Noname, 2012).

2.3 Minyak Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jack), pertama kali diperkenalkan di Indonesia oleh pemerintah kolonial Belanda pada tahun 1848. Kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan unggulan dan utama Indonesia. Tanaman yang produk utamanya terdiri dari minyak sawit (CPO) dan minyak inti sawit (KPO) ini memiliki nilai ekonomis tinggi dan menjadi salah satu penyumbang devisa negara terbesar dibandingkan dengan komoditas perkebunan lainnya (Fauzi, dkk, 2012).

Klasifikasi dan morfologi kelapa sawit (Ketaren, 2005):

Kerajaan : *Plantae*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Liliopsida*

Ordo : *Arecales*

Famili : *Arecaceae*

Genus : *Elaeis*

Spesies : *Elaeis guineensis* dan *Elaeis oleifera*

Minyak terdapat pada daging buah (*mesocarp*) dan minyak inti/kernel (*endokarp*), keduanya berasal setelah 100 hari penyerbukan dan berhenti setelah

180 hari setelah minyak dalam buah sudah jenuh. Proses pengolahan hasil minyak sawit didapatkan dengan memproses daging buah dan memecah tempurung inti (*kernel*) yang akan menghasilkan minyak inti (*palm kernel oil*). Proses pembentukan minyak dalam tanaman dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu pembentukan asam lemak dan kondensasi asam lemak dengan gliserol yang akan membentuk lemak. Minyak/lemak dibentuk dalam sel hidup, merupakan hasil dari serangkaian reaksi yang kompleks dalam proses respirasi (Siregar). *Mesocarp* mengandung kadar minyak rata-rata 56%, inti (*kernel*) mengandung minyak sebesar 44%, dan *endocarp* tidak mengandung minyak (Pasaribu, 2004).

Buah kelapa sawit tersusun atas beberapa bagian, yaitu (Ayustaningwarno, dkk, 2012):

1. Perikarp, meliputi:
 - a. Epikarpium, yaitu kulit buah yang keras dan licin.
 - b. Mesokarpium, yaitu bagian buah yang berserabut dan mengandung minyak dengan rendemen paling tinggi (56%), menghasilkan minyak sawit kasar/*Crude Palm Oil* (CPO).
2. Biji, meliputi:
 - a. Endokarpium (kulit biji= tempurung), berwarna hitam dan keras.
 - b. Endosperm (kernel=daging biji) berwarna putih yang menghasilkan minyak inti sawit/*Palm Kernel Oil* (PKO) sebesar 44%.



Gambar 2.3 Penyusun buah kelapa sawit (Malangyudo, 2011)

Minyak sawit dapat digunakan untuk diaplikasikan sebagai bahan pangan maupun non-pangan. Dalam bidang pangan, minyak sawit banyak digunakan sebagai minyak goreng, *shortening*, *margarin*, *vanaspati*, *cocoa butter substitutes*, dan berbagai komposisi bahan pangan lainnya. Aplikasi dalam bidang non-pangan juga terus berkembang terutama sebagai oleokimia, biodiesel, dan berbagai komposisi untuk berbagai industri non-pangan, misalnya untuk industri farmasi. Berikut grafik perkembangan dari penggunaan minyak dalam bidang pangan maupun non-pangan (Hariyadi, 2007):



Gambar 2.4 Perkembangan penggunaan minyak sawit untuk aplikasi pangan dan non-pangan (Noname, 2012)

Minyak sawit mengandung asam-asam lemak jenuh dan tidak jenuh dalam jumlah yang hampir seimbang. Asam palmitat dan asam oleat merupakan asam lemak utama dengan sejumlah kecil asam *linoleate* dan asam *stearate* (Sugiarti, 2003). Berikut komposisi asam lemak yang terdapat dalam minyak sawit.

Tabel 2.4 Struktur asam lemak yang terdapat dalam minyak kelapa sawit (Wijanarko, dkk, 2008)

Asam Lemak	%
Asam Laurat (12:0)	0
Asam Palmitat (16:0)	42.5
Asam Stearat (18:0)	4.0
Asam Oleat (18:1)	43.0
Asam Linoleat (18:2)	9.5
Asam Linoleat (18:3)	0

2.4 Minyak Babi

Babi termasuk kedalam hewan mamalia berkuku genap (*Ordo Artiodactyla*). Umumnya hewan dalam kategori *Ordo Artiodactyla* merupakan herbivora dan memamah biak, akan tetapi babi tidak demikian. Babi (*Famili Suidae*) bersifat omnivora, mempunyai lambung sederhana dan mempunyai taring yang tajam (Astuti, 2007).

Tabel 2.5 Klasifikasi ilmiah babi (Wijaya, 2009)

Kerajaan	<i>Animalia</i>
Filum	<i>Chordata</i>
Kelas	<i>Mamalia</i>
Ordo	<i>Artodactyla</i>
Familia	<i>Suidae</i>
Genus	<i>Sus</i> , <i>Linnaeus 1758</i>
Spesies	<i>Sus barbatus</i> , <i>Sus bucculentus</i> , <i>Sus cebifrons</i> , <i>sus celebensis</i> , <i>Sus dimesticus</i> , <i>Sus heurent</i> , <i>Sus philippensts</i> , <i>Sus salvantus</i> , <i>Sus scrofa</i> , <i>Sus timorlenis</i> , <i>Sus verrucosus</i>

Salah satu minyak hewan yang paling banyak dikonsumsi yakni minyak babi. Minyak babi dihasilkan dari dinding perut babi. Lemak pada dinding perut babi merupakan bagian yang menghasilkan minyak dengan kualitas terbaik. Lemak babi yang baik yakni lemak yang berwarna putih dan memiliki nilai asam tidak lebih dari 0,8. Selain berasal dari lemak dinding perut, minyak babi juga dapat diperoleh dari beberapa organ lain, seperti punggung babi. Minyak yang berasal dari punggung hewan babi didapatkan melalui proses penguapan dan memiliki kadar asam maksimal sebesar 1,0 (Belitz dan Grosch, 1987).

Minyak babi merupakan minyak yang dihasilkan dari jaringan lemak hewan babi. Secara eksklusif, lemak babi dihasilkan dari lemak dinding perut babi. Babi mempunyai simpanan lemak yang menyerupai asupan makanan sehingga derajat ketidakjenuhan lemak babi ditentukan oleh jumlah dan komposisi asam lemak yang diperoleh dari minyak dalam makanan yang telah dikonsumsi. Lemak babi dapat meleleh pada suhu 36° - 42°C . Berikut tabel dari sifat fisik lemak babi (O'Brien, 2009):

Tabel 2.6 Sifat fisik minyak babi (O'Brien, 2009)

Sifat Fisik	Deskripsi
Densitas	0,917
Titik leleh	36° - 42°C
Kelarutan	Tidak larut dalam air, sedikit larut dalam alkohol, larut dalam benzene, kloroform, eter, karbon disulfide, dan petroleum eter
Bilangan saponifikasi	195-203

2.5 *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Berikut ini istilah yang perlu diketahui sebelum membahas lebih jauh tentang *Fourier Transform Infrared (FTIR)* spektroskopi (Smith, 2011):

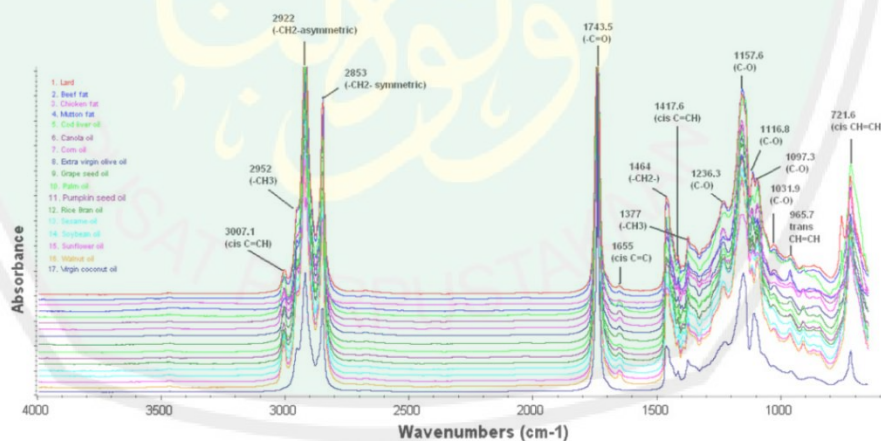
1. Spektroskopi: studi tentang interaksi cahaya dengan materi.
2. Spektroskopi *infrared*: studi tentang interaksi inframerah dengan materi.
3. *Mid-infrared*: cahaya dengan bilangan gelombang antara 400 s/d 4000 cm^{-1} .
4. Spektrum: plot yang terbentuk akibat adanya hubungan antara intensitas cahaya dengan panjang gelombang atau bilangan gelombang.
5. Spektrometer: alat untuk mengukur spektrum.
6. FTIR (*Fourier Transform Infrared*): salah satu jenis spektrometer dengan sinar *infrared*.

FTIR merupakan alat yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi *infrared* (IR) ini dilengkapi dengan transformasi *fourier* untuk deteksi dan analisa hasil spektrumnya. Spektroskopi IR dapat digunakan untuk mengidentifikasi struktur molekul yang berasal dari informasi besar hasil yang diperoleh dan kemungkinan untuk menentukan penyerapan *band* tertentu (Smith, 2011).

FTIR merupakan salah satu metode yang paling populer digunakan untuk analisis otentik, terutama pada lemak dan minyak. FTIR spektroskopi telah diterapkan untuk mengotentikasi *virgin olive oil* dalam penelitian Tay A dkk tahun 2002 dan Lai dkk tahun 1995. Pada penelitian Alam MA tahun 2007, FTIR digunakan untuk mengukur otentikasi dari *extra virgin olive oil*. Manaf dkk pada tahun 2007 juga menggunakan FTIR dalam penelitiannya, FTIR digunakan untuk mengukur otentikasi dari *virgin olive oil*, dan pada penelitian Bellorini S dkk tahun 2005 FTIR digunakan untuk mengukur otentikasi dari lemak hewan. Pada penelitian Guillen dkk tahun 2008, FTIR digunakan untuk karakterisasi minyak

ikan komersil, dan juga menyajikan informasi tentang persentase molar dari gugus *polyunsaturated acyl* dalam sampel minyak ikan (Rohman & Che, 2009).

FTIR spektroskopi adalah metode yang merefleksikan perubahan getaran karena interaksi potensial intermolekul antar komponen. Alat tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi kristal CO karena perbandingan spektrum FTIR fisik campuran dengan komponen kristal CO dapat membedakan struktur dari sampel yang diteliti, seperti ikatan *hydrogen* selama pembuatan *kokril*. Pengambilan data dengan menggunakan FTIR, memungkinkan akan terjadi perbedaan saat terjadi pengulangan uji sampel, sehingga diperlukan metode pelengkap agar analisa data yang diperoleh lebih akurat, seperti penggunaan metode CA dan PCA (Saganowska, 2017).

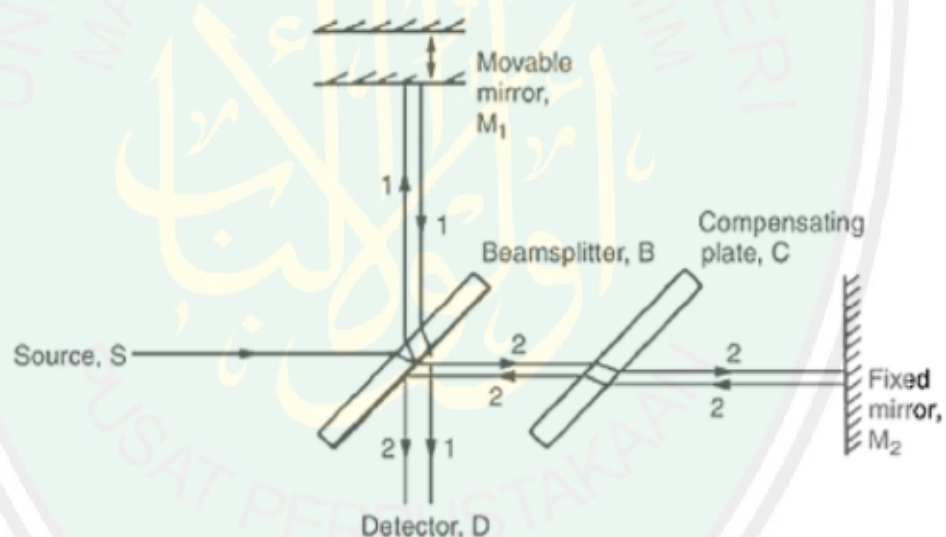


Gambar 2.5 Spektrum *Fourier Transform Infrared* (FTIR)
(Che, Rahman, dan Mansur, 2011)

Teknologi FTIR yang didasarkan pada interferometri menyajikan peningkatan keluaran energi dan rasio sinyal-*noise* yang lebih baik, menggabungkan substansi komputasi, kemometrik, dan kemampuan makroprogram. FTIR juga menyediakan cara yang sederhana dan bisa digunakan untuk memperoleh informasi spektrum

dari sampel dengan mudah. FTIR juga merupakan alat analisis yang digunakan untuk analisis kuantitatif dengan menggunakan prinsip hukum Beer, puncak intensitas (absorbansi) dari *spectrum infrared* (IR) berbanding lurus dengan konsentrasi sampel (Che, Rahman, dan Mansor. 2011).

Spektroskopi inframerah mendeteksi gerakan molekuler yang melibatkan perubahan momen dipol. Teknik FTIR didasarkan pada prinsip interferometer Michelson (Rice, 2007).

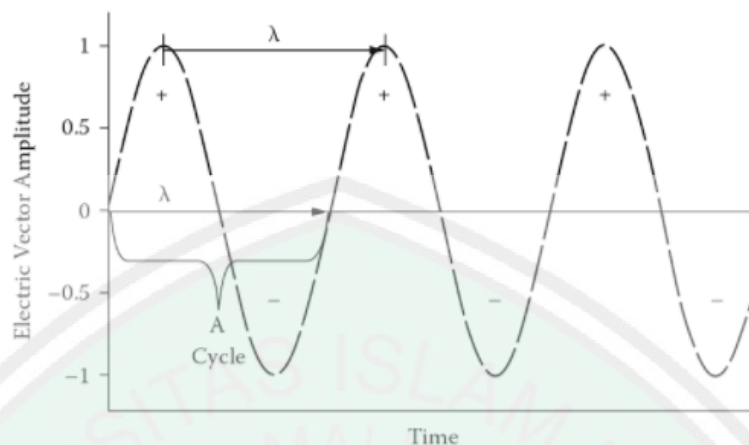


Gambar 2.6 Skema interferometer michelson (Rice, 2007)

Prinsip kerja interferometer michelson yaitu, cahaya polikromatik (S) dari sumber cahaya (lampu global /tungsten) melewati *beamsplitter* (B). cahaya akan terbagi menjadi dua arah, yakni menuju arah cermin 1 dan cermin 2. Pantulan cahaya dari cermin dua akan bergabung dengan pantulan cahaya dari cermin satu yang kemudian diteruskan menuju detektor. Cahaya *infrared* merupakan berkas

cahaya dengan panjang gelombang tertentu, untuk mendefinisikan cahaya adalah radiasi elektromagnetik. Pada radiasi elektromagnetik, cahaya disatukan dengan gelombang listrik dan magnetik yang disebut vektor listrik dan vektor magnetik. Kedua gelombang tersebut bergerak saling tegak lurus satu sama lain terhadap bidang undulasi. Hal tersebut dikarenakan adanya interaksi dari vektor listrik dengan materi yang menyebabkan terjadinya absorpsi cahaya. Amplitudo vektor listrik berubah dari waktu ke waktu dan memiliki bentuk gelombang sinus seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.7 tanda + dan - pada gambar menunjukkan bahwa polaritas vektor listrik saling bergantian dari waktu ke waktu (Smith, 2011).

Spektroskopi FTIR (*Fourier transform infrared*) merupakan salah satu teknik analitik yang baik digunakan dalam mengidentifikasi struktur molekul suatu senyawa. Komponen utama spektroskopi FTIR adalah interferometer michelson yang mempunyai fungsi menguraikan (mendispersi) radiasi sinar *infrared* menjadi komponen-komponen frekuensi. Keunggulan dari menggunakan metode FTIR dengan prinsip interferometer michelson yakni informasi struktur molekul dapat diperoleh secara tepat dan akurat. Keunggulan yang lain dari metode ini adalah dapat digunakan untuk mengidentifikasi sampel dalam berbagai fase, seperti gas, cair, dan padat (Kusumastuti, 2011).



Gambar 2.7 Vektor listrik pada gelombang cahaya (Smith, 2011)

Spektroskopi *infrared* mengandung banyak serapan yang berhubungan dengan sistem vibrasi yang berinteraksi dengan suatu molekul akan menghasilkan pola puncak-puncak spektrum yang memiliki karakteristik yang unik antara molekul satu dengan molekul yang lain. Pola spektrum yang unik ini disebut sebagai sidik jari (*fingerprint*) suatu molekul yang menghasilkan vibrasi saat berinteraksi dengan sinar *infrared*. Setiap molekul akan memiliki daerah serapan yang berbeda-beda. Daerah Spektra *Infrared* dibagi menjadi 2, yaitu (Kusumastuti, 2011):

1. Daerah frekuensi gugus fungsional

Terletak pada daerah radiasi $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$. Pita-pita absorpsi yang dihasilkan pada daerah ini disebabkan karena adanya vibrasi antar molekul, sedangkan tingginya vibrasi ini difaktori dengan adanya atom yang berikatan dan besarnya konstanta gaya ikatan.

2. Daerah sidik jari (*fingerprint*)

Daerah sidik jari ini yaitu daerah yang terletak pada bilangan gelombang $1400\text{--}400\text{ cm}^{-1}$. Pita-pita absorpsi pada daerah ini berhubungan dengan

vibrasi molekul secara keseluruhan. Setiap atom dalam molekul akan saling mempengaruhi sehingga dihasilkan pita-pita absorpsi yang khas untuk setiap molekul.

2.6 *Principal Component Analysis (PCA)*

Principal component analysis (PCA) termasuk analisis faktor. Analisis faktor adalah metode pendekatan statistik yang dapat digunakan untuk menganalisis *interrelationship* sejumlah (besar) variabel dan untuk menjelaskan dimensi-dimensi (disebut faktor) apakah yang melandasi variabel-variabel tersebut. Tujuan dari menggunakan metode PCA yakni untuk memadatkan sejumlah besar informasi dari sejumlah variabel asli menjadi sejumlah kecil faktor dengan kehilangan informasi minimal (Simamora, 2005).

PCA merupakan teknik analisa yang dapat diterapkan untuk mengelompokkan atau mengidentifikasi senyawa yang terdapat dalam sampel. Identifikasi kelompok senyawa dengan menggunakan metode PCA dilakukan berdasarkan respon setiap kromatogram pada variasi perlakuan dan menghasilkan kelompok senyawa berdasarkan kemiripan respon satu dengan yang lainnya. Data yang dihasilkan dari proses tersebut menyebabkan analisis terhadap reaksi yang terlibat lebih terfokus (Fatimah, 2005).

PCA adalah teknik untuk menentukan komponen utama yang merupakan kombinasi linier dari variabel asli. Analisis dengan menggunakan PCA dilakukan dengan cara menghilangkan korelasi diantara variabel bebas melalui transformasi variabel bebas asal ke variabel baru yang tidak berkorelasi sama sekali atau multikolinearitas. PCA dapat digunakan untuk mengurangi dimensi dari satu set

data, namun mewakili informasi seluruh variabel. Komponen utama dibentuk berdasarkan urutan varian yang terbesar hingga terkecil. Hasil pengolahan data dengan PCA pada *score plot* akan menghasilkan 2 daerah yang terbagi atas PC1 dan PC2. PC1 merupakan kombinasi linier dari seluruh variabel yang diamati dan memiliki varian terbesar. Sedangkan PC2 merupakan kombinasi linier dari seluruh variabel yang diamati yang bersifat ortogonal terhadap PC1 dan memiliki varians kedua terbesar. Pada kurva *score plot* komponen utama pertama (PC1) berperan sebagai absis (sumbu x) sedangkan komponen utama kedua (PC2) sebagai ordinat (sumbu y). Semakin dekat letak antar sampel pada *score plot*, maka semakin besar pula kemiripan atau sampel merupakan kelompok yang sama (Syafiqah, 2014).

Data yang dihasilkan dari mengidentifikasi kelompok senyawa dapat menggunakan metode PCA. Metode PCA cocok diterapkan pada data multivarian yang dapat diperoleh dari data GC, HPLC, atau data-spektroskopi yang melibatkan interval panjang gelombang yang luas. Metode PCA sudah banyak digunakan untuk mengolah data pada banyak penelitian. Salah satunya yakni penelitian yang dilakukan oleh Yokoi dkk pada tahun 2001. Yokoi menggunakan PCA untuk identifikasi kelompok senyawa yang dapat menunjukkan karakteristik minyak kayu putih dari berbagai lokasi tanaman berdasarkan data *pyrolysis* GC (Py-GC) (Fatimah, 2005).

2.7 Cluster Analysis (CA)

Klaster analisis atau *Cluster Analysis* (CA) digunakan untuk mengelompokkan entitas (individu maupun objek) ke dalam kelompok-kelompok

terpisah, berdasarkan kesamaan-kesamaan (*similarities*) diantara mereka. Metode CA memerlukan tiga langkah, yakni (Simamora, 2005):

1. Mengidentifikasi kesamaan atau asosiasi di antara entitas-entitas untuk mengetahui ada berapa group di dalam sampel.
2. Proses klaster yang sebenarnya (membuat klaster), dimana setiap entitas dihubungkan dengan kelompok-kelompok atau klaster-klaster yang ada.
3. Membuat profil individu atau objek untuk mengetahui mereka. Untuk keperluan ini, sering kali dilakukan analisis diskriminan mengingat kelompok-kelompok yang ada sudah diidentifikasi pada langkah pertama.

Metode CA termasuk kedalam metode analisis *statistic multivariant*. CA berguna untuk meringkas data dengan jalan mengelompokkan objek-objek berdasarkan kesamaan karakteristik tertentu diantara objek-objek yang akan diteliti. Metode CA juga digunakan untuk mengelompokkan variabel menjadi homogen dan kelompok yang berbeda. Metode CA dapat digunakan untuk menemukan jumlah dan komposisi dari kelompok sampel. Kelemahan dari metode CA adalah menghitung jarak antara pengujian pertama dengan pengujian kedua agar nilai klusternya tidak berubah (Petter Tryfos, 2001).

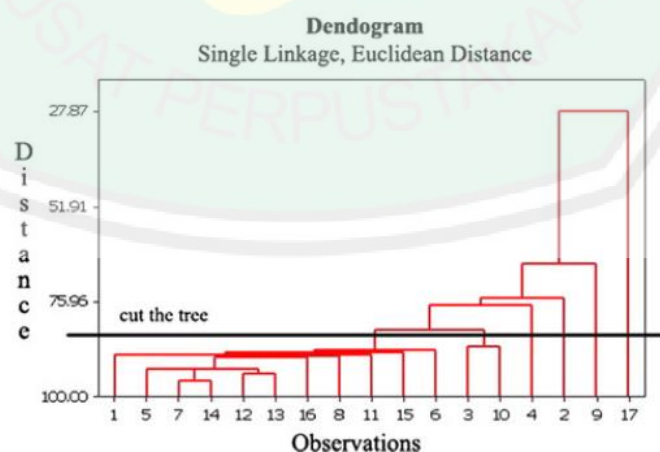
Salah satu kegunaan dari *cluster analysis* (CA) adalah untuk meringkas data dengan cara mengelompokkan objek yang akan diteliti berdasarkan kesamaan karakteristik dari masing-masing objek tersebut. Terdapat 2 jenis metode dalam *cluster analysis* (CA), yakni (Sitepu, 2011):

1. Metode Hirarki

Metode hirarki merupakan metode dengan mengelompokkan dua atau lebih objek yang memiliki kemiripan paling dekat. Kemudian proses diteruskan ke objek lain dengan kemiripan paling dekat kedua. Proses tersebut diulang-ulang hingga muncul diagram klaster yang bentuknya seperti “pohon” hirarki (tingkatan) yang jelas antar objek dari yang paling mirip hingga yang tidak mirip. Diagram klaster disebut dengan dendogram, dendogram biasanya digunakan untuk membantu memperjelas proses hirarki.

2. Metode non-hirarki

Metode non-hirarki menggunakan jarak *eucidian*. Tujuannya adalah untuk menetapkan nilai kedekatan antar objek. Klaster pertama adalah observasi pertama dalam set data. Klaster kedua adalah observasi lengkap berikutnya yang dipisahkan dari klaster pertama oleh jarak minimum tertentu.



Gambar 2.8 Dendrogram hasil analisis klaster (Che, Rahman, dan Mansor, 2011)

Cluster analysis digunakan untuk membagi kelompok objek kedalam beberapa kelompok, sehingga kelompok yang sejenis akan masuk kelompok yang sama. CA menggunakan metode *single linkage*. Pada penelitian Che Man dkk tahun 2011 menjelaskan bahwa keuntungan utama dari menggunakan CA yakni dapat memberikan kesamaan nilai numerik antar objek yang telah dianalisa. Oleh karena itu, informasi yang didapat dari hasil pengolahan data dengan metode CA lebih bersifat objektif. Selain itu, CA juga dapat mengurangi dimensi tanpa mengurangi informasi yang diperlukan. Gambar 2.8 menunjukkan sebuah dendogram yang menjelaskan tahap-tahap pengelompokan objek yang saling berhubungan. Gambar tersebut menjelaskan bahwa terdapat garis-garis penghubung yang akan berhenti jika semua objek telah selesai dikelompokkan kedalam kelasnya masing-masing (Che, Rahman, dan Mansor, 2011).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk menganalisa data hasil pengujian sampel bahan minyak zaitun, sawit, babi, dan campurannya yang berbasis data *Fourier Transform Infrared (FTIR)* dengan kualifikasi menggunakan metode PCA dan CA.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

1. Preparasi sampel dilaksanakan pada pertengahan bulan April di Laboratorium Riset Atom Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Uji sampel dengan menggunakan alat FTIR dilakukan pada pertengahan bulan April hingga awal bulan Juni di Laboratorium Sentral Fakultas Matematika dan Ipa Universitas Negeri Malang.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

1. Spektroskopi FTIR
2. Pipet tetes
3. Gelas kaca
4. Perangkat PC
5. Tisu
6. Lempeng Natrium Klorida

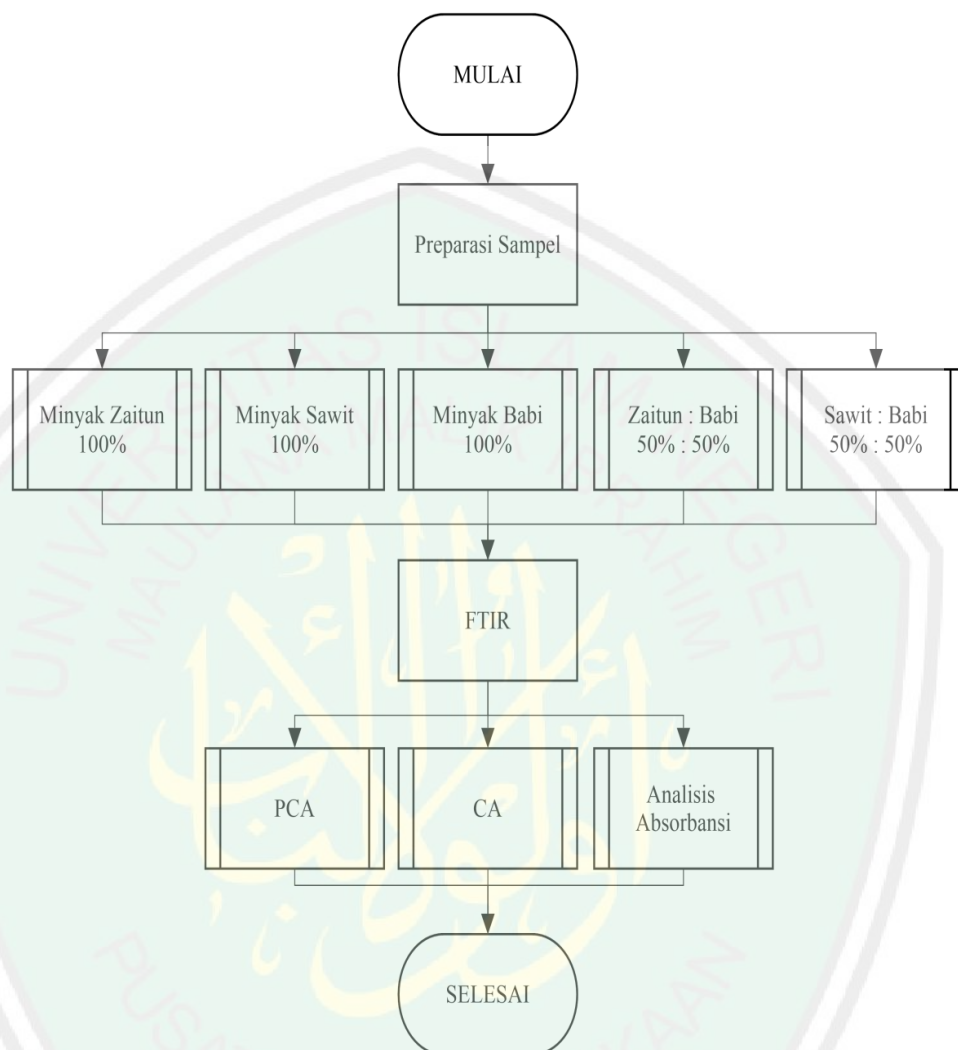
7. Pengaduk

3.3.2 Bahan Penelitian

1. Minyak Zaitun
2. Minyak Sawit
3. Minyak Babi

3.4 Prosedur Kerja

Terdapat empat tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini, yakni tahap preparasi sampel, tahap uji sampel dengan menggunakan alat FTIR, tahap analisa data FTIR berdasarkan nilai bilangan gelombang dan nilai absorbansi/transmitan, dan tahap analisa data dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Cluster Analysis* (CA).



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.5 Preparasi Sampel

3.5.1 Minyak Zaitun 100%

1. Sampel minyak zaitun 100% diambil beberapa tetes, kemudian teteskan sedikit cairan sampel yang akan diukur pada satu bagian Natrium Klorida, setelah itu pasangkan satu bagian lempeng Natrium Klorida lagi sehingga cairan merata pada permukaan lempeng.

2. Siapkan Natrium Klorida pada holder, kemudian lakukan pengukuran dengan alat FTIR.

3.5.2 Minyak Sawit 100%

1. Sampel minyak sawit 100% diambil beberapa tetes, kemudian teteskan sedikit cairan sampel yang akan diukur pada satu bagian Natrium Klorida, setelah itu pasangkan satu bagian Natrium Klorida lagi sehingga cairan merata pada permukaan lempeng.
2. Siapkan Natrium Klorida pada holder, kemudian lakukan pengukuran dengan alat FTIR.

3.5.3 Minyak Babi 100%

1. Sampel minyak babi 100% diambil beberapa tetes, kemudian teteskan sedikit cairan sampel yang akan diukur pada satu bagian Natrium Klorida, setelah itu pasangkan satu bagian Natrium Klorida lagi sehingga cairan merata pada permukaan lempeng.
2. Siapkan Natrium Klorida pada holder, kemudian lakukan pengukuran dengan alat FTIR.

3.5.4 Zaitun 50% : Babi 50%

1. Sampel minyak zaitun dan minyak babi dicampurkan dengan perbandingan 50% : 50% dalam sebuah wadah diaduk hingga homogen. Kemudian sampel yang telah tercampur rata diambil beberapa tetes, kemudian teteskan sedikit cairan sampel yang akan diukur pada satu

bagian Natrium Klorida, setelah itu pasangkan satu bagian Natrium Klorida lagi sehingga cairan merata pada permukaan lempeng.

2. Siapkan Natrium Klorida pada holder, kemudian lakukan pengukuran dengan alat FTIR

3.5.5 Sawit 50% + Babi 50%

1. Sampel minyak zaitun dan minyak babi dicampurkan dengan perbandingan 50% : 50% dalam sebuah wadah diaduk hingga homogen. Kemudian sampel yang telah tercampur rata diambil beberapa tetes, kemudian teteskan sedikit cairan sampel yang akan diukur pada satu bagian Natrium Klorida, setelah itu pasangkan satu bagian Natrium Klorida lagi sehingga cairan merata pada permukaan lempeng.
2. Siapkan Natrium Klorida pada holder, kemudian lakukan pengukuran dengan alat FTIR

3.6 Petunjuk Operasional Alat FTIR

3.6.1 Menghidupkan Instrument

Pastikan alat tersambung pada sumber daya/listrik. Hidupkan instrumen dengan menekan tombol *on/off* dan tunggu 15 menit untuk stabilisasi alat sebelum digunakan.

3.6.2 Pengoperasian

1. Buka aplikasi *software Varian Resolution*. dobel klik ikon *Varian resolution 4.0.5* sehingga tampil *window Varian Resolution*.
2. Pada menu “*scan*” pilih *scan* sehingga tampil *dialog box scan*.

3. Lakukan pengaturan sebagai berikut:

a. Pengaturan untuk sampel:

Co Adding : minimum 16 (default=4)

Resolution : 4 cm – 1 (default)

Type : pilih *type spectrum*

b. Pengaturan untuk background:

Scans to Co Add : minimum 16 (default=4)

4. Klik *button “setup”* untuk memulai *setup system* untuk menampilkan *interferogram*, klik *button “align”* untuk melakukan *alignment*:

Catatan : *Align* dilakukan jika :

- a. Instrumen baru dihidupkan.
- b. Setelah terjadi penggantian *source*, *beamsplitter*, atau *detector*

5. Setelah selesai “*setup*” dan atau “*align*” klik *button “ok”* untuk kembali ke dialog box “*scan*”. Klik *button “calibrate”* untuk melakukan kalibrasi.

Catatan : kalibrasi dilakukan:

- a. Sehari sekali
- b. Setiap masuk aplikasi “*scan*”
- c. Adanya pergantian *accessories*.

6. Setelah selesai “*setup*” klik *button “ok”* untuk kembali ke dialog box “*scan*”.

7. Klik *button “background”* untuk melakukan pembacaan *background*.

8. Setelah selesai pembacaan *background* akan tampil dialog box “*save as*”, atur nama file sesuai dengan yang diinginkan kemudian klik *button* “*save*” untuk menyimpan.
9. Pada menu “*scan*” pilih “*scan*” untuk dialog box *scan*.
10. Tempatkan *sampel* kemudian klik *button* “*scan*” untuk memulai *scan* sampel.
11. Jika diperlukan perubahan dari absorban ke % transmitan atau sebaliknya, klik menu “*transfroms*” kemudian pilih absorbansi atau % transmittan
12. Ulangi langkah 9-11 untuk sampel berikutnya.

3.6.3 Mematikan Instrumen

1. Tutup aplikasi *software Varian Resolutions*.
2. Matikan *instrumen* dan *shutdown computer* jika perlu

3.7 Analisis Data

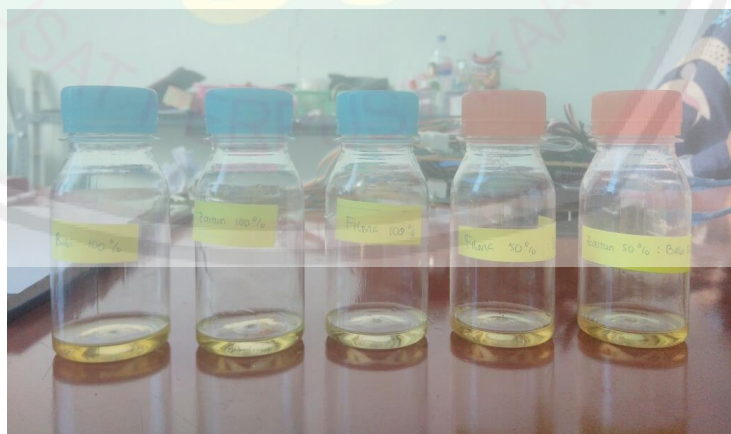
Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode analisa absorbansi/transmitan, metode PCA dan metode CA. Pengambilan data pada masing-masing sampel dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan data akan disajikan dalam bentuk perangkat lunak *Microsoft Excel*, kemudian data tersebut diolah dengan menjadikannya dalam bentuk *spectrogram* (absorbansi/transmitan dan panjang gelombang). Pengolahan dengan metode PCA (*Principal Component Analysis*) dan CA (*Cluster Analysis*) akan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak

[illegible][illegible]

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari minyak hewani dan nabati. Minyak hewani yang digunakan adalah minyak babi, sedangkan minyak nabati yang digunakan adalah minyak zaitun dan minyak sawit. Sebelum melakukan uji dengan FTIR, perlu dilakukan preparasi sampel terlebih dahulu. Terdapat 5 sampel yang akan diuji, yang pertama adalah sampel minyak babi dengan konsentrasi 100%, minyak sawit dengan konsentrasi 100%, minyak zaitun dengan konsentrasi 100%, campuran minyak babi dan minyak sawit dengan perbandingan konsentrasi 50% : 50%, dan campuran minyak babi dan minyak zaitun dengan perbandingan 50% : 50%. Sampel-sampel tersebut kemudian diletakkan dalam wadah terpisah yang telah diberi label nama sampel. Tujuannya supaya sampel tidak tertukar, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4.1.



Gambar 4.1 Sampel minyak yang telah dimasukkan ke dalam wadah berlabel

Minyak yang digunakan sebagai sampel untuk uji FTIR pada penelitian ini sebanyak 2 ml tiap sampel. Sebelum melakukan analisis dengan menggunakan alat FTIR, pastikan sampel minyak tidak mengandung air. Hal tersebut ditujukan agar molekul air tidak mengganggu serapan sampel minyak. Semua sampel yang diuji harus ditempatkan pada suhu ruang sekitar 27-30°C, tidak perlu dipanaskan atau didinginkan karena hal tersebut akan mempengaruhi perubahan ikatan molekul dalam sampel. Berikut tabel perbandingan konsentrasi sampel yang digunakan.

Tabel 4.1 Perbandingan konsentrasi sampel

NO	Minyak Babi	Minyak Zaitun	Minyak Sawit
1	100%	-	-
2	-	100%	-
3	-	-	100%
4	50%	50%	-
5	50%	-	50%

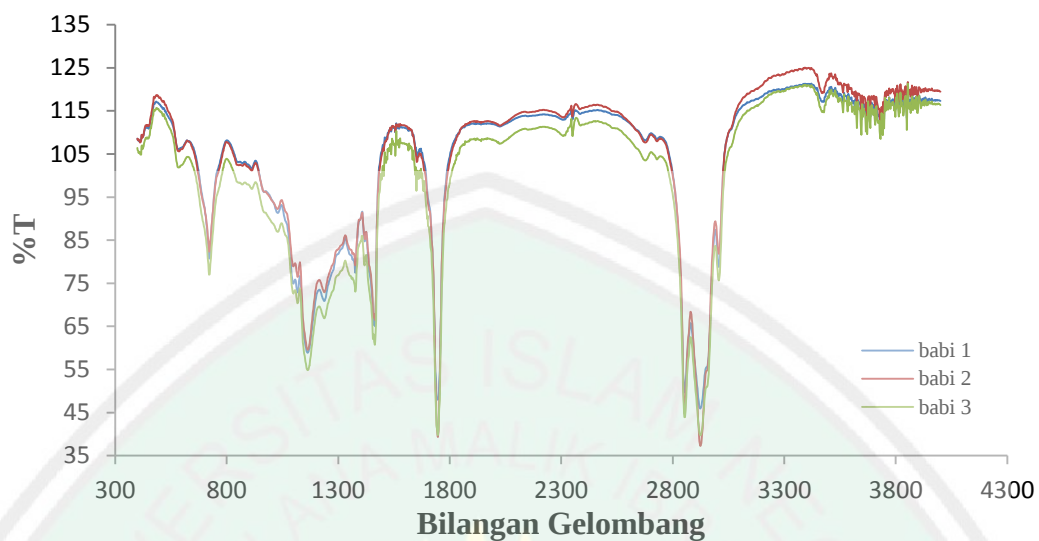
Sampel minyak diambil beberapa tetes dengan menggunakan pipet tetes, kemudian teteskan pada salah satu bagian lempeng Natrium Klorida. Digunakan Natrium Klorida dikarenakan senyawa tersebut tidak menghasilkan serapan pada gelombang *infrared*, sehingga yang teramati oleh FTIR fokus kepada interaksi *infrared* terhadap sampel. Setelah itu pasangkan satu lempeng Natrium Klorida yang lain, sehingga sampel terapat di antara dua lempeng Natrium Klorida. Pastikan kedua lempeng mengapit sampel dengan baik, agar cairan sampel dapat merata dan tidak mengandung gelembung udara. Langkah tersebut dilakukan pada semua sampel dengan perlakuan yang sama. Sampel minyak yang ditetaskan pada lempeng hanya sedikit, penggunaan sampel yang sedikit ini dikarenakan agar spektra yang

dihasilkan dari uji FTIR tidak tertumpuk sehingga dapat dibaca dengan jelas. Sampel yang telah siap kemudian diuji dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

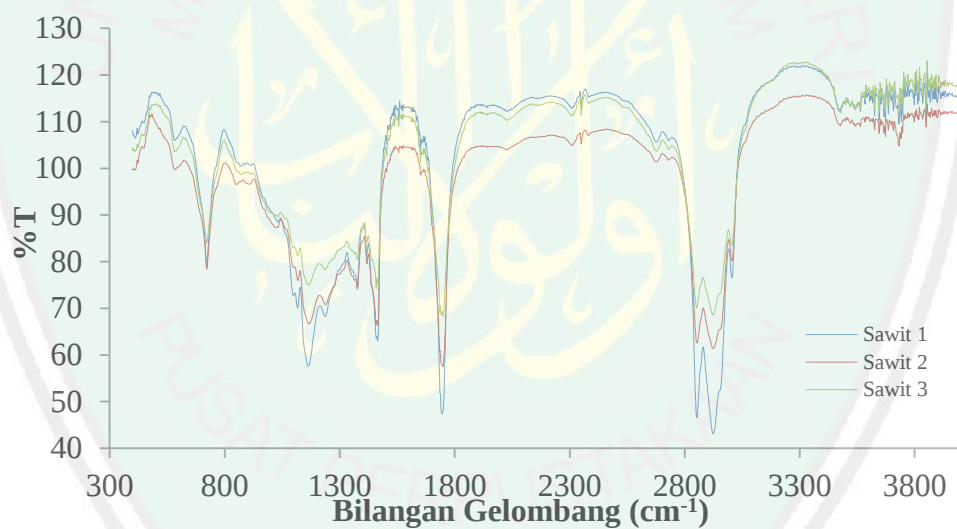
4.2 Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR

Sampel minyak yang telah siap kemudian diuji dengan menggunakan alat FTIR. Analisis dengan menggunakan FTIR memperlihatkan adanya vibrasi dari gugus fungsi yang terdapat dalam sampel. Vibrasi yang dihasilkan oleh masing-masing sampel akan berbeda, karena pada dasarnya setiap senyawa memiliki karakterisasi gugus fungsi yang berbeda satu sama lain. FTIR menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah metode yang dalam analisisnya memanfaatkan sinar cahaya. Sinar cahaya yang digunakan dalam FTIR yakni sinar radiasi *infrared*. Daerah sinar infrared berada pada bilangan gelombang kurang lebih pada $4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$ (Stuart, 2004).

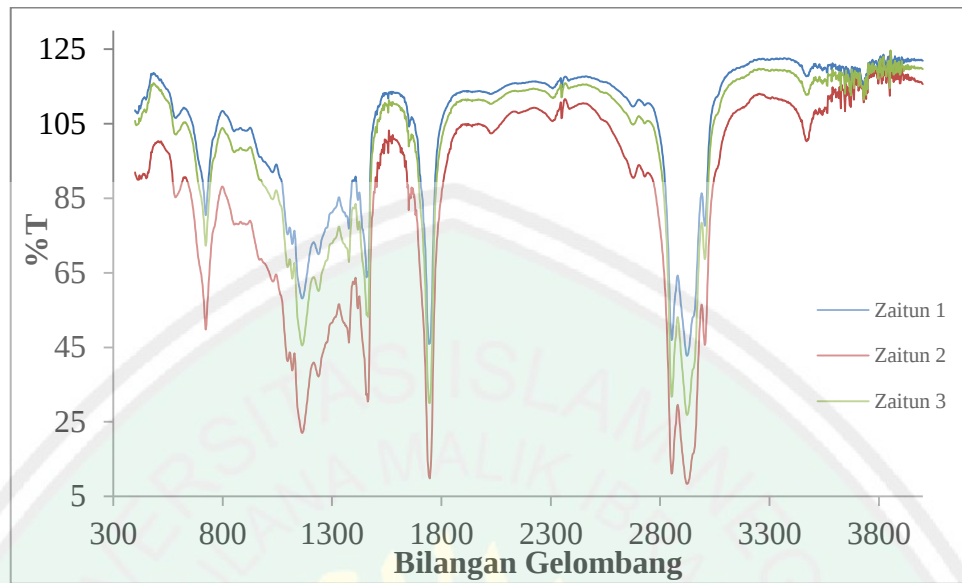
Hasil dari pengujian FTIR adalah berupa spektrum inframerah. Spektrum tersebut merupakan grafik yang terbentuk dari plot antara bilangan gelombang dan transmittan. Pengujian sampel dengan menggunakan FTIR ini bertujuan untuk membedakan gugus fungsi pada masing-masing sampel, gugus fungsi tersebut berupa puncak-puncak spektrum yang muncul pada bilangan gelombang tertentu dan intensitas transmittan tertentu pula. Gambar spektrum hasil analisa dengan alat FTIR pada masing-masing sampel ditunjukkan pada gambar-gambar berikut ini.



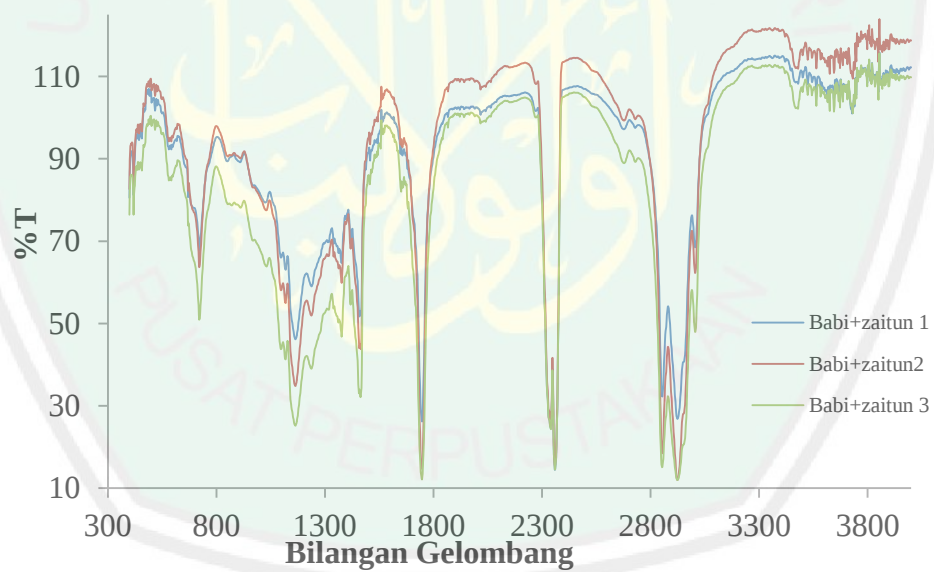
Gambar 4.2 Spektrum FTIR minyak babi 100% (1), (2), (3)



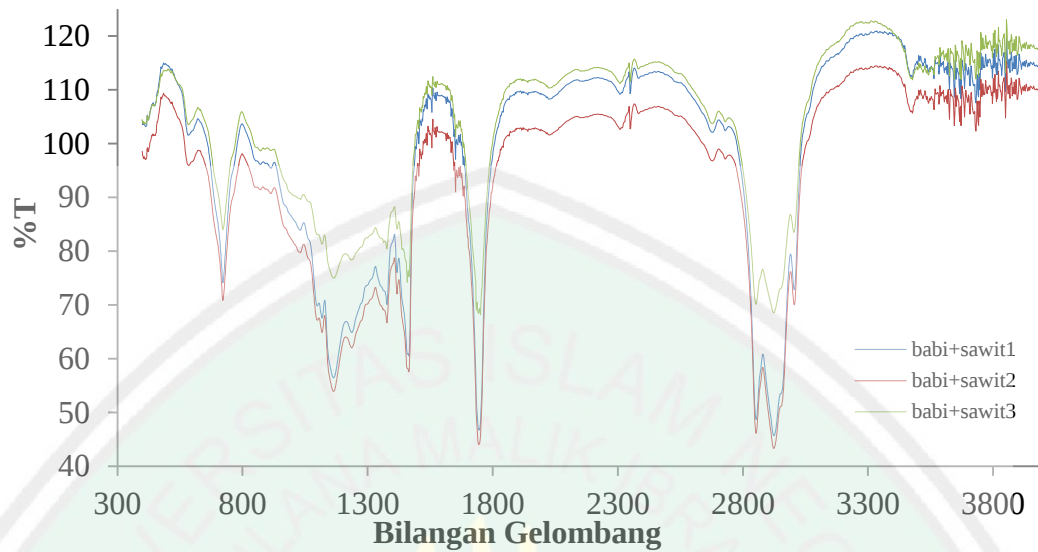
Gambar 4.3 Spektrum FTIR minyak filma 100% (1), (2), dan (3)



Gambar 4.4 Spektrum FTIR minyak zaitun 100% (1), (2), dan (3)



Gambar 4.5 Gabungan Spektrum FTIR minyak zaitun 50% + minyak babi 50%



Gambar 4.6 Spektrum FTIR minyak sawit (filma) 50% + babi 50%

Gambar 4.2 merupakan spektrum FTIR sampel minyak babi 100%. Gambar 4.3 menunjukkan spektrum FTIR sampel minyak sawit 100%. Gambar 4.4 menunjukkan spektrum FTIR sampel minyak zaitun 100%. Gambar 4.5 menunjukkan spektrum FTIR sampel campuran minyak babi 50% dengan minyak zaitun 50%. Gambar 4.6 menunjukkan spektrum sampel campuran minyak babi 50% dengan minyak sawit (filma) 50%. Pada masing-masing gambar tersebut ditunjukkan bahwa terdapat 3 spektrum dengan warna yang berbeda. Warna biru menandakan spektrum FTIR pada uji pertama. Warna merah menandakan spektrum FTIR pada uji kedua. Warna hijau menandakan spektrum FTIR pada uji ketiga.

Kelima gambar spektrum semua sampel menunjukkan bentuk spektrum yang relatif sama. Gambar tersebut juga menunjukkan bahwa muncul puncak-puncak spektrum pada daerah bilangan gelombang tertentu. Puncak spektrum yang muncul tersebut menandakan adanya interaksi dari sinar infrared dengan gugus

fungsi molekul sampel. Sehingga dari spektrum-spektrum tersebut dapat diketahui, gugus fungsi apa saja yang terkandung di dalam sampel.

Tabel 4.2 Gugus fungsi yang terdapat dalam setiap sampel

No	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang
1	C-H Alkana	1340-1470 cm^{-1}
		2850-2970 cm^{-1}
2	C=N	2300-2400 cm^{-1}
3	C=O Aldehid/ keton/ asam karboksilat/ ester	1690-1760 cm^{-1}
4	C-N Amina/ amida	1180-1360 cm^{-1}
5	C-O Alkohol/ eter/ asam karboksilat/ ester	1050-1300 cm^{-1}
6	C-H Cincin aromatic	690-900 cm^{-1}
7	C-H alkena	675-995 cm^{-1}

Tabel 4.2 merupakan tabel analisis gugus fungsi yang terdapat pada masing-masing sampel. Setiap ikatan memiliki daerah serapan yang berbeda-beda dan tidak semua puncak yang dihasilkan dari analisis FTIR merupakan hasil serapan dari gugus fungsi. Tabel 4.2 menunjukkan jika muncul puncak pada bilangan gelombang antara 2970-2850 cm^{-1} dan 1470-1340 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H Alkana yang biasanya muncul pada bilangan gelombang tersebut. Gugus C=N biasanya muncul pada bilangan gelombang 2400-2300 cm^{-1} . Gugus C=O Aldehid/ keton/ asam karboksilat/ ester biasanya muncul pada bilangan gelombang 1760-1690 cm^{-1} . Gugus C-N Amina/ amida yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1360-1180 cm^{-1} . Gugus C-O Alkohol/ eter/ asam karboksilat/ ester biasanya muncul pada bilangan gelombang 1300-1050 cm^{-1} . Gugus C-H Cincin aromatik biasanya muncul pada bilangan gelombang 900-690 cm^{-1} dan 3100-3010 cm^{-1} . Munculnya puncak pada bilangan gelombang 995-675 cm^{-1} dan 3095-3010 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H Alkena yang biasanya muncul pada bilangan gelombang tersebut.

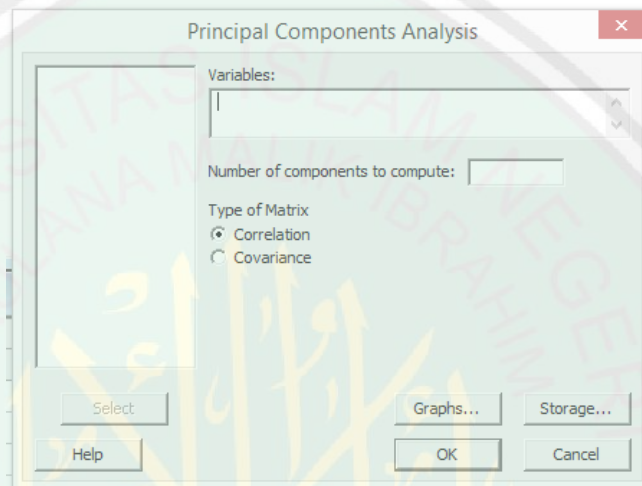
4.3 Analisa Hasil Pengolahan Data PCA

Data hasil analisis bilangan gelombang dan transmittan dengan FTIR kemudian di analisis dengan menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA). PCA adalah teknik untuk menentukan komponen utama yang merupakan kombinasi linier dari variabel asli. Analisis dengan menggunakan PCA dilakukan dengan cara menghilangkan korelasi diantara variabel bebas melalui transformasi variabel bebas asal ke variabel baru yang tidak berkorelasi sama sekali atau multikolineritas (Syafiqah,2014).

Principal Component Analysis (PCA) merupakan tehnik reduksi data *multivariant* ketika antar variabel terjadi korelasi. Setiap sampel yang dianalisis dengan menggunakan FTIR memiliki puncak-puncak serapan yang mirip antara sampel satu dengan sampel yang lain. Meskipun memiliki pola yang realtif sama, namun jika diamati secara kualitatif dari gambar 4.9 terdapat perbedaan puncak spektrum. Tinggi rendahnya puncak-puncak spektrum disebabkan karena adanya perbedaan nilai transmittan pada masing-masing sampel. Perbedaan nilai transmittan tersebut sukar dianalisis dengan membandingkan puncak-puncak spektrum FTIR saja. Oleh karena itu, digunakan metode PCA untuk melakukan pengelompokkan data, sehingga perbedaan masing-masing sampel dapat diketahui secara spesifik.

Metode PCA yang digunakan untuk menganalisa data dalam penelitian ini menggunakan *software* Minitab 18. *Software* Minitab merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data dan menyediakan berbagai jenis perintah sehingga mempermudah proses pengolahan data. Cara melakukan analisa PCA

dengan aplikasi Minitab dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu: yang pertama masukkan data nilai serapan pada lembar kerja (*worksheet*). Kemudian klik “Stat” setelah itu pilih “*multivariate-Principial Component*” maka akan muncul tampilan seperti gambar 4.7.



Gambar 4.7 Kolom analisis PCA

Kolom variabel yang diisi dengan variabel yang akan dianalisis. Menu *type of matrix* dipilih *correlation*. Kemudian klik *graph*, centang *score plot* dan *score plot for first 2 components*. Setelah itu maka didapatkan nilai Eigen, proporsi, dan komulatif yang ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Analisis eigen matriks korelasi

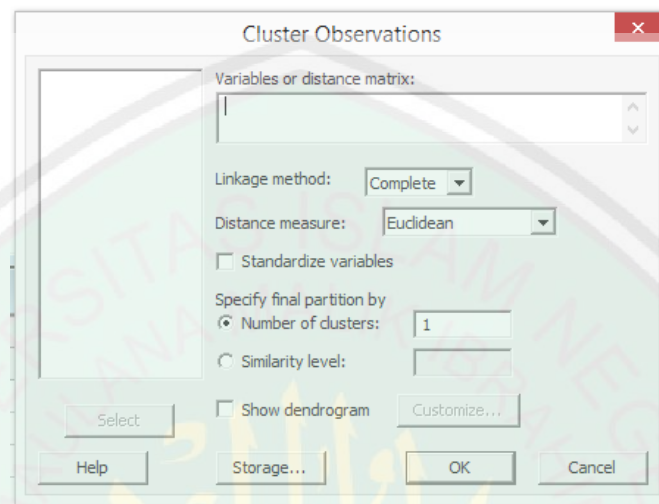
No	Nilai Eigen	Proporsi	Kumulatif
1	11,318	0,871	0,871
2	1,177	0,091	0,961
3	0,476	0,037	0,998
4	0,019	0,001	0,999
5	0,006	0,000	1,000
6	0,002	0,000	1,000
7	0,001	0,000	1,000
8	0,000	0,000	1,000
9	0,000	0,000	1,000
10	0,000	0,000	1,000
11	0,000	0,000	1,000
12	0,000	0,000	1,000
13	0,000	0,000	1,000

Nilai Eigen merupakan akar ciri dari komponen variabel sampel. Data yang berpengaruh yaitu memiliki nilai eigen ≥ 1 , dibawah nilai 1 data tersebut kurang berpengaruh. Pada tabel 4.3 dapat diketahui bahwa yang memiliki nilai eigen ≥ 1 adalah PC1 dan PC2. Nilai eigen pada PC1 adalah 11,318 dan nilai eigen pada PC2 1,177. Nilai proporsi menerangkan besarnya keragaman yang dapat diterangkan oleh komponen variabel sampel. Nilai kumulatif menerangkan keragaman kumulatif yang dapat diterangkan oleh komponen utama sampai komponen tertentu.

4.4 Hasil Pengolahan Cluster Analisis (CA)

Cluster Analysis (CA) merupakan metode analisa data yang digunakan untuk mengelompokkan data sesuai dengan tingkat kesamaan kelas terhadap titik pusat (*centroid*). Cara melakukan analisa dengan metode CA pada *software* Minitab yakni, masukkan data yang akan dianalisa ke dalam *worksheet* Minitab.

Kemudian klik “stat”, setelah itu pilih “*multivariate-Cluster Observation*” maka akan muncul tampilan seperti gambar 4.8



Gambar 4.8 Kolom analisis CA

Kolom variabel yang ditunjukkan pada gambar 4.8 diisi dengan variabel yang akan dianalisa. Menu *linkage method* dipilih metode *single*. Menu *distance measure* dipilih *Euclidean distance*. Jumlah partisi kluster diisi dengan angka 1. Langkah terakhir centang *show dendrogram*, untuk memunculkan dendrogram kluster.

Cluster analysis (CA) menghasilkan beberapa pengelompokan. Pengelompokan-pengelompokan tersebut berupa tabel yang akan dimunculkan pada kolom session. Tabel tersebut antara lain tabel langkah-langkah pengelompokan (*Amalgamation steps*) dan tabel partisi akhir (*Final Partition*). Tabel langkah-langkah pengelompokan (*amalgamation steps*) ditunjukkan pada tabel 4.5 dan partisi akhir (*final partition*) akan ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Partisi akhir (*final partition*)

	Jumlah observasi	Kuadrat jumlah klaster	Jarak rata-rata dari <i>centroid</i>	Jarak maksimum dari <i>centroid</i>
Klaster 1	15	182	2.95070	6.71205

Tabel 4.5 Langkah-langkah pengelompokan (*Amalgamation steps*)

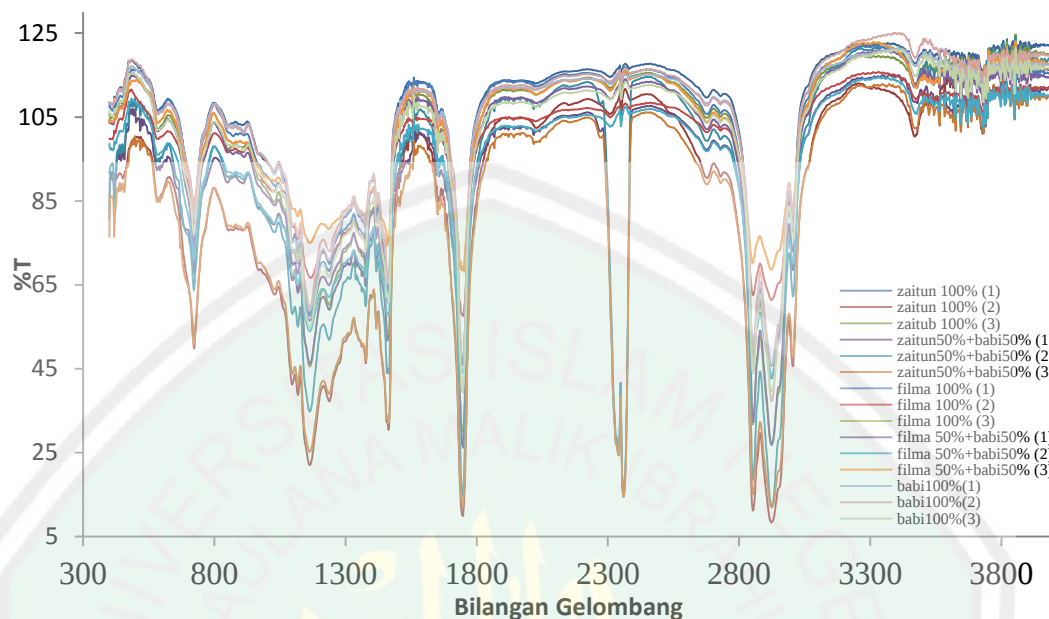
Langkah ke-	Nomer klaster	Tingkat kesamaan	Jarak	Klaster digabung		Klaster baru	Jumlah observasi pada klaster baru
1	14	100.000	0.00001	3	9	3	2
2	13	97.151	0.30691	4	10	4	2
3	12	94.902	0.54916	4	7	4	3
4	11	94.185	0.62632	4	6	4	4
5	10	92.485	0.80948	4	5	4	5
6	9	92.430	0.81539	1	2	1	2
7	8	92.277	0.83188	1	4	1	7
8	7	85.813	1.52809	1	8	1	8
9	6	84.601	1.65869	1	12	1	9
10	5	84.460	1.67383	1	3	1	11
11	4	81.380	2.00560	13	14	13	2
12	3	72.034	3.01231	13	15	13	3
13	2	69.104	3.32781	11	13	11	4
14	1	66.680	3.58899	1	11	1	15

4.5 Pembahasan

FTIR yang digunakan dalam penelitian ini yakni merk Shimadzu, tipe IRPrestige 21. FTIR adalah alat yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi mempelajari tentang interaksi cahaya dengan materi. Ada 2 keluaran

dari hasil analisa FTIR yakni bilangan gelombang dan transmitan. Pada penelitian ini, prinsip kerja FTIR adalah mendeteksi bilangan gelombang dan nilai transmitan yang didapatkan dari interaksi infrared terhadap sampel minyak babi konsentrasi 100%, minyak sawit konsentrasi 100%, minyak zaitun konsentrasi 100%, campuran minyak babi dan minyak zaitun dengan perbandingan konsentrasi 50% : 50%, dan campuran minyak babi dan minyak sawit dengan perbandingan konsentrasi 50% : 50% yang berupa data spektrum.

Data yang didapatkan dari uji FTIR akan dianalisa berdasarkan puncak gelombang yang dibentuk oleh masing-masing sampel. Puncak gelombang tersebut terbentuk karena adanya interaksi antara gelombang elektromagnetik sinar *infrared* dengan gugus fungsi molekul sampel minyak yang digunakan dalam penelitian ini. Sinar infrared yang ditembakkan kedalam materi merupakan energi elektromagnetik, energi tersebut jika ditembakkan pada molekul/gugus fungsi tertentu akan ada yang terserap dan diteruskan. Energi yang terserap maupun yang diteruskan oleh masing-masing molekul memiliki nilai yang berbeda-beda. Nilai tersebut kemudian ditampilkan dalam bentuk pita-pita spektrum yang menyebabkan tinggi puncaknya berbeda-beda. Masing-masing gugus fungsi dari senyawa mempunyai energi tertentu untuk bergetar dengan rentang bilangan gelombang tertentu. Daerah sinar infrared berada pada bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} . Spektrum FTIR pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Spektrum FTIR

Pada gambar 4.9 ditunjukkan bahwa spektrum masing-masing sampel memiliki pola yang relatif sama, namun jika diamati secara kualitatif terdapat perbedaan pada tinggi puncak spektrum. Perbedaan tinggi puncak tersebut menunjukkan adanya nilai transmittan yang berbeda. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa pada daerah bilangan gelombang $2850\text{-}2970\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus fungsi C-H Alkana terdapat dua puncak spektrum. Pada daerah bilangan gelombang $2300\text{-}2400\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus fungsi C=N terdapat 2 puncak spektrum. Pada daerah gelombang $1340\text{-}1470\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus fungsi C-H Alkena terdapat 3 puncak spektrum. Pada daerah bilangan gelombang $1690\text{-}1760\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus fungsi C=O aldehyd/ keton/ asam karboksilat/ ester terdapat satu puncak spektrum. Pada daerah bilangan gelombang $1180\text{-}1360\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus fungsi C-N Amina/ Amida terdapat satu puncak spektrum. Pada daerah bilangan gelombang $1050\text{-}1300\text{ cm}^{-1}$ terdapat 4 puncak

spektrum. Dan pada daerah bilangan 690-900/675-995 terdapat 1 puncak spektrum.

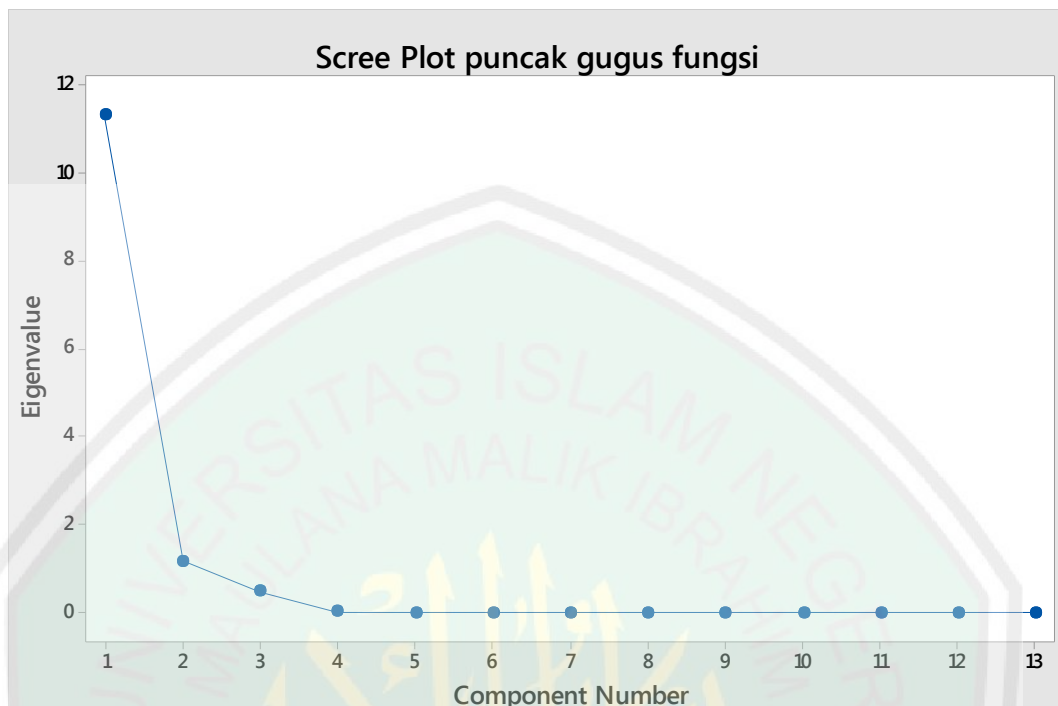
Dari gambar 4.9 dapat dilihat bahwa spektrum tersebut memiliki bentuk pola yang sama. Namun tidak ada satupun spektrum yang memiliki intensitas puncak yang sama. Perbedaan intensitas pada spektrum FTIR tersebut sukar dianalisa. Oleh karena itu digunakan metode PCA dan CA untuk mengklasifikasikan perbedaan intensitas dari analisa spektrum FTIR masing-masing sampel.

4.5.1 Pengolahan Data PCA

Pada penelitian ini terdapat 13 variabel yang terdiri dari puncak-puncak transmittan yang didapatkan dari interaksi *infrared* dengan gugus fungsi setiap sampel sehingga terbentuk 13 PC. PC berperan mereduksi data sehingga data yang diperoleh lebih sederhana. Pereduksian dimensi pada variabel-variabel data dilakukan dengan menentukan banyaknya PC yang akan diambil.

Salah satu cara untuk menentukan berapa banyak PC yang harus diambil untuk mereduksi variabel adalah dengan menggunakan *scree plot*. *Scree plot* merupakan plot data nilai eigen yang diperoleh dari analisa data PCA yang ditunjukkan pada tabel 4.3. Pada *scree plot* data yang diambil sebagai komponen utama yaitu pada titik kurva awal hingga titik kurva yang mulai melandai.

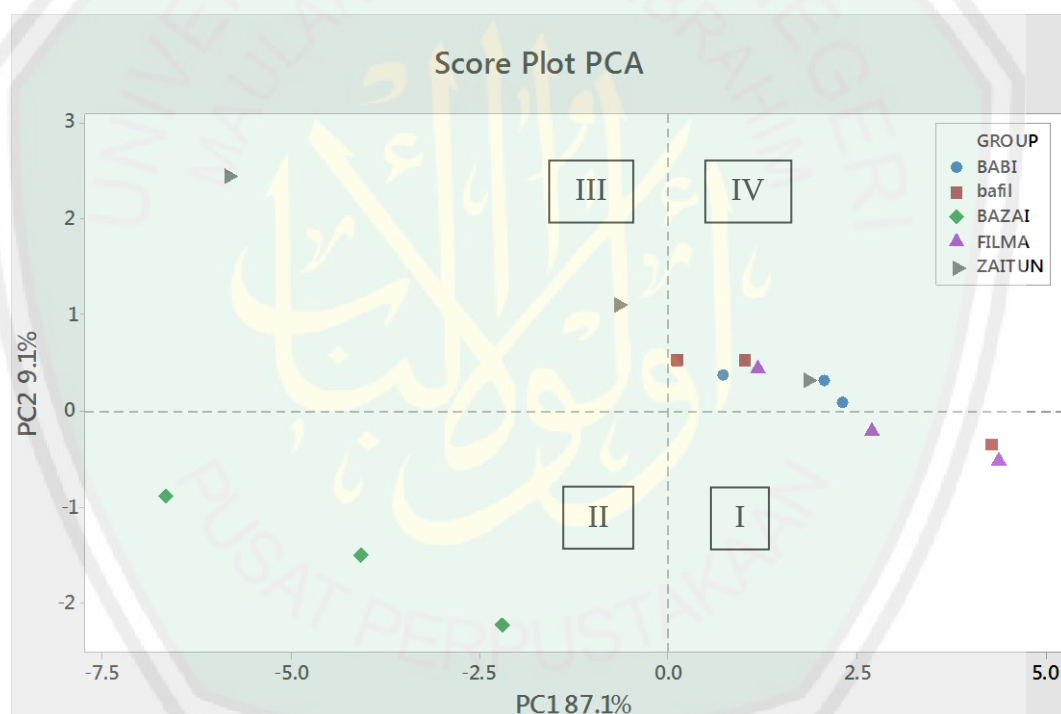
Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa kurva mulai melandai pada data PC4. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat 4 komponen utama yang dapat diambil, yaitu PC1, PC2, PC3, dan PC4 yang menghasilkan variabel berdimensi 4. Sehingga dari hasil tersebut diketahui bahwa variabel dari data asli yang berjumlah 13 variabel dapat direduksi menjadi 2 dimensi atau 4 dimensi.



Gambar 4.10 Scree plot puncak gugus fungsi

Klasifikasi data minyak babi 100%, minyak zaitun 100%, minyak sawit 100%, campuran minyak babi 50% dengan minyak zaiun 50%, dan campuran minyak babi dengan minyak sawit 50% yang dimasukkan pada data set PCA berdimensi 15 baris x 13 kolom, kemudian tereduksi menjadi 13x13 dimensi data dan direduksi kembali menjadi 4 dimensi yang mewakili keseluruhan data. Selain *scree* plot, ada juga *score* plot pada analisis PCA yang ditampilkan oleh *software* Minitab. *Score* plot digunakan untuk menggambarkan plot data klasifikasi sampel yang digunakann. Pada penelitian ini, plot dibagi menjadi 5 kelompok yaitu kelompok minyak babi 100%, kelompok minyak sawit 100%, kelompok minyak zaitun 100%, campuran minyak babi 50% : minyak sawit 50%, dan campuran minyak babi 50% : minyak zaitun 50% dengan menggunakan simbol yang berbeda-beda.

Gambar 4.11 adalah gambar *score plot* PCA. Pada gambar 4.11 menunjukkan bahwa *score plot* yang ditampilkan berupa plot 2 dimensi yang dibagi kedalam 4 kuadran. *Score plot* yang dimunculkan oleh *software* Minitab memiliki koordinat x yang berupa PC1 dan koordinat y berupa PC2. Dari tabel 4.3 dapat diketahui bahwa nilai proporsi PC1 adalah 87.1% dan nilai proporsi untuk PC2 adalah 9.1%. Selain itu dapat dilihat pula bahwa nilai komulatif dari PC1 dan PC2 adalah 96.1%.



Gambar 4.11 Score Plot PCA sampel minyak (1) babi: minyak babi 100%, (2) bafil: minyak babi 50% : minyak filma 50%, (3) bazai: minyak babi 50% : minyak zaitun 50%, (4) sawit: minyak sawit 100%, (5) zaitun: minyak zaitun 100%.

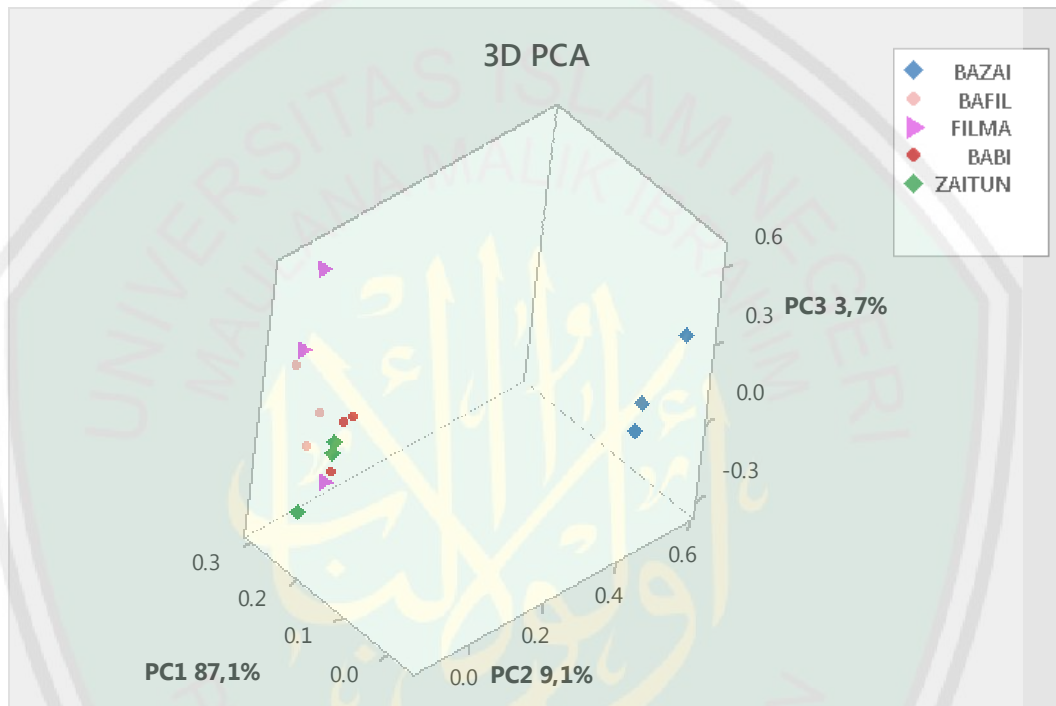
Gambar 4.11 menunjukkan pengklasifikasian masing-masing sampel uji. Terdapat 5 group sampel, sampel minyak babi 100% digambarkan oleh simbol lingkaran berwarna biru, sampel minyak sawit 100% digambarkan oleh simbol segitiga berwarna ungu, sampel minyak zaitun 100% digambarkan oleh simbol

segitiga berwarna hijau, sampel campuran minyak babi 50% dengan minyak sawit 50% digambarkan oleh symbol persegi berwarna merah, dan sampel campuran minyak babi 50% dengan minyak zaitun 50% digambarkan oleh simbol jajar genjang berwarna hijau. Pengelompokan kelima sampel tersebut dapat terlihat jelas pada gambar 4.11.

Terdapat 4 daerah klasifikasi yang diberi batas garis *reference*. Daerah-daerah yang dibatasi oleh garis *reference* diberi nama daerah I, II, III, dan IV seperti yang tertera pada gambar 4.11. Dapat dilihat bahwa sampel campuran minyak babi 50% dengan minyak zaitun 50%, ketiganya berada pada daerah II. Pada sampel minyak zaitun 100% dapat dilihat hasil dari uji kedua dan uji ketiga berada pada daerah III sedangkan hasil dari uji pertama berada pada daerah IV. Pada sampel minyak sawit 100% dapat dilihat bahwa hasil dari uji kedua dan uji ketiga berada pada daerah I, sedangkan hasil dari uji pertama berada pada daerah I. Pada sampel minyak babi 100% dapat dilihat bahwa ketiga simbol berada pada daerah IV. Dan yang terakhir untuk sampel campuran minyak babi 50% dengan minyak sawit 50% dapat dilihat bahwa hasil uji pertama berada pada daerah IV, hasil uji kedua berada diantara daerah III dan daerah IV, sedangkan hasil uji ketiga berada pada daerah I.

Nilai proporsi PC1, PC2 dan PC3 pada gambar 4.12 yakni 87.1%; 9.1%, 3.75% dan proporsi kumulatifnya sebesar 99.8%. Dari gambar 4.12 dapat dilihat bahwa terdapat lima kelompok yakni, bazai merupakan sampel campuran minyak babi 50% dengan minyak zaitun 50%, bafil merupakan sampel campuran minyak babi 50% dengan minyak sawit (filma) 50%, filma merupakan sampel minyak

sawit (filma) 100%, babi merupakan sampel minyak babi 100%, dan zaitun merupakan sampel minyak zaitun 100%. Dengan menggunakan plot tiga dimensi, proporsi data di dalamnya lebih besar daripada menggunakan score plot dua dimensi

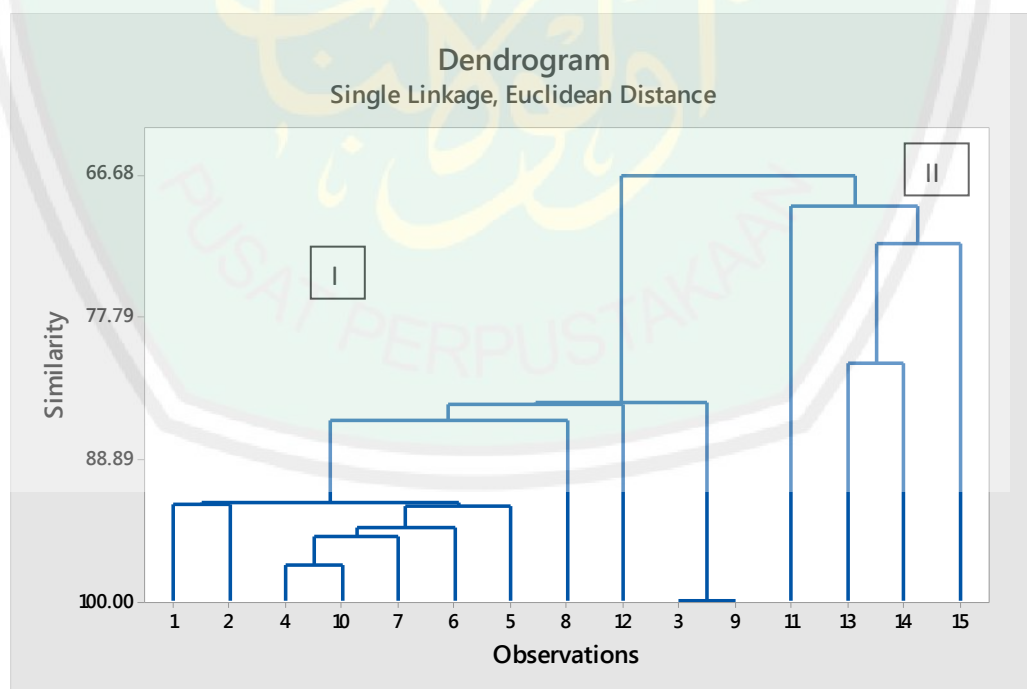


Gambar 4.12 Plot 3 dimensi PCA

Klasifikasi dengan menggunakan plot tiga dimensi menghasilkan tingkat akurasi sebesar 99.8%. Sedangkan klasifikasi dengan menggunakan plot dua dimensi menghasilkan tingkat akurasi sebesar 96.1%. Dengan demikian, klasifikasi dengan menggunakan plot tiga dimensi memiliki tingkat akurasi yang lebih besar dari pada klasifikasi dengan menggunakan plot dua dimensi.

4.5.2 Pengolahan Data CA

Cluster analysis (CA) mengklasifikasikan objek berdasarkan kemiripan objek satu dengan objek yang lainnya. Objek yang paling dekat kesamaannya dengan objek lain akan berada dalam kluster yang sama. Pada penelitian ini, jenis metode yang digunakan adalah pautan tunggal (*single linkage*). *Single linkage* didasarkan pada jarak *Euclidian* antar objek minimum. Prinsipnya adalah dengan memisahkan dua objek yang memiliki jarak paling pendek dan ditempatkan pada kluster pertama, kemudia diulangi kembali pada objek-objek selanjutnya hingga terbentuk dendrogram yang berbentuk seperti “pohon” kluster. Hasil dari langkah-langkah pengelompokan dengan metode *Cluster Analysis* (CA) pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4. 4.



Gambar 4.13 Dendrogram CA

Gambar 4.13 menunjukkan dendrogram hasil *Cluster Analysis* dari sampel minyak babi 100%, minyak sawit 100%, minyak zaitun 100%, campuran minyak

babi 50% dengan minyak sawit 50%, dan campuran minyak babi 50% dengan minyak zaitun 50%. Pada dendogram tersebut dapat dilihat bahwa pada sumbu x adalah nomor objek (*observations*) dan pada sumbu y adalah tingkat kemiripan (*similarity*) jarak antar klaster dalam persen (%). Klaster nomor 1, 2 dan 3 merupakan sampel campuran minyak babi 50% dengan minyak sawit (filma) 50% pada uji pertama, kedua, dan ketiga secara berurutan. Klaster nomor 4, 5, dan 6 adalah sampel minyak babi 100% pada uji pertama, kedua, dan ketiga secara berurutan. Klaster nomor 7, 8, dan 9 merupakan sampel minyak sawit (filma) 100% pada uji pertama, kedua, dan ketiga secara berurutan. Klaster nomor 10, 11, dan 12 adalah sampel minyak zaitun 100% pada uji pertama, kedua, dan ketiga secara berurutan. Klaster nomor 13, 14, dan 15 merupakan sampel campuran minyak babi 50% dengan minyak zaitun 50% pada uji pertama, kedua, dan ketiga secara berurutan.

Pengelompokan klaster yang telah ditunjukkan pada gambar 4.13, menunjukkan bahwa ada 2 kelompok besar. Klaster nomor 1 sampai nomor 9 berada dalam kelompok I dengan tingkat kesamaan 84,46%. Klaster nomor 11 sampai 15 berada dalam kelompok II yakni dengan tingkat kemiripan 69,10%.

Kelompok-kelompok besar klaster terdiri dari kelompok yang memiliki kemiripan yang lebih dekat. Klaster nomor 1 dan 2 berada dalam satu kelompok terdekat dengan tingkat kemiripan 92,43%. Klaster nomor 4, 10, 7, 6, dan 5 berada dalam satu kelompok yang memiliki tingkat kemiripan 92,49%, namun dalam kelompok ini masih terdapat kelompok-kelompok yang memiliki jarak kemiripan yang lebih dekat lagi. Yakni klaster nomor 4 dan klaster nomor 10 yang

memiliki tingkat kemiripan 97,15%. Kemudian klaster nomor 3 dan klaster nomor 9 yang memiliki nilai kemiripan yang sangat mirip, yakni dengan tingkat kemiripan 100%. Pada kelompok yang kedua, terdapat klaster nomor 13 dan klaster nomor 14 yang paling dekat kemiripannya, yakni dengan tingkat kemiripan 81,38%.

Sampel campuran minyak babi 50% dengan minyak sawit 50% yang ditunjukkan pada klaster nomor 1, 2, dan 3. Klaster nomor 1 dan 2 sudah berada pada satu kelompok, tapi klaster nomor 3 terpisah jarak dan berada satu kelompok dengan klaster nomor 9 yang merupakan sampel minyak sawit (filma) 100% uji ketiga. Namun klaster 1, 2 dan 3 masih bisa di kategorikan mirip karena berada dalam satu kelompok. Kemudian pada sampel minyak babi 100% yang ditunjukkan oleh klaster nomor 4, 5 dan 6 juga memiliki tingkat kemiripan yang berbeda. klaster nomor 4 cenderung lebih mirip dengan klaster nomor 10 yang merupakan sampel minyak zaitun 100%. Namun ketiganya masih berada dalam satu klaster. Sampel minyak sawit 100% yang ditunjukkan pada klaster nomor 7, 8 dan 9 memiliki tingkat kemiripan yang berbeda. Hal tersebut dapat dilihat bahwa klaster nomor 7 dengan klaster nomor 8 dipisahkan oleh klaster nomor 6 dan 5, dan klaster nomor 8 ke klaster nomor 9 dipisahkan oleh klaster nomor 12 dan 3. Sampel minyak zaitun 100% yang ditunjukkan pada klaster nomor 10, 11 dan 12 juga memiliki tingkat kemiripan yang dapat dibilang cukup jauh. Klaster nomor 10 dan klaster nomor 11 masih berada dalam satu kelompok, meskipun jaraknya dipisahkan oleh klaster nomor 7, 6, 5 dan 8. Akan tetapi untuk klaster nomor 11 berada pada kelompok yang berbeda. Sampel campuran minyak babi

50% dengan minyak zaitun 50% ditunjukkan pada klaster nomor 13, 14, dan 15. Hasil klaster pada sampel campuran minyak babi 50% dengan minyak zaitun 50% ini menunjukkan kemiripan yang dekat, hal tersebut ditunjukkan pada dendogram bahwa klaster nomor 13, 14, dan 15 berada pada satu kelompok dengan posisi yang berdampingan satu sama lain sehingga dapat dikatakan pada sampel ini memiliki kemiripan yang dekat.

Dilihat dari data yang telah didapatkan, dapat diketahui bahwa FTIR mampu menganalisis masing-masing serapan gugus fungsi sampel dengan detail dan spesifik. Spektrum yang didapatkan dari masing-masing sampel relatif sama, namun masih terdapat perbedaan yang sukar untuk diketahui dengan indra penglihatan, sehingga dibutuhkan metode pendukung untuk mempermudah pengklasifikasian perbedaan tersebut. Metode klasifikasi yang digunakan adalah PCA dan CA. Hasil pada *score* plot PCA menunjukkan bahwa pengelompokan membentuk plot yang kurang rapat antar pengulangan dalam satu sampel. Nilai kumulatif pada *score* plot PCA 2 dimensi yang terdiri PC1 dan PC2 sebesar 96,1%. Sedangkan nilai kumulatif pada *score* plot PCA 3 dimensi yang terdiri dari PC1, PC2, dan PC3 sebesar 99.8%. Hasil pengelompokan CA yang ditunjukkan pada gambar 4.13, pada tabel 4.5 dapat diketahui bahwa jarak rata-tara *centroid* sebesar 2,95070. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kedua metode, yaitu PCA dan CA mampu mengklasifikasikan sampel sesuai dengan data yang ada.

FTIR merupakan salah satu alat yang sudah memiliki standar dunia untuk mengklasifikasikan materi berdasarkan gugus fungsinya. Uji FTIR yang dilakukan berulang-ulang dengan sampel yang sama seharusnya menunjukkan

hasil spektrum yang tidak jauh berbeda, namun pada penelitian ini hasilnya kurang sesuai, sehingga pengulangan dengan sampel yang sama menunjukkan hasil yang berbeda. Hal tersebut mungkin dikarenakan adanya perbedaan waktu pengujian di tiap pengulangan yang menyebabkan sampel campuran jadi memisah atau alat yang digunakan belum disetelkan saat menguji sampel lain sehingga mempengaruhi interaksi *infrared* dengan gugus fungsi molekul yang menyebabkan hasil pengulangan sampel tidak sama.

4.6 Minyak Sawit, Minyak Zaitun dan Minyak Babi Menurut Perspektif Islam

Minyak zaitun dan minyak sawit merupakan contoh minyak yang termasuk kedalam minyak yang berasal dari tumbuhan (nabati). Minyak sawit berasal dari buah pohon kelapa sawit yang banyak tumbuh di Indonesia. Kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan unggulan dan utama Indonesia. Tanaman yang produk utamanya terdiri dari minyak sawit (CPO) dan minyak inti sawit (KPO) ini memiliki nilai ekonomis tinggi dan menjadi salah satu penyumbang devisa negara terbesar dibandingkan dengan komoditas perkebunan lainnya (Fauzi, dkk, 2012). Dalam firman Allah SWT surah ‘Abasa (80) ayat 24 yang berbunyi:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ

“Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya” (QS. ‘Abasa (80): 24).

. Menurut tafsir Ibnu Katsir dijelaskan bahwa ayat tersebut mengandung penyebutan nikmat Allah SWT, yang menjelaskan bahwa manusia harus memperhatikan apa yang dia makan dari nikmat yang telah Allah berikan.

Manusia harus menggunakan akal dan pikirannya untuk memperhatikan bagaimana makanan itu diciptakan dan telah diatur oleh Allah SWT untuk kepentingan manusia. Sehingga manusia dapat memanfaatkannya dan menggunakannya dengan baik, karena itu adalah nikmat yang diberikan oleh Allah. Kemudian diperjelas kembali dalam firman Allah SWT surah ‘Abasa (80) ayat 30 yang berbunyi:

وَحَدَايِقَ غُلْبًا

“kebun-kebun (yang) lebat” (QS. ‘Abasa (80): 30)

Dalam tafsir Ibnu Katsir ayat tersebut memiliki makna tersendiri yakni kebun-kebun rindang. Al-Hasan dan Qatadah mengatakan, yang dimaksud dengan *gulban* ialah pohon kurma yang besar-besar dan rindang. Namun menurut sebagian ulama lain pohon yang rindang tersebut tidak hanya ditujukan kepada pohon kurma saja, namun juga merujuk ke pohon-pohon lain yang sejenis, seperti pohon kelapa sawit. Pohon kelapa sawit memiliki buah yang banyak khasiat. Buah pohon kelapa sawit dapat menghasilkan minyak kelapa sawit. Minyak tersebut dapat dikonsumsi oleh manusia. Riset membuktikan bahwa minyak sawit mengandung asam-asam lemak jenuh dan tidak jenuh dalam jumlah yang hampir seimbang sehingga baik untuk kesehatan (Sugiarti, 2003).

Selain minyak sawit minyak zaitun juga banyak diminati masyarakat dikarenakan memiliki asam lemak jenuh yang rendah serta baik dikonsumsi untuk kesehatan. Minyak zaitun berasal dari daging buah zaitun. Buah zaitun merupakan

buah yang penuh berkah, bahkan Allah SWT bersumpah dalam al-Quran dengan menyebut nama zaitun pada surah at-Tin (95) ayat 1, yang berbunyi:

وَالَّتَيْنِ وَالزَّيْتُونِ

“Demi (buah) Tin dan (buah) Zaitun (at-Tin (95): 1)

Lafaz “وَالزَّيْتُونِ” yang artinya “dan zaitun” yakni, buah yang darinya bisa dibuat minyak. Dalam ayat tersebut Allah SWT telah bersumpah dengan tin dan zaitun, zaitun merupakan buah yang dapat dibuat minyak, yang bisa menjadi lauk bagi penduduk negeri dan bisa juga sebagai minyak, juga banyak dipergunakan sebagai bahan obat-obatan (Al-Asyqar, 2008).

Selain itu, Allah SWT juga memuji zaitun dalam salah satu firman-Nya pada surah an-Nur (24) ayat 35, yang berbunyi:

اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ ۚ مِثْلُ نَوْرِهِ كَمِثْلِ شِصَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۖ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ ۖ الزُّجَاجَةُ كَأَهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبْرَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ ۚ نُورٌ عَلَى نُورٍ ۗ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَن يَشَاءُ ۚ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ ۚ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

“Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya Allah, adalah seperti sebuah lubang yang tak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam kaca (dan) kaca itu seakan-akan bintang (yang bercahaya) seperti mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di sebelah timur (sesuatu) dan tidak pula di sebelah barat(nya), yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah membimbing kepada cahaya-Nya siapa yang dia kehendaki, dan Allah memperbuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu” (QS.an-Nur (24): 35).

Terdapat firman Allah “ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ ” yang artinya dari pohon yang berkahnya (yaitu) pohon zaitun. Dalam kalimat, kedudukan lafadz “زَيْتُونَةٍ” adalah badal atau ‘*athaf bayan*’ yang artinya pohon zaitun. Menurut tafsir Ibnu Katsir bahwa terdapat cahaya yang sangat terang yang dinyalakan dengan bahan bakar minyak zaitun, yang merupakan pohon yang banyak berkahnya. Selain itu, telah dilakukan berbagai riset yang membuktikan bahwa minyak zaitun kaya akan kandungan *phenolic* dan antioksidan (Ghaffar, 2004).

Minyak zaitun dapat digunakan untuk mencegah berbagai macam penyakit seperti diabetes, obesitas, tekanan darah tinggi, penyakit jantung, serum *low-density lipoproteins* (LDL), aterosklerosis, dan kanker. Minyak zaitun mengandung asam lemak jenuh yang lebih rendah dan mengandung asam lemak tak jenuh lebih banyak dibanding dengan minyak biji yang ada di toko-toko (Yildiz dan Huseyin, 2016).

Minyak zaitun dan minyak sawit merupakan minyak yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, terutama masyarakat Indonesia. Minyak zaitun dan minyak sawit banyak dijadikan sebagai objek untuk melakukan kecurangan dalam dunia industri, seperti mencampur minyak zaitun dan minyak sawit dengan minyak babi. Pencampuran minyak babi ke dalam minyak zaitun dan minyak sawit merupakan sebuah pelanggaran. Dalam Islam, minyak babi haram untuk dikonsumsi. Hukum mengonsumsi minyak babi sudah banyak dijelaskan dalam al-Qur'an salah satunya yaitu dalam firman Allah SWT pada surah al-Baqarah (2) ayat 173, yang berbunyi:

إِنَّمَا حَرَّمَ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةَ وَالدَّمَ وَلَحْمَ الْخَنِزِيرِ وَمَا أُهْلَ بِهِ لِغَيْرِ اللَّهِ فَمَنْ اضْطُرَّ غَيْرَ بَاغٍ وَلَا عَادٍ فَلَا إِثْمَ عَلَيْهِ إِنَّ اللَّهَ غَفُورٌ رَحِيمٌ

“Sesungguhnya Allah hanya mengharamkan bagimu bangkai, darah, daging babi, dan binatang (yang ketika disembelih) disebut (nama) selain Allah.” (QS. al-Baqarah (2): 173).

Terdapat Firman Allah SWT yang menyebutkan “وَلَحْمَ الْخَنِزِيرِ” yang artinya daging babi. Menurut tafsir Quraish Shihab dijelaskan bahwa daging memiliki komponen yang kompleks seperti lemak. Dalam hal ini para ulama sepakat bahwa tidak hanya daging babi yang diharamkan, namun seluruh bagian dari babi diharamkan. Oleh karena itu minyak yang berasal dari daging babi mengandung unsur haram (Ar-Rifa’i, 2000).

Hal tersebut menjelaskan bahwa sesuatu yang dicampur dengan minyak babi haram di konsumsi. Oleh karena itu, sebagai manusia yang telah diberikan kelebihan akal fikiran oleh Allah SWT harus bijak dalam menggunakan karunia tersebut, seperti memanfaatkan kemajuan teknologi dengan benar. FTIR merupakan alat yang mampu menganalisis kandungan material dengan sangat baik. Sehingga dalam penelitian ini FTIR digunakan untuk menganalisis perbedaan minyak zaitun, minyak sawit, minyak babi, dan campurannya. Hal tersebut ditujukan untuk mengurangi kekhawatiran masyarakat mengenai kemurnian dan kehalalan minyak zaitun dan minyak sawit.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa FTIR dapat digunakan untuk menganalisis pola gugus fungsi yang terdapat pada sampel minyak babi 100%, minyak sawit (filma) 100%, minyak zaitun 100%, campuran minyak babi 50% dengan minyak sawit (filma) 100%, dan campuran minyak babi 50% dengan minyak zaitun 50%. Spektrum masing-masing sampel relatif sama, namun terdapat perbedaan yang sukar diamati dengan indra penglihatan sehingga data diolah kembali menggunakan PCA dan CA.

Nilai komulatif yang didapatkan dari analisis PCA dengan menggunakan 2 dimensi yakni 96.1%. Sedangkan nilai komulatif yang didapatkan dari analisis PCA dengan menggunakan 3 dimensi yakni sebesar 99.8%. Klasifikasi menggunakan CA memiliki jarak rata-rata *centroid* sebesar 2,95070. Meski hasil analisi dengan PCA lebih efisien dari pada metode CA, akan tetapi metode CA dan PCA sama-sama dapat mengklasifikasikan sampel sesuai dengan data FTIR yang telah didapatkan.

Perbedaan nilai bilangan gelombang dan transmittan uji FTIR antar pengulangan pada sampel yang sama kemungkinan terjadi karena adanya jeda waktu uji antara pengulangan pertama dengan pengulangan selanjutnya, sehingga menyebabkan sampel terkontaminasi partikel yang dibawa oleh udara. Kemungkinan kedua sampel yang dicampur tidak diaduk kembali sehingga memisah saat di uji. Kemungkinan lain yaitu alat yang digunakan belum

dikalibrasi atau belum disterilkan saat menguji sampel lain sehingga tercampur dan mempengaruhi hasil pembacaan alat FTIR.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya yang menggunakan uji FTIR diharapkan dilakukan dengan teliti guna mengurangi eror, terutama untuk pengulangan dengan menggunakan sampel yang sama. FTIR merupakan alat yang menganalisis sampel dengan sangat detil, sehingga dipastikan tidak melakukan kesalahan saat melakukan uji agar bisa mendapatkan hasil yang akurat. Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menambah jumlah variasi jenis sampel yang digunakan. Jika pada penelitian ini menggunakan sampel minyak, mungkin untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan sampel berupa gas atau padat.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Asyqar, Muhammad, Sulaiman. Abdullah. 2008. *Tafsir Juz 'Amma*. Bogor: Pustaka Imam Syafi'i.
- Al-Qaradhawi, Yusuf. 1995. *Fi Fiqh al-Aulawiyat*. Mesir: Maktabah Wahbah.
- Al-Quran, 2010. *Mushaf Aisyah*. Bandung: Jabal.
- Ar-Rifa'I, Muhammad Nasib. 2000. *Kemudahan dari Allah: Ringkasan Tafsir Ibnu Katsir/ Muhammad Nasib ar-Rifa'i*. Jakarta: Gema Insani Press.
- Astuti, 2007. *Klasifikasi Hewan: Penamaan, Ciri, dan Pengelompokannya*. Jakarta Selatan: Kawan Pustaka
- As-Syayyid, A. B. M. (2016). *pola makan rosulullah.pdf* (1st ed.). Jakarta: Alfa.
- Ayustaningwarno, Fitriyono, 2012. *Proses Pengolahan dan Aplikasi Minyak Sawit Merah pada Industri Pangan*, Vitasphere, ISSN: 2085-7683, Vol. 11, P: 1-11
- Belitz, H. D., Grosch, W. 1987. *Food Chemistry*. Canada: Springer Verlag.
- Che, Y. B., Rohman, M. A., & Mansor, T. S. T. (2011). *Differentiation of Lard From Other Edible Fats and Oils by Means of Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Chemometrics*, 187–192. <https://doi.org/10.1007/s11746-010-1659-x>
- Fatimah, Is dan Nugraha, Jaka, 2005. *Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Jati Menggunakan Principal Component*. Analisis. Jurnal Ilmu Dasar. Vol.6 No.1 hal: 41-47
- Fauzi, Y., Widyastuti, Y. E., Satyawibawa, I., & H, P. R. (2012). *Kelapa Sawit.pdf*. (R. Pusparani & S. Nugroho, Eds.) (1st ed.). Jakarta: Penebar Swadaya.
- Gaman, P., Sherrington, K., (1994). *Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi*. Yogyakarta: Gajah Mada University pers.
- Ghaffar, M. Abdullah., dkk. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir*. Bogor: Pustaka Imam Syafi'i.
- Haryadi, P. 2007. *Produksi Minyak Sawit yang Berkelanjutan Sebagai Bahan Dasar Untuk Bahan Bakar Bio (Biofuel)*. Bogor: IPB. 3 hlm.
- Julianti, Br. et. al., 2002. *Ester Asam Lemak*, Medan: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatra Utara.

- Ketaren, S., (2005), *Minyak dan Lemak Pangan*, Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Kusumastuti, Ari. 2011. Pengenalan Pola Gelombang Khas dengan Interpolasi. UIN Malang, Vol.2 no.1.
- Malangyudo, Arie. 2011. *Teknologi Pengolahan Inti Sawit*. <http://THE%20OIL%20PALM%20PLNTERS%20TEKNOLOGI%20PENG%20OLAHAN%20INTI%20SAWIT.html>. Diakses pada tanggal 15 Januari, jam 09:45 WIB
- Noname. 2012. *OLIVE OIL: Bagi Kesehatan Tubuh Kita*. Majalah Pengusaha Muslim edisi 32.
- Noriko, N., Elfidasari, D., Perdana, A. T., Wulandari, N., & Wijayanti, W. (2012). *Analisis Penggunaan dan Syarat Mutu Minyak Goreng pada Penjaja Makanan di Food Court UAI*, 1(3), 147–154.
- O'Brien, R.D. 2009. *Fats and Oils Formulating and Processing for Applications*. New York: CRC Press.
- Pasaribu, N. (2004). *Minyak Buah Kelapa Sawit*, 1–8.
- Peter Tryfos. 2001. *Sampling Methods For Applied Research: Text and Cases*. New York: Wiley.
- Pilu K, Dennias, Avisha, 2017. *Pengaruh Perbandingan MTBE dan Minyak Babi (v/v) Terhadap Waktu Reaksi dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Babi*. Surabaya: Universitas Sebelas Maret.
- Padley, Fb., Gustone, FD., dan Horwood, J.L.. 1994. *Occurrence and Characteristic of Oil and Fat*. London: Handbook.
- Rice, Corey Allan, 2007. *Jet-FTIR Spectroscopy of Biomolevular Model System*. 2007. USA: Cillier Verlag.
- Rohman, A., & Che, Æ. Y. B. (2009). *Analysis of Cod-Liver Oil Adulteration Using Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy*. Springer, 86, 1149–1153.
- Saganowska, patrycja dan Wesolowski, Marek, 2017. *Princial Component and Cluster Analysis as Supporting Tools for CO-Cristals Detection*. J Them Anal Calorim. Vol 130 No.17 hal: 45-55.
- Sitepu, R. dkk. 2011. *Analisis Cluster Terhadap Tingkat Pencemaran Udara pada Sektor Industri di Sumatera Selatan*. Jurnal Penelitian Sains, 11-17.

Smith, Brian C, 2011. *Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. London: New York.

Stuart. Barbara H. 2004. *Infrared Spectroscopy Fundamentals and Application (Analytical Techniques in the Sciences)*. John Willey dan Sons.

Sugiarti, Rita, 2003. *Pengaruh Konsentrasi Tributil Fosfat Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Poli- β -Hidroksiakanoat (PHA) yang Dihasilkan oleh Ralstonia Eutropha dengan Substrat Hidrolisat Minyak Sawit*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Syafiqah, Fatimah. 2014. *Analisis Gelatin Sapi dan Gelatin Babi pada Produk Cangkang Kapsul Keras Obat dan Vitamin Menggunakan FTIR dan KCKT*. Farmasi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Simamora, Bilson, 2005. *Analisis Multivariant Pemasaran*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Widjanarko, S. 2008. *Efek Pengolahan terhadap Komposisi Kimia & Fisik Ubi Jalar Ungu dan Kuning*. <http://simonbwidjanarko.wordpress.com>. (diakses 16/Januari/2018).

Wijaya, Tony. 2009. *Analisis Structural Equation Modelling untuk Penelitian Menggunakan AMOS*. Yogyakarta: Universitas Atmajaya.

Winarno, F.G., 1992. *Kimia Pangan Dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.. 95, 107.

Yang, H., & Irudayaraj, J. (2001). *Comparison of near-infrared, fourier transform-infrared, and fourier transform-raman methods for determining olive pomace oil adulteration in extra virgin olive oil*. Journal of the American Oil Chemists' Society, 78(9), 889–895.

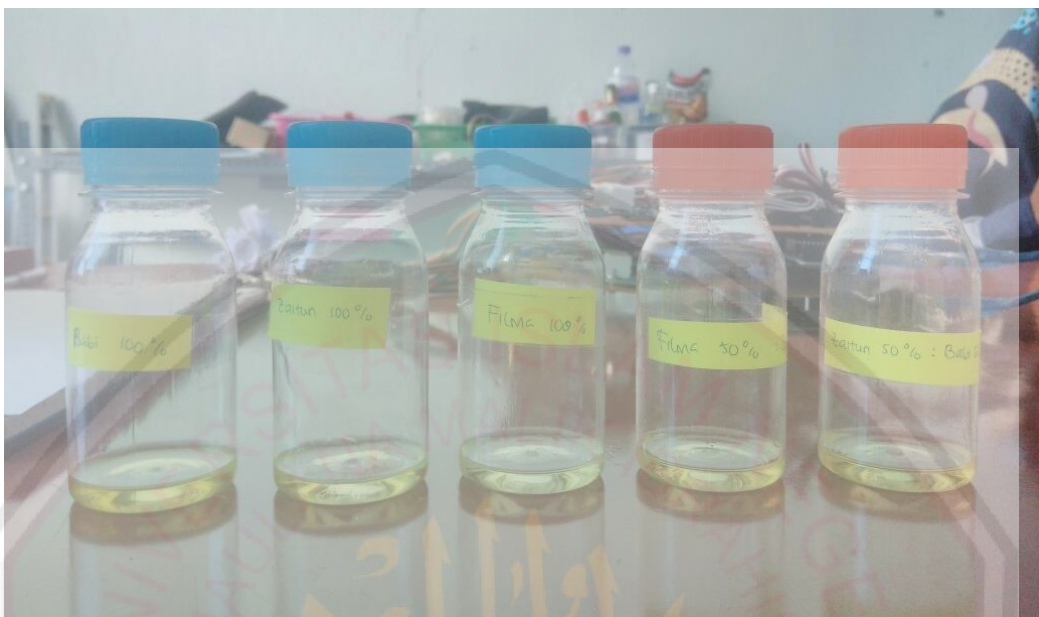
Yildiz, G., & Huseyin, T. (2016). *Quantification of soybean oil adulteration in extra virgin olive oil using portable raman spectroscopy*. Journal of Food Measurement and Characterization, 1–7.



LAMPIRAN

Lampiran 1

GAMBAR



Sampel minyak yang telag dimasukkan wadah dan siap diuji

Lampiran 2

Data Hasil

1. Data hasil analisa PCA (PC1-PC13)

PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13
0.291	-0.077	0.274	0.226	-0.081	0.424	0.627	0.218	-0.064	-0.06	-0.198	-0.26	-0.205
0.291	-0.154	0.145	-0.418	0.437	0.298	0.02	-0.012	0.269	0.193	0.294	0.402	-0.239
0.292	-0.146	0.12	-0.382	0.233	0.012	-0.081	0.097	-0.363	-0.382	-0.338	0.022	0.521
0.293	-0.111	-0.173	-0.196	-0.136	0.237	-0.389	-0.1	0.404	0.176	-0.189	-0.605	0.028
0.294	-0.12	0.123	-0.067	-0.282	-0.06	-0.366	0.115	-0.636	0.178	0.17	-0.038	-0.427
0.284	-0.019	-0.416	0.47	-0.15	0.456	-0.244	0.053	0.003	-0.176	0.043	0.414	0.168
0.204	0.669	0.041	-0.047	0.029	-0.049	-0.067	-0.12	0.015	0.18	-0.584	0.251	-0.218
0.203	0.673	0.022	-0.105	0.007	0.073	0.033	0.144	-0.032	-0.184	0.572	-0.26	0.191
0.29	-0.08	0.277	0.141	-0.173	-0.459	-0.139	0.569	0.437	-0.13	-0.02	0.145	0.004
0.283	-0.045	0.429	0.523	0.35	-0.159	-0.154	-0.485	-0.015	0.083	0.102	-0.12	0.148
0.296	-0.072	0.046	-0.217	-0.609	-0.151	0.328	-0.43	0.071	0.158	0.115	0.222	0.282
0.285	-0.071	-0.397	-0.038	0.123	-0.323	0.158	-0.284	0.057	-0.566	0.023	-0.087	-0.444
0.279	-0.047	-0.499	0.102	0.296	-0.303	0.271	0.241	-0.153	0.532	0.013	-0.088	0.188

2. Nilai transmittan spektroskopi FTIR minyak babi 100%

No	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Nilai Absorban/Transmittan		
		1	2	3
1	2850-2970	49,641503	44,678932	43,932293
		45,919508	37,236665	39,711865
2	2300-2400	113,007428	113,713487	109,136634
		114,299758	115,377347	111,603967
3	1340-1470	77,434317	73,071141	73,071141
		84,70394	79,138675	79,138675
		65,35635	67,040463	62,093118
4	1690-1760	47,995963	39,322713	39,75551
5	1180-1360	70,90658	72,930393	66,892721
6	1050-1300	74,937586	78,94413	72,647184
		72,895034	76,452255	70,365951
		58,882081	59,542071	54,84529
		70,90658	72,930393	66,892721
7	690-900/ 675-995	80,700262	82,309162	77,004547

3. Nilai transmittan spektroskopi FTIR minyak filma 100%

No	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Nilai Absorban/Transmittan		
		1	2	3
1	2850-2970	46,587314	62,573002	70,154848
		43,134129	61,393365	68,563698
2	2300-2400	112,931889	105,19675	111,508945
		115,29991	107,033077	113,918258
3	1340-1470	74,240116	74,110142	80,505783
		81,205971	79,551749	84,109188
		63,608695	66,539262	74,27819
4	1690-1760	47,406907	57,889742	68,497807
5	1180-1360	68,291594	70,792363	78,37446
6	1050-1300	72,704793	78,744792	83,03638
		70,040337	75,955399	81,345542
		57,603805	66,694415	75,00284
		68,291594	70,792363	78,37446
7	690-900/ 675-995	79,082596	78,419022	84,022003

4. Nilai transmittan spektroskopi FTIR minyak zaitun 100%

No	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Nilai Absorban/Transmittan		
		1	2	3
1	2850-2970	46,983927	11,159005	31,723685
		42,703846	8,356928	26,870771
2	2300-2400	114,62982	106,498506	112,04408
		116,516175	108,986526	114,41734
3	1340-1470	76,830311	46,26905	67,91347
		84,584581	55,433552	76,607488
		63,797542	32,23626	53,715522
4	1690-1760	45,925201	9,858385	30,000369
5	1180-1360	69,966491	37,184599	60,1176
6	1050-1300	75,304547	41,244783	66,486445
		72,735974	38,756127	63,453333
		58,141161	22,021787	45,517234
		69,966491	37,184599	60,1176
7	690-900/ 675-995	80,470556	49,806998	72,273576

5. Nilai transmittan spektroskopi FTIR minyak zaitun 50% + babi 50%

No	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Nilai Absorban/Transmittan		
		1	2	3
1	2850-2970	32,226599	18,473595	15,061778
		26,821947	11,934433	11,977828
2	2300-2400	24,475319	26,153387	24,319303
		14,465792	15,545923	14,506446
3	1340-1470	64,70825	59,034809	46,789497
		70,663955	68,179171	54,545184
		51,654931	44,025386	33,014086
4	1690-1760	26,145155	14,701002	12,127113
5	1180-1360	59,000871	51,888823	38,984173
6	1050-1300	66,021853	58,032529	43,78532
		63,045115	54,958741	41,241933
		46,15663	34,776105	25,159962
		59,000871	51,888823	38,984173
7	690-900/ 675-995	67,74716	63,645443	50,871838

6. Nilai transmittan spektroskopi FTIR minyak filma 50% + babi 50%

No	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Nilai Absorban/Transmittan		
		1	2	3
1	2850-2970	48,703492	46,154929	70,154848
		45,672724	43,335962	68,563698
2	2300-2400	109,303824	102,757628	111,508945
		112,146611	105,613321	113,918258
3	1340-1470	70,08464	66,662513	80,505783
		76,034749	72,047457	84,109188
		60,871756	58,150013	74,27819
4	1690-1760	46,741371	44,063363	68,497806
5	1180-1360	64,892404	62,076026	78,37446
6	1050-1300	69,82195	67,142835	83,03638
		67,559183	64,929279	81,345542
		56,461283	53,937976	75,00284
		64,892404	62,076026	78,37446
7	690-900/ 675-995	74,113688	70,881719	84,022003

Lampiran 3



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : FIKI HURUM MAQSUROH
NIM : 14640011
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Fisika
Judul Skripsi : Analisis Minyak Zaitun, Sawit, Babi, dan Campuran Berbasis Data FTIR dengan Kualifikasi Menggunakan PCA dan CA
Pembimbing I : Dr. Imam Tazi, M.Si
Pembimbing II : Umaiatus Syarifah, M.A

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	15 Januari 2018	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2	18 September 2018	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	
3	20 September 2018	Konsultasi Data Hasil di Bab IV	
4	25 September 2018	Konsultasi Bab IV	
5	28 September 2018	Konsultasi Kajian Agama Bab I, II dan IV	
6	02 Oktober 2018	Konsultasi Bab V	
7	04 Oktober 2018	Konsultasi Kajian Agama dan ACC	
8	05 Oktober 2018	Konsultasi Semua Bab, Abstrak dan ACC	

Malang, 05 Oktober 2018
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003